

Справочник по
управлению использованием
спектра на национальном уровне

Издание 2015 года

Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне

Издание 2015 года

МСЭ-R



ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая редакция Справочника по управлению использованием спектра на национальном уровне значительно изменена и дополнена по сравнению с изданием 2005 года. Она была подготовлена Группой, работающей по переписке (учреждена Рабочей группой 1В в 2011 году), а затем Группой докладчика (учреждена Рабочей группой 1В в 2012 году), после чего одобрена 1-й Исследовательской комиссией по радиосвязи. Представитель Объединенных Арабских Эмиратов г-н Хасан Шариф (Hasan Sharif) выполнял обязанности Докладчика группы при содействии советника г-на Филиппа Обино (Philippe Aubineau). Представитель Китайской Народной Республики г-н Чан Жуотин (Ruoting Chang), занимающий должность вице-председателя Рабочей группы 1В, представитель Республики Корея г-н Иркё Ли (Шкьюо Lee), представитель Соединенных Штатов Америки г-н Рой Вулси (Roy Woolsey) и многие другие участники совещаний Рабочей группы 1В также принимали активную роль в подготовке этой редакции Справочника.

Франсуа Ранси,
Директор Бюро радиосвязи

СОДЕРЖАНИЕ**Стр.**

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	iii
ГЛАВА 1 – Основные принципы управления использованием спектра.....	1
ГЛАВА 2 – Планирование спектра.....	49
ГЛАВА 3 – Присвоение частот и выдача лицензий.....	77
ГЛАВА 4 – Контроль за использованием спектра и инспекционный контроль.....	111
ГЛАВА 5 – Практика инженерно-технической поддержки использования спектра.....	123
ГЛАВА 6 – Экономика использования спектра.....	181
ГЛАВА 7 – Автоматизация работ по управлению использованием спектра.....	211
ГЛАВА 8 – Мера использования спектра и эффективность использования спектра.....	295
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Обучение управлению использованием спектра.....	323
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Подход СЕПТ к регулированию устройств связи малого радиуса действия (SRD).....	344
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – Передовая практика управления использованием спектра на национальном уровне.....	353

ГЛАВА 1

Основные принципы управления использованием спектра

Содержание

		<i>Стр.</i>
1.1	Введение.....	4
1.2	Цели и задачи	4
1.3	Международные аспекты управления использованием спектра	6
1.4	Основные национальные директивы/законы управления использованием спектра	6
	1.4.1 Закон о радиосвязи.....	6
	1.4.2 Национальная таблица распределения частот.....	6
	1.4.3 Регламенты и процедуры.....	7
1.5	Организационная структура и процессы	7
	1.5.1 Структура и координация.....	7
	1.5.2 Процесс принятия решений	8
1.6	Функциональные обязанности и требования к управлению использованием спектра	8
	1.6.1 Планирование управления использованием спектра, регулирование и выработка планов.....	11
	1.6.2 Разработка национальной таблицы распределения частот	12
	1.6.3 Присвоение частот и 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
	1.6.6 Контроль за использованием спектра и обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра	16
	1.6.7 Международное сотрудничество.....	18
	1.6.8 Национальное сотрудничество (взаимодействие и консультации внутри страны)	21
	1.6.9 Инженерно-техническая поддержка распределения спектра	22
	1.6.10 Компьютерная поддержка.....	22
1.7	Формирование организационной структуры управления использованием спектра	22
	1.7.1 Общие положения	22
	1.7.2 Децентрализация против централизованного управления.....	22
	1.7.3 Матричная структура управления	23

1.7.4	Обобщение принципов	23
1.7.5	Системы управления использованием спектра	23
1.8	Применение электронного правительства, систем управления качеством и моделей совершенства в управлении использованием спектра	26
1.8.1	Общие положения	26
1.8.2	Применение системы управления качеством (ИСО 9001:2008)	27
	Библиография	28
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 К ГЛАВЕ 1	29
1	Историческая справка	29
2	Организационная структура	29
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 К ГЛАВЕ 1	33
1	Общие положения	33
2	Пояснение	33
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 К ГЛАВЕ 1	35
1	Область применения и назначение	35
1.1	Общие положения	35
1.2	Назначение	35
2	Вводная информация о SIA	35
3	Описание процессов	36
4	Система управления качеством	39
4.1	Общие требования	39
4.2	Требования к документации	39
5	Обязанности руководящего состава	40
5.1	Приверженность руководства целям и задачам обеспечения качества	40
5.2	Ориентация на потребителей	40
5.3	Политика в области качества	40
5.4	Планирование	41
5.5	Обязанности, полномочия и связь	41
5.6	Обзор управления	42
6	Управление ресурсами	42
6.1	Предоставление ресурсов	42
6.2	Людские ресурсы	42
6.3	Инфраструктура	43
6.4	Рабочая среда	43

		Стр.
7	Выпуск продукции	43
	7.1 Планирование выпуска продукции	43
	7.2 Процессы, связанные с потребителями.....	44
	7.3 Проектирование и разработка.....	45
	7.4 Закупки.....	45
	7.5 Производство продукции и оказание услуг	45
	7.6 Контроль средств измерения и контроля.....	45
8	Измерение, анализ и улучшение	46
	8.1 Общие положения	46
	8.2 Измерение и мониторинг	46
	8.3 Меры в отношении продукции, не соответствующей требованиям	46
	8.4 Анализ данных	47
	8.5 Улучшение.....	47

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, которая способствует скорейшему внедрению систем радиосвязи и обеспечивает минимизацию помех. В этой связи администрация 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.

1.2 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 принципами государственной политики, Регламентом радиосвязи и

¹ Слово "служба" в настоящем Справочнике относится к радиослужбам, определенным в Регламенте радиосвязи, а также иным областям применения радиосвязи.

долгосрочным планом использования спектра². 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 научно-исследовательских целей и для радиоловительской 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, здоровья и собственности граждан;
- обеспечение предотвращения преступлений и поддержание правопорядка;
- обеспечение функционирования национальных и международных транспортных систем;
- обеспечение сохранения природных ресурсов;
- обеспечение распространения информации, представляющей образовательный, общий и общественный интерес, а также развлечений;
- обеспечение научных исследований, поиска и разработки природных ресурсов;
- содействие распространению культурного наследия и сохранению национального и регионального фольклора;
- содействие сокращению цифрового разрыва.

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 целей³. 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 интересов⁴.

² См. Report ITU-R SM.2015 "Methods for determining national long-term strategies for spectrum utilization".

³ См. Recommendation ITU-R SM.1265 "National alternative allocation methods".

⁴ См. Recommendation ITU-R SM.1047 "National spectrum management".

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 (см. также Отчет МСЭ-R SM.2093). Описание структуры и функций МСЭ дается 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 операторам. 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 устанавливать 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 пользователей. Очень часто страны включают информацию о текущих и перспективных применениях радиосвязи в распределенных полосах частот, а также условиях их использования в национальную таблицу. В некоторых случаях такая информация дается в отдельных регламентах.

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 и для гарантии того, что оборудование для конкретной радиослужбы будет 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 (в целях утверждения или корректировки регламентов и процедур) и должны охватывать различные области, такие как условия использования радиосвязи для тех или иных применений, процедуры получения и возобновления 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 Приложении 2 к этой главе приведена примерная схема национального руководства, содержащего регламенты и процедуры по вопросам управления 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. Роль управляющей организации оптимизируется путем как можно более полного учета требований пользователей. Единственная организация может уменьшить часть своей нагрузки и увеличить эффективность, делегируя полномочия другим организациям, если это оправданно.

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 (такие 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 в целях расширения их перспективы может быть назначен представитель от структуры управления использованием спектра для неправительственных задач. Однако группа координации не может действовать в качестве органа, обладающего 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) разработка стандартов⁵, определение технических требований и разрешение применения оборудования;
- h) контроль за использованием спектра;
- i) обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра;
- j) функции поддержки управления использованием спектра, в том числе:
 - административная и юридическая функции;
 - автоматизация с применением средств вычислительной техники;
 - разработка методов использования спектра;
 - обучение.

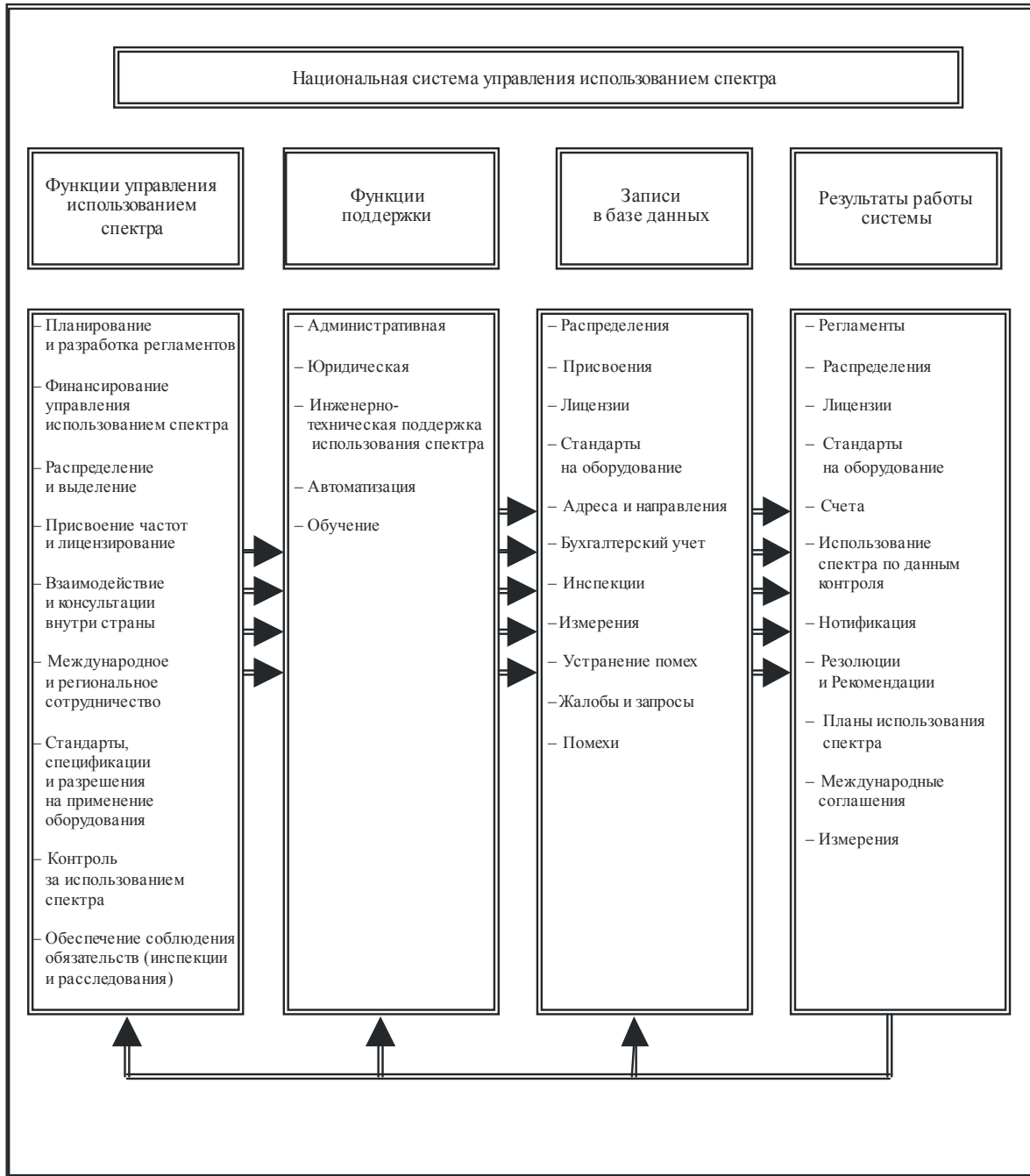
Агентство по управлению использованием спектра (самостоятельное агентство или часть национального агентства) может быть структурировано различными способами согласно закону, национальным особенностям и ресурсам связи данной страны. Оно должно осуществлять все вышеупомянутые функции,

⁵ Термином "стандарт" обозначается Рекомендация МСЭ-R или любой другой признанный стандарт.

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.

РИСУНОК 1.1

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



1.6.1 Планирование управления использованием спектра, регулирование и выработка планов

Организация по управлению использованием спектра должна разрабатывать и совершенствовать планы, регламенты и политику, принимая во внимание развитие технологии, а также 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.

Общественные и государственные интересы 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 ожидаемая 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 в использовании 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 (то есть является ли технология проверенной и доступной, 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;
- характеристики передатчиков, включая практические ограничения на выходную мощность, стабильность частоты и способность подавлять внеполосные и побочные излучения;
- возможные типы антенн 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 повысить 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 частот

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 Таблицей районов;
- такие радиослужбы, как воздушная, морская и ряд спутниковых служб, обеспечивающие связь в глобальном масштабе, требуют использования определенной полосы частот всеми странами.

Допускается, чтобы страна отклонялась от международных распределений в минимальной степени, с тем чтобы удовлетворить национальные требования. Такое использование соответствует п. 0.4 РР⁶, 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 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:

- учитывать Таблицу распределения МСЭ в максимально возможной степени;
- разрабатывать план исходя из текущего использования спектра до тех пор, пока этот план не начнет препятствовать будущему развитию спектра;
- обеспечивать эффективность частотных распределений в интересах правительства и безопасности, а также их согласование с распределениями других стран.

1.6.3 Присвоение частот и 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. В ее рамках осуществляется управление эксплуатацией радиостанций путем:

⁶ Все станции, независимо от их назначения, должны устанавливаться и эксплуатироваться таким образом, чтобы не причинять вредных помех радиослужбам или связи других Членов Союза или признанных эксплуатационных организаций и других правомочных эксплуатационных организаций, которые обеспечивают работу какой-либо радиослужбы и действуют в соответствии с положениями настоящего Регламента (п. 197 Устава).

- изучения заявлений на получение 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;
- присвоения 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 выдачи при необходимости сертификатов оператора.

В соответствующем процедурном регламенте следует указать, какая информация должна представляться при подаче заявления на присвоение частоты. В зависимости от национальных задач это могут быть сведения о целях использования спектра или просто 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 координацию распределения частот силами консультационной группы.

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.

Базы данных запросов на использование спектра и выданных лицензий должны быть сохранены для использования в будущем. Некоторые администрации решили выявлять неиспользуемые частоты на основе контроля за использованием спектра. Хотя при таком подходе вывод о неиспользовании некоторой частоты может быть сделан лишь на том основании, что в течение контрольного периода не обнаружилось никаких излучений, в отсутствие баз данных этот метод выбора частот может оказаться единственно возможным.

1.6.4 Связь между платой за спектр и процессом управления использованием спектра

Радиочастотный спектр – это доступный для использования человеком природный ресурс, который ограничен и легко подвержен неблагоприятным воздействиям. Это также весьма ценный национальный актив, обычно контролируемый 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.

Главными целями политики взимания плат при управлении спектром должны быть:

- улучшение инфраструктуры связи в стране за счет эффективного использования радиочастотного спектра;
- административные выплаты, которые поддерживают инфраструктуру управления использованием спектра;
- равный размер административных выплат 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, которые 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.

Следует назначать плату или тарифы за управление использованием спектра. Такая плата не рассматривается 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 и направленных на исключение 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 радиопередатчикам 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, так как 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.

Административные процедуры могут, в частности, предусматривать допуск на национальный рынок по результатам испытаний оборудования, полученным от других администраций. 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 для инспекций и контроля;
- приемочная оценка оборудования, приобретенного для инспекций и контроля;
- техническое оснащение специальных передвижных лабораторий контроля и калибровка оборудования для них.

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 для потребительского рынка). 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 наложение 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), у изготовителя есть возможность выйти на рынок, более обстоятельно продемонстрировав выполнение предъявляемых требований. Эта информация должна быть доступна в течение некоторого периода времени (обычно нескольких лет). Государства – члены Европейского союза обязаны публиковать свои национальные правила доступа к радиочастотному спектру (Регламент взаимодействия), чтобы изготовители имели полную информацию о национальных различиях в распределении и использовании спектра и могли производить изделия, ориентированные на крупные 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 у государства есть определенное время на принятие решения 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. Они устанавливают условия для взаимного признания сертификатов, знаков соответствия и протоколов испытаний, выданных 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 (ОПС).

В рамках этого сотрудничества МСЭ работает в условиях, которые включают много других участников (см. страницу веб-сайта МСЭ, посвященную организациям по разработке стандартов и международным организациям – <http://www.itu.int/en/ITU-T/C-I/conformity/Pages/organizations.aspx>). 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 Контроль за использованием спектра и обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра

В этом разделе дается краткий обзор контроля и обеспечения исполнения обязательств в области использования спектра, а также описываются роль и место этих видов деятельности в общем контексте управления использованием спектра. Подробную информацию об организации службы контроля за использованием спектра, а также о соответствующих процедурах и средствах измерений можно найти в Справочнике МСЭ "Контроль за использованием спектра".

1.6.6.1 Контроль за использованием спектра

Теоретического планирования спектра уже недостаточно. Прежде чем принять решение о присвоении или выделении частот, необходимо знать фактическое состояние использования спектра.

Контроль за использованием спектра обеспечивает поддержку всего процесса управления использованием спектра (включая функции присвоения частот и планирования спектра) посредством проводимых в его рамках практических измерений использования каналов и полос частот, позволяя получить статистику доступности каналов и оценить эффективность использования спектра. Имея эти данные, можно провести верификацию теоретического планирования спектра путем сравнения теоретического плана с фактическим использованием спектра. По результатам такого сравнения можно скорректировать план. Спектр используется 24 часа в сутки семь дней в неделю, каждую неделю года на местном, региональном или глобальном уровне. Соответственно следует также обеспечить возможность круглосуточного контроля за использованием спектра.

Контроль за использованием спектра включает следующее:

- контроль излучений на предмет соответствия условиям присвоения частот (технические и эксплуатационные характеристики сигналов);
- наблюдения за использованием полос частот и измерения занятости частотных каналов, предоставляющие информацию о фактическом использовании спектра;
- содействие расследованию жалоб на радиопомехи на местном, региональном и глобальном уровнях;
- выявление, определение местоположения и идентификация незаконных передатчиков;
- идентификация и измерение мешающих сигналов.

На основании этой информации затем могут быть предприняты действия по обеспечению исполнения обязательств в области использования спектра, например инспекция радиостанции на месте.

Такая информация необходима, поскольку спектр не всегда используется так, как предполагалось. Причинами этого могут быть сложность оборудования, его взаимодействие с другим оборудованием, выход оборудования из строя или его умышленное ненадлежащее использование. Усугубляют эти проблемы быстрое увеличение количества наземных и спутниковых систем и применение в их составе устройств с непреднамеренным излучением, например компьютеров, которые могут создавать местные помехи.

1.6.6.2 Обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра

Эффективность управления использованием спектра зависит от наличия у соответствующего органа средств, позволяющих обеспечивать соблюдение установленных правил. Тем, кто занимается управлением использованием спектра, должны быть предоставлены полномочия по обеспечению соблюдения правил использования спектра и установлению соответствующих штрафных санкций. Например, в случае идентификации источника помехового воздействия сотрудники, обеспечивающие исполнение обязательств в области использования спектра, или другие лица, занимающиеся управлением использованием спектра, должны обладать полномочиями потребовать выключения этого источника или конфисковать оборудование на базе соответствующих юридических механизмов. Вместе с тем необходимо установить пределы этих полномочий.

1.6.6.3 Координация деятельности по контролю за использованием спектра и обеспечению исполнения обязательств в области использования спектра

Как указано в разделе 1.6.6, на основании данных контроля могут быть предприняты действия по обеспечению исполнения обязательств в области использования спектра. И наоборот, в связи с необходимостью идентификации источника радиопомех может быть подан запрос на осуществление деятельности по контролю за использованием спектра. Более того, применяемые в современных радиосистемах методы порой не позволяют четко разделить некоторые задачи контроля за использованием спектра и обеспечения исполнения обязательств в области использования спектра от соответствующих методов измерения. Как бы ни было организовано управление использованием спектра в данной администрации, необходимо обеспечить тесную координацию этих двух видов деятельности. Исходя из этого имеет смысл рассмотреть возможность полной интеграции органов по контролю за использованием спектра и обеспечению исполнения обязательств со стационарными обслуживаемыми и дистанционно управляемыми автоматическими станциями контроля и передвижными лабораториями в пределах одной организации.

Соответственно возникает еще ряд задач, связанных с измерениями:

- содействие в особых случаях, таких как крупные спортивные мероприятия и визиты государственных деятелей;
- измерение зон покрытия радиостанций;
- измерение качества обслуживания;
- содействие в исследованиях совместимости между службами радиосвязи;
- проведение технических и научных исследований, например измерение распространения радиоволн;
- измерение напряженности электромагнитного поля в целях предотвращения рисков для здоровья, связанных с электромагнитным излучением.

1.6.6.4 Интеграция систем контроля за использованием спектра и управления использованием спектра

В Рекомендации ITU-R SM.1537 администрациям, осуществляющим как управление использованием спектра, так и контроль за его использованием, предлагается рассмотреть возможность применения интегрированной автоматизированной системы с общей реляционной базой данных, которая бы обеспечивала следующие функции:

- удаленный доступ к системным ресурсам;
- автоматическое обнаружение нарушений;
- присвоение частот и выдачу лицензий на их использование;
- средства поддержки разработки методов использования спектра;
- автоматизированное измерение параметров сигналов;
- автоматизированное измерение занятости спектра в сочетании с дополнительными геолокационными измерениями;
- составление расписания измерений для незамедлительного выполнения или выполнения в будущем.

При рассмотрении вопроса приобретения интегрированной системы следует оценить необходимость каждой из этих функций и надлежащую степень интеграции для конкретной администрации. Несомненно, что служба контроля за использованием спектра и обеспечения исполнения обязательств в области использования спектра должна иметь доступ к базе данных лицензий, а сотрудники, занимающиеся управлением использованием спектра, могут использовать определенную информацию, предоставляемую службой контроля.

Например, в контексте планирования спектра эти сотрудники наверняка сочтут полезным доступ к результатам автоматизированных измерений занятости спектра.

Автоматическое обнаружение нарушений, представляющее собой процесс автоматического сравнения параметров лицензии с данными контроля для обнаружения передатчиков, которые, по-видимому, работают без лицензии или отклоняются от установленных в лицензии параметров, позволяет выявить

среди всех частот те, на которых могут быть нарушения и которые требуют проведения дальнейшего исследования оператором. Такое исследование должно быть проведено в целях подтверждения наличия нарушения до занесения любых результатов в базу данных лицензий.

Одно из важнейших преимуществ автоматизированных систем – возможность на регулярной основе выполнять повторяющиеся контрольные измерения. Такого рода автоматизация освобождает оператора от необходимости выполнять эти измерения самому, и ему остается лишь проанализировать результаты уже выполненных измерений, поэтому производительность его труда существенно возрастает. Автоматизированная система должна преобразовывать исходные данные измерений в удобные для восприятия протоколы (в том числе графические), которые помогают оператору анализировать данные и делать из них выводы.

Имеется ряд компаний, способных поставить интегрированные системы, отвечающие требованиям Рекомендации ITU-R SM.1537, в том числе требованиям к функции выставления счетов. Необходимо тщательно проверить рассматриваемые системы на соответствие техническим требованиям применительно ко всем частотным диапазонам, службам радиосвязи и функциям. По результатам такого анализа покупатель выбирает конкретного поставщика интегрированной системы. Следует иметь в виду, что эти системы всегда требуют адаптации к специфике конкретной страны и долгосрочного обслуживания.

1.6.7 Международное сотрудничество

1.6.7.1 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 запросу для защиты систем радиосвязи страны от помех или при появлении новой информации о присвоениях, заявленных другими администрациями, в 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 возможность участия в работе этих организаций.

Информацию об этих и других организациях можно найти в Общем справочнике МСЭ (<http://www.itu.int/en/membership/Pages/global-directory.aspx>), в частности на веб-странице, посвященной региональным и другим международным организациям (CV231), региональным организациям электросвязи (CV269B) и межправительственным организациям, эксплуатирующим спутниковые системы (CV269C), по адресу http://www.itu.int/online/mm/scripts/mm.list?_search=OTHERORGS&languageid=1&foto=y.

В следующих двух таблицах⁷ указаны основные организации, которые наряду с МСЭ влияют на международное регулирование беспроводной связи, – это межправительственные организации, связанные с правительствами и участниками отрасли. В Таблице 1-1 перечислены основные региональные межправительственные группы регуляторных органов, занимающиеся вопросами электросвязи и влияющие на управление радиочастотным спектром на международном уровне.

ТАБЛИЦА 1-1

Основные региональные регуляторные органы в области электросвязи

Название	Региональные межправительственные регуляторные органы в области электросвязи
APT (АТСЭ)	Азиатско-Тихоокеанское сообщество электросвязи, 38 стран
ASMG	Арабская группа по управлению использованием спектра, 23 страны (22 без Сирии, членство которой приостановлено)
ATU (АСЭ)	Африканский союз электросвязи, 44 страны
CEPT ⁸ (СЕПТ)	Европейская конференция администраций почт и электросвязи, 48 стран
CITEL ⁹ (СИТЕЛ)	Межамериканская комиссия по электросвязи, 36 стран
EACO	Восточноафриканская организация связи – Бурунди, Кения, Руанда, Танзания, Уганда (аналог ЕАС)
FACSMAB	Комитет по частотным присвоениям Сингапура, Малайзии и Брунея
RCC ¹⁰ (РСС)	Региональное содружество в области связи, 12 стран
REGULATEL ¹¹	Латиноамериканский форум регуляторных органов в области электросвязи, 20 органов
SADC (САДК)	Сообщество по вопросам развития стран юга Африки, 15 стран
WATRA	Ассоциация регуляторных органов электросвязи Западной Африки, 15 стран

В Таблице 1-2 перечислены межправительственные группы; большинство межправительственных организаций сгруппировано по географическому признаку, а часть – по языку: AREGNET – арабский, ARCTEL-CPLP – португальский, CAPTEF – французский, ОЭС – английский

⁷ Таблицы составлены по материалам готовящегося к выпуску в издательстве John Wiley & Sons справочника "Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques" (Управление использованием радиочастотного спектра: политика, нормы, стандарты и методы), автором которого является Хаим Мазар (Haim Mazar).

⁸ *Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications.*

⁹ *Comisión Interamericana de TELecomunicaciones.*

¹⁰ *Под влиянием Российской Федерации (ранее преобладающим).*

¹¹ *Foro Latinoamericano de Entes REGULADORES de TELecomunicaciones.*

ТАБЛИЦА 1-2

Межправительственные организации, влияющие на регулирование электросвязи

Название	Региональные и межправительственные организации
AICTO	Арабская организация по вопросам информационно-коммуникационных технологий, 22 страны, входящие в Лигу арабских государств
ASEAN	Ассоциация государств Юго-Восточной Азии
ARCTEL-CPLP ¹²	Ассоциация регуляторных органов в области связи и электросвязи Сообщества португалоязычных стран, 8 стран
AREGNET	Сеть регуляторных органов арабских стран, 20 стран
ARICEA	Ассоциация регуляторных органов в области информации и связи Восточной и Южной Африки
AUB	Африканский союз радиовещания
BEREC	Орган европейских регуляторных органов в области электронной связи
CAATEL ¹³	Андский комитет администраций электросвязи, 4 страны (из CAN)
CAN	Андское сообщество наций, 4 страны
CANTO	Карибская ассоциация национальных организаций электросвязи, 27 стран
CARTEF ¹⁴	Конференция администраций почт и электросвязи франкоговорящих стран, 22 страны
CJK	Китай, Япония и Южная Корея, 3 страны
COMTELECA ¹⁵	Региональная техническая комиссия по электросвязи Центральной Америки, 6 стран
CRASA	Ассоциация регуляторных органов в области связи юга Африки, 13 стран (ранее TRASA)
СТО (ОЭС)	Организация по электросвязи Содружества, 54 страны
СТУ (КСЭ)	Карибский союз электросвязи, 13 стран
EAC	Восточноафриканское сообщество – Бурунди, Кения, Руанда, Танзания, Уганда
ECTEL	Управления электросвязи стран Восточно-Карибского региона, 5 стран
ECO	Европейское бюро связи, 48 стран СЕПТ
ECOWAS* ¹⁶ (ЭКОВАС)	Экономическое сообщество государств Западной Африки, 15 стран
EFTA	Европейская ассоциация свободной торговли, включающая Исландию, Лихтенштейн, Норвегию и Швейцарию
EU, EC ¹⁷ (ЕС, ЕК)	Европейский союз и Европейская комиссия, 28 стран
FRATEL ¹⁸	Сеть регуляторных органов в области электросвязи франкоязычных стран, 47 стран
GCC	Совет сотрудничества стран Залива, Бюро электросвязи, ОАЭ, Бахрейн, Саудовская Аравия, Оман, Катар, Кувейт
ICNIRP (МКЗНИ)	Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения

¹² Associação de Reguladores de Comunicações e TELEcomunicações da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa.

¹³ Comité Andino de Autoridades de TELEcomunicaciones.

¹⁴ Conférence Administrative des Postes et Télécommunications des pays d'Expression Française.

¹⁵ COMmission technique régionale des TÉLÉcommuniCations.

¹⁶ Также Ассоциация регуляторных органов электросвязи Западной Африки (WATRA) www.trasa.org.bw/.

¹⁷ Европейское сообщество, впоследствии Европейский союз (ЕС).

¹⁸ Réseau FRancophone de la régulation des TÉLÉcommunication.

ТАБЛИЦА 1-2 (окончание)

Название	Региональные и межправительственные организации
IRSA ¹⁹	Инициатива по интеграции региональной инфраструктуры в Латинской Америке, 12 стран
MERCOSUR ²⁰	Южноамериканский общий рынок: Аргентина, Бразилия, Парагвай, Уругвай, Венесуэла и Боливия (в процессе вхождения)
NAFTA (НАФТА)	Североамериканское соглашение о свободной торговле: Канада, Мексика и США
PITA	Ассоциация электросвязи островных государств Тихого океана, органы электросвязи Меланезии, Микронезии, Полинезии, Австралии и Новой Зеландии
PTC (ТСЭ)	Тихоокеанский совет электросвязи, представительство более 60 стран
SCG	Группа координации радиочастотного спектра, 5 стран ²¹
UNASUR ²²	Союз южноамериканских наций, 12 стран
UNESCAP	Экономическая и социальная комиссия Организации Объединенных Наций для Азии и Тихого океана, 53 страны
WHO (ВОЗ)	Всемирная организация здравоохранения, 193 страны

Кроме того, двусторонние соглашения с соседними странами помогают улаживать различные эксплуатационные проблемы в целях 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.

1.6.7.2 Всемирная конференция развития электросвязи (ВКРЭ)

Сектор развития электросвязи и Сектор радиосвязи МСЭ совместно помогают развивающимся странам осуществлять функции управления использованием спектра. Эта деятельность была установлена Резолюцией 9 ВКРЭ-98 и пересмотрена на ВКРЭ-02, ВКРЭ-06 и ВКРЭ-10. Информация о результатах этой совместной деятельности была предоставлена на вышеуказанных ВКРЭ, а также на ВКРЭ-14 (см. <http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.RES09.1-2014>). На ВКРЭ-14 Резолюция 9 была подвергнута дальнейшему пересмотру (см. соответствующую часть Заключительного отчета ВКРЭ-14 по адресу: <http://www.itu.int/pub/D-TDC-WTDC-2014>). Группа экспертов по управлению использованием спектра из развитых и развивающихся стран продолжает проводить регулярные встречи для координации усилий и достижения прогресса в работе.

1.6.8 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, выпускает заявления для прессы, проводит встречи и действует 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

¹⁹ *Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional SudAmericana.*

²⁰ *Mercado Común del Sur.*

²¹ Бруней, Индонезия, Малайзия, Сингапур и Таиланд.

²² *Unión de Naciones Suramericanas.*

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 присвоению частот или распределению спектра. Такие процедуры, введенные нормативными актами, будут в дальнейшем обеспечивать возможность внесения изменений и гарантию того, что регуляторы использования спектра должным образом учитывают потребности всех граждан государства.

1.6.9 Инженерно-техническая поддержка 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. Средства технической поддержки распределения спектра рассматриваются в главе 5.

1.6.10 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, связанные с лицензиями на использование частот. Компьютерная автоматизация 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 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, отдельные 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* – минимизировать 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?". Описано 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 1-3 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 1-3

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 определяется 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 по управлению использованием спектра с профессиональным штатом



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 равно 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 (то есть 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.

- Отдел 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 отдел инженерно-технической поддержки использования спектра.
- Отдел инженерно-технической поддержки использования спектра гарантирует, что используемые системы радиосвязи эффективны. Данное подразделение обычно использует автоматизированную систему управления использованием спектра, в которой употребляются данные измерений. Выходная информация поступает в отдел частотных присвоений и планирования спектра, а также используется регулятором использования спектра при решении специальных задач.
- Отдел планирования спектра разрабатывает план использования спектра путем координации с соответствующими национальными организациями. Этот процесс часто требует информацию от подразделения частотных присвоений и технического отдела.
- Административно-экономический отдел занимается взиманием платы за лицензии и выполняет различные административные и экономические функции планирования для регулятора использованием спектра.

РИСУНОК 1.3

**Структура средней организации по управлению использованием спектра
с профессиональным штатом**



Nat.Spec.Man-1.03

Большая организация по управлению использованием спектра

Большая организация по управлению использованием спектра должна выполнять функции, описанные выше. Обычно число служащих более 100, а общее количество частотных присвоений превышает 100 000. Такая 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.

1.8 Применение электронного правительства, систем управления качеством и моделей совершенства в управлении использованием спектра

1.8.1 Общие положения

Организация по управлению использованием спектра должна функционировать на оптимальном уровне, определяемом исходя из соображений эффективности и результативности. Интересы общества требуют, чтобы деятельность по выдаче разрешений и лицензий велась эффективно и к удовлетворению пользователей служб радиосвязи. В последние годы организации по управлению использованием спектра все чаще прибегают к использованию интернет-порталов, позволяющих принимать и обрабатывать заявки на распределение радиочастотного спектра и присвоение частот с помощью компьютеризированных систем. Эти системы обычно входят в состав инфраструктуры электронного правительства и предоставляют услуги онлайн-платежей и другие услуги, такие как выставление счетов, выдача разрешений и т.д. Кроме того, организации по управлению использованием спектра практикуют измерение удовлетворенности потребителей в рамках моделей совершенства (например, EFQM). Эти функции реализуются в системах управления качеством.

1.8.2 Применение системы управления качеством (ИСО 9001:2008)

Чтобы обеспечить удовлетворенность потребителей, организация должна выполнять их требования. Стандарт ИСО 9001:2008 – проверенная на практике модель системного подхода к управлению процессами в организации, обеспечивающая стабильный выпуск продукции, соответствующей ожиданиям потребителей.

Семейство стандартов ИСО 9000 отражает международный консенсус относительно надлежащей практики в области управления качеством (менеджмента качества). В его состав входят стандарты и руководящие указания, относящиеся к системам управления качеством, а также вспомогательные стандарты.

Стандарт ИСО 9001:2008 устанавливает набор стандартизованных требований к системе управления качеством, не зависящих от характера деятельности организации-пользователя, ее размера или организационно-правовой формы. Это единственный стандарт в данном семействе, по которому организации могут быть сертифицированы. При этом сертификация не является обязательным требованием этого стандарта.

В Приложении 3 к этой главе приведена примерная общая структура руководства по системе управления качеством, используемой в организации по управлению использованием спектра.

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 2012 года)

Справочник МСЭ-R по контролю за использованием спектра (издание 2011 года)

Справочник МСЭ-R по компьютерным методам управления использованием спектра (издание 2015 года)

- | | |
|--------------------|--|
| Rec. ITU-R SM.855 | Multi-service telecommunication systems |
| Rec. ITU-R SM.1047 | National spectrum management |
| Rec. ITU-R SM.1049 | A method of spectrum management to be used for aiding frequency assignment for terrestrial services in border areas |
| Rec. ITU-R SM.1131 | Factors to consider in allocating spectrum on a worldwide basis |
| Rec. ITU-R SM.1132 | General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations |
| Rec. ITU-R SM.1133 | Spectrum utilization of broadly defined services |
| Рек. МСЭ-R SM.1138 | Определение необходимой ширины полосы частот с примерами ее расчета и соответствующими примерами обозначения излучений |
| Rec. ITU-R SM.1265 | National alternative allocation methods |
| Рек. МСЭ-R SM.1413 | Словарь данных по радиосвязи для целей заявления и координации |
| 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 году. Международное сотрудничество в радиосвязи началось в 1903 году с Предварительной конференции по радиотелеграфии, но полностью объединение состоялось только на первой Международной конференции по радиотелеграфии в Берлине в 1906 году. 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.

В целях содействия международному сотрудничеству были разработаны организационные структуры и процедуры. В 1927 году Вашингтонская конференция учредила Международный консультативный комитет по радиосвязи (МККР) для изучения технических проблем радиосвязи. В Мадриде в 1932 году 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 в целях распределения частот на два региона (Европа и другие регионы);
- создание двух технических таблиц (одна для допусков по частотам, другая для приемлемых полос частот);
- выработка стандартных требований для регистрации новых передающих станций.

В 1947 году МСЭ провел полномочную конференцию в Атлантик-Сити в целях развития и модернизации организации. По соглашению с Организацией Объединенных Наций 15 октября 1947 года он стал специализированным учреждением ООН, и конференция решила, что штаб-квартира организации должна быть переведена из Берна в Женеву. Более подробную информацию об истории МСЭ можно найти по адресу <http://www.itu.int/en/history/Pages/DiscoverITUsHistory.aspx>.

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 Радиорегламентарного комитета и Директоров трех Секторов. Совет, в котором представлены четверть Государств – Членов МСЭ (48), 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 радиосвязи и 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, Радиорегламентарного комитета (РПК), ассамблей радиосвязи и исследовательских комиссий, включая рабочие и целевые 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, которые необходимы 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 (РПК), 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 конференции радиосвязи (ВКР и РКР)

Всемирная конференция радиосвязи

Всемирные конференции радиосвязи (ВКР) устанавливают и пересматривают тексты Регламента радиосвязи – международного договора, касающегося 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;
- выдача предписаний Радиорегламентарному комитету и рассмотрение его действий;

- определение областей исследований исследовательских комиссий по радиосвязи в ходе подготовки 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 имеют возможность подготовиться к ВКР путем участия в работе подготовительных групп региональных организаций (СИТЕЛ, СЕПТ, АТСЭ, ASMG, РСС и АСЭ). Эти региональные группы готовят общие предложения по каждому пункту повестки дня вместе с соответствующей технической и правовой информацией. Региональные собрания 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 тем чтобы обеспечить наличие процесса широких консультаций. Целью является разработка согласованных национальных позиций и инструктивных материалов по каждому пункту повестки дня ВКР. Во многих случаях этого может быть достаточно, чтобы национальная позиция поддерживала соответствующую региональную позицию.

После каждой ВКР требуется принятие на национальном уровне последующих мер по претворению в жизнь решений ВКР. В рамках 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:

- одобрять Рекомендации МСЭ-R и Вопросы, разработанные в исследовательских комиссиях;
- устанавливать 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–160I), со следующими обязанностями:

- пересмотр приоритетов и стратегий, которые приняты в Секторе;
- контроль за ходом работы исследовательских комиссий;
- предоставление руководящих указаний для работы исследовательских комиссий;
- предложение 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:

- подготавливают проекты Рекомендаций и Отчетов МСЭ-R о технических характеристиках и эксплуатационных процедурах радиослужб и систем радиосвязи;

- составляют Справочники по управлению использованием спектра и для появляющихся систем и служб радиосвязи.

Проекты Рекомендаций МСЭ-R могут утверждаться либо по переписке, либо в ходе очередной ассамблеи радиосвязи.

В настоящее время имеется шесть Исследовательских комиссий (ИК):

- ИК1 Управление использованием спектра²³;
- ИК3 Распространение радиоволн²⁴;
- ИК4 Спутниковые службы²⁵;
- ИК5 Наземные службы²⁶;
- ИК6 Вещательные службы²⁷;
- ИК7 Научные службы²⁸.

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

- СК Специальный комитет по регламентарно-процедурным вопросам, который главным образом занимается подготовкой отчета для ПСК;
- ККТ Координационный комитет по терминологии;
- ПСК Подготовительное собрание к конференции, которое главным образом занимается подготовкой отчета для ВКР.

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, занимающихся частью вопросов, входящих в круг ее ведения, и, в некоторых случаях, создает целевые группы для рассмотрения конкретных и срочных вопросов.

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

Подготовительное собрание к конференции

Подготовительные собрания к конференциям (ПСК) готовят обобщенный отчет по техническим, эксплуатационным и регламентарно-процедурным вопросам для предстоящей ВКР.

Технические и эксплуатационные вопросы изучают соответствующие исследовательские комиссии. Исследования регламентарно-процедурных вопросов также могут проводиться в исследовательских комиссиях и рабочих группах, которые назначило ПСК. Кроме того, регламентарно-процедурными вопросами может заниматься Специальный комитет по этой теме, если так решили Ассамблея радиосвязи и ПСК, который работает таким же образом, как и исследовательские комиссии.

ПСК обновляет и дорабатывает материалы, полученные от исследовательских комиссий и Специального комитета, вместе с любыми новыми материалами, которые ему представлены.

²³ <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg1/Pages/default.aspx>

²⁴ <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg3/Pages/default.aspx>

²⁵ <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg4/Pages/default.aspx>

²⁶ <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/Pages/default.aspx>

²⁷ <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg6/Pages/default.aspx>

²⁸ <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg7/Pages/default.aspx>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

К ГЛАВЕ 1

Пример схемы национального документа, содержащего регламенты и процедуры по управлению использованием спектра**1 Общие положения**

Документ, содержащий регламенты и процедуры по вопросам управления использованием спектра, должен быть доступен 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 Заявки на использование частот
- Глава 8 Процедуры выдачи лицензий на использование частот
- Глава 9 Регламенты для радиослужб и систем специального назначения
- Глава 10 Стандарты на спектрзависимое оборудование
- Глава 11 Применение контроля за использованием спектра в управлении использованием спектра

2 Пояснение

Глава 1 должна описывать инфраструктуру управления использованием спектра. Управлением использованием спектра обычно занимается независимый регуляторный орган, который несет основную ответственность за присвоение частот и выдачу лицензий. Эта глава должна содержать схему организации и соответствующие описания.

Глава 2 содержит законы и нормативные акты, предоставляющие независимому регуляторному органу полномочия на присвоение частот и выдачу соответствующих лицензий. Эта глава должна содержать закон о связи.

Глава 3 определяет национальные особенности управления использованием спектра исходя из национальных целей в сфере использования систем электросвязи. Чтобы управление использованием спектра было организовано с расчетом на будущие системы электросвязи, необходимо понимать приоритет этих систем в контексте национальных целей.

Глава 4 описывает Международный союз электросвязи (МСЭ) и его функции в международном управлении использованием спектра, включая деятельность Бюро радиосвязи. Международные соглашения по использованию частот формируют основу для распределения и выделения частот на национальном уровне.

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 национальных планов выделения частот и размещения каналов. Национальная таблица распределения частот должна быть таблицей, используемой независимым регуляторным органом 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. Планы размещения каналов включаются после таблицы распределения частот для тех полос частот, для которых они рекомендованы. Эти планы используются как рекомендации в целях присвоения частот.

Глава 7 описывает процедуру, которую должен пройти претендент, подающий заявку на присвоение частоты или выдачу разрешения на использование специализированных полос частот (например, для морской подвижной связи). Здесь должен быть описан процесс присвоения частот, выполняемый независимым регуляторным органом, и приведена блок-схема этого процесса.

Глава 8 описывает систему выдачи лицензий на использование радиооборудования. Путем выдачи лицензий независимый регуляторный орган осуществляет регулирование импорта, экспорта, владения и использования радиопередающего оборудования. Радиохобби и операторы морской связи также обязаны получить лицензию на использование частот. Различные формы заявок и лицензий должны приводиться в приложении к документу.

Глава 9 содержит регламенты для четырех специальных классов радиослужб. Это любительские, экспериментальные и ПНМ-устройства (промышленные, научные и медицинские), а также 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 радиосвязи 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 указать характеристики, определяющие устройства малой мощности, и сформулировать политику освобождения их от лицензионных требований.

Глава 10 должна определить стандарты независимых регуляторных органов в отношении спектрзависимого оборудования. Эти стандарты могут применяться в качестве критериев при испытаниях радиооборудования в соответствующей лаборатории, а также для проверки соответствия установленным требованиям заявлений на получение разрешений на ввоз.

Глава 11 должна быть посвящена контролю за использованием спектра и политике его применения независимым регуляторным органом в целях управления использованием спектра.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

К ГЛАВЕ 1

Руководство по качеству для организации по управлению использованием спектра

1 Область применения и назначение

1.1 Общие положения

В этом Приложении описывается область применения системы управления качеством Департамента по вопросам спектра и международным делам (Spectrum and International Affairs Department – далее SIA) Регуляторного органа электросвязи Объединенных Арабских Эмиратов.

Настоящее руководство регулирует все виды деятельности и процессы в системе управления качеством SIA. Деятельность SIA охватывает распределение спектра, вещание, контроль за использованием спектра, выработку стратегии использования спектра и международные отношения.

Исключения

SIA исключил из области применения системы управления качеством п. 7.3 (Проектирование и разработка), поскольку он не участвует в какой-либо деятельности по проектированию и/или разработке, а также п. 7.5.2, поскольку Департамент не нуждается в валидации своих процессов.

1.2 Назначение

Настоящее руководство по качеству определяет область применения системы управления качеством, а также содержит ссылки на документированные процедуры, установленные для этой системы. Кроме того, в нем описывается взаимодействие между различными процессами в системе управления качеством.

2 Вводная информация о SIA

Регуляторный орган электросвязи (TRA) Объединенных Арабских Эмиратов (ОАЭ) был учрежден в соответствии с Федеральным законом ОАЭ – указом № 3 от 2003 года с поправками (Закон об электросвязи).

Цели TRA определяются Законом об электросвязи, Исполнительным распоряжением и Национальной политикой в области электросвязи ОАЭ. Их можно сформулировать следующим образом: обеспечение оказания услуг электросвязи в надлежащем объеме и качестве на всей территории ОАЭ; содействие повышению качества и разнообразия услуг; обеспечение качества обслуживания и соблюдение условий лицензий операторами; стимулирование оказания услуг электросвязи и ИТ в ОАЭ; поддержка и расширение сектора электросвязи в ОАЭ; поддержка и развитие сектора электросвязи в ОАЭ посредством профессиональной подготовки и создания соответствующих учебных заведений; разрешение споров между операторами – держателями лицензий; разработка и внедрение нормативной базы и рамочной политики; продвижение новых технологий; достижение статуса регионального концентратора ИКТ для ОАЭ; развитие человеческого капитала страны; стимулирование НИОКР.

Департамент по вопросам спектра и международным делам (SIA) принимает участие во всех видах деятельности, связанной с радиочастотным спектром и международными отношениями, таких как планирование, распределение спектра, координация, контроль за использованием спектра и обеспечение исполнения обязательств в области использования спектра. В SIA имеются следующие отделы:

- отдел стратегии использования спектра;
- отдел распределения спектра;
- отдел вещания;
- отдел контроля за использованием спектра;
- отдел международных отношений.

Во главе SIA стоит исполнительный директор по вопросам спектра и международным делам. Каждый отдел возглавляется начальником отдела. SIA имеет отделения в Абу-Даби и Дубае.

Главные цели каждого из отделов таковы.

- **Отдел стратегии использования спектра** – регулирование и эффективное управление использованием радиочастотного спектра, являющегося ограниченным национальным природным ресурсом, подготовка проектов нормативно-правовых документов в области использования спектра (политики, норм, правил, процедур, указов, резолюций и т. д.) для выпуска и привлечения новых технологий беспроводной связи на рынок ОАЭ.
- **Отдел распределения спектра** – выдача разрешений на использование спектра (распределение и присвоение) всем пользователям всех служб радиосвязи в ОАЭ, за исключением орбитальных ресурсов и вещательных служб.
- **Отдел радиовещательных служб** – управление всеми радиовещательными службами (включая "передачу звука, мультимедийного контента, данных и телевизионных программ по наземным, спутниковым и кабельным каналам связи") и регулирование работы этих служб, а также решение вопросов технического и регуляторного характера в этой сфере, в том числе при реализации проектов.
- **Отдел контроля за использованием спектра** – контроль за использованием спектра для обеспечения соблюдения обязательств в области использования спектра, измерение и принятие мер по жалобам на вредные помехи, исследования помеховой обстановки и другие виды исследований.
- **Отдел международных отношений** – координация использования радиочастотного спектра с другими странами, представительство со стороны ОАЭ на всех международных форумах в качестве администрации электросвязи и ИКТ ОАЭ, а также управление службами космической связи ОАЭ и регулирование работы этих служб.

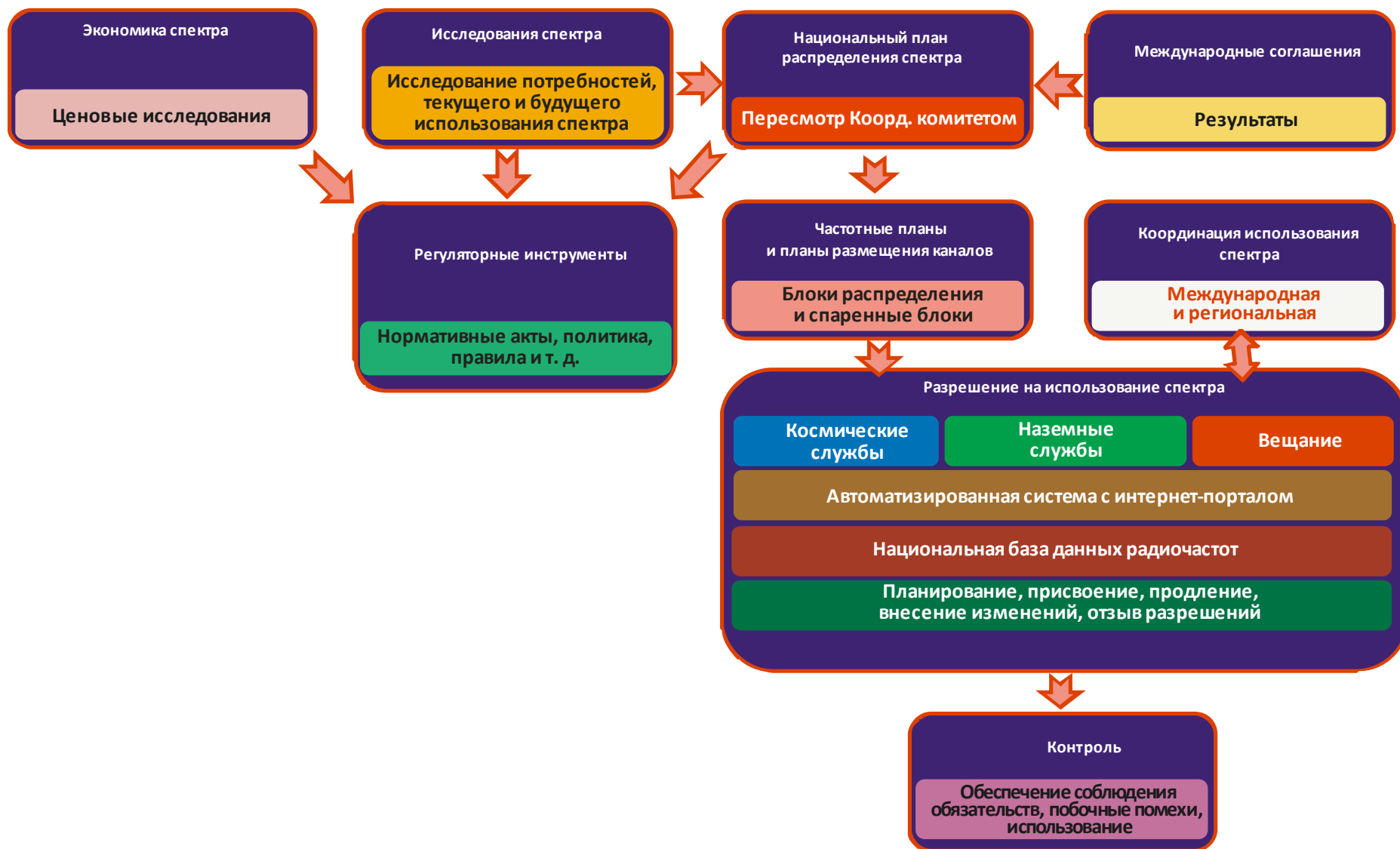
3 Описание процессов

В SIA внедрены различные процессы для выполнения всех задач, возложенных на него Регуляторным органом страны (TRA). SIA взаимодействует с другими департаментами TRA, организациями на территории ОАЭ и международными организациями. Некоторые из них показаны на следующем рисунке.



Кроме того, SIA ведет всеобъемлющую базу данных разрешений на использование спектра. У SIA есть договор с поставщиком, который снабжает департамент новейшими средствами управления базой данных, а также с тремя поставщиками средств и оборудования для контроля за использованием спектра.

На следующем рисунке показаны взаимодействия между различными отделами SIA.



4 Система управления качеством

4.1 Общие требования

В SIA создана, подкреплена необходимыми документами и введена в действие система управления качеством (менеджмента качества), соответствующая требованиям стандарта ИСО 9001:2008, которая поддерживается в рабочем состоянии и постоянно улучшается. Для этого департамент SIA:

- a) определил требуемый набор процессов для системы управления качеством;
- b) определил последовательность выполнения этих процессов и их взаимодействие;
- c) определил критерии и методы, необходимые для обеспечения эффективного выполнения этих процессов и управления ими;
- d) обеспечил необходимую информационную поддержку этих процессов и контроля за их ходом;
- e) принял меры по контролю за ходом процессов и анализа;
- f) предпринял действия, необходимые для достижения намеченных результатов и непрерывного совершенствования.

Управление этими процессами в SIA осуществляется в соответствии с требованиями стандарта ИСО 9001:2008.

4.2 Требования к документации

4.2.1 Общие требования

Департамент подготовил документацию на свою систему управления качеством, которая включает следующее.

- a) **Руководство по системе управления качеством.** Руководство по системе управления качеством – это программный документ высокого уровня, в котором излагаются структура и общие принципы функционирования системы управления качеством. В нем описывается взаимодействие различных элементов, предусмотренных стандартом ИСО 9001:2008, с системой управления качеством SIA.
Подготовкой Руководства по системе управления качеством занимается представитель кружка качества отдела стратегии использования спектра (QCR – SS), рецензированием – представитель по управлению качеством (QMR), а утверждается этот документ исполнительным директором SIA (EDSIA). Контролируемые экземпляры Руководства по системе управления качеством распространяются среди всех заинтересованных сторон, перечисленных в списке контролируемого распространения, приведенном на второй странице Руководства.
- b) **Процедурные документы.** Процедурные документы – это второй уровень документации к системе управления качеством. В этих документах подробно описывается, как организовано выполнение требований стандарта ИСО 9001:2008 в различных функциональных подразделениях организации. Процедурные документы подготавливаются заинтересованными отделами, рецензируются начальниками отделов и утверждаются исполнительным директором департамента. Они служат руководством по эксплуатации системы для всего заинтересованного персонала, обеспечивающим контролируемое и систематическое выполнение всех процессов. Контролируемые экземпляры процедурных документов распространяются среди всех заинтересованных сторон, перечисленных в списке контролируемого распространения, приведенном на второй странице каждого документа.
- c) **Записи о качестве.** В результате деятельности SIA формируются записи о качестве, на которые даются надлежащие ссылки во всех соответствующих процедурных документах. Эти записи включают отчеты, журналы, протоколы и другие подобные документы, формируемые в ходе осуществления повседневной деятельности.

4.2.2 Руководство по качеству

Область действия и то, что из нее исключено, описывается в разделе 1, а в разделе 3 содержится описание взаимодействий между процессами.

4.2.3 Управление документами

В департаменте установлена процедура управления документами, используемыми в системе управления качеством. Задачи управления документами:

- a) утверждение документов перед их выпуском по итогам проверки на соответствие требованиям;
- b) рецензирование, обновление при необходимости и повторное утверждение;
- c) идентификация документов с указанием текущей версии;
- d) обеспечение доступности соответствующих версий документов во всех местах, где осуществляется деятельность, которая имеет важнейшее значение для эффективного функционирования системы и процессов управления качеством;
- e) обеспечение того, чтобы документы сохраняли удобочитаемость, идентифицируемость и возможность их извлечения из мест хранения без затруднений;
- f) идентификация применимых документов (нормативных актов, уведомлений и т. д.) из внешних источников и контроль над их распространением;
- g) удаление устаревших документов из всех мест выпуска и использования или контроль над ними, исключающий их непреднамеренное использование. Все устаревшие документы, оставленные из соображений юридического характера или для сохранения знаний, идентифицируются подходящим образом.

Следует отметить, что все контролируемые экземпляры в последней версии и хранятся у представителя по управлению качеством. Все загруженные с сервера и распечатанные экземпляры, на которых отсутствует штамп, считаются неконтролируемыми экземплярами. В качестве установленной процедуры управления документами служит внутренняя процедура TRASIAP21 "Управление документами и данными".

4.2.4 Управление записями

Департамент ведет записи о качестве и управляет ими для демонстрации соответствия требованиям и эффективной работы системы управления качеством. В системе управления качеством SIA установлены и поддерживаются процедуры идентификации, сохранения, извлечения, хранения в течение установленного срока и уничтожения записей. В качестве установленной процедуры управления документами служит внутренняя процедура TRASIAP21 "Управление документами и данными".

5 Обязанности руководящего состава

5.1 Приверженность руководства целям и задачам обеспечения качества

Руководство SIA всецело привержено целям и задачам обеспечения качества и демонстрирует свою готовность развивать и улучшать систему управления качеством, для чего:

- a) информирует все отделы SIA о важности соблюдения требований потребителей, а также регуляторных нормативных актов и законодательства;
- b) устанавливает политику и цели в области качества, разработанные для каждого конкретного отдела, и обеспечивает их результативную реализацию (достижение);
- c) каждые полгода проводит обзоры управления с эффективным анализом показателей качества;
- d) обеспечивает необходимые ресурсы для содействия внедрению и поддержанию системы управления качеством.

5.2 Ориентация на потребителей

SIA непрерывно содействует распространению новейших достижений в области электросвязи, активно участвуя в деятельности МСЭ и других национальных и международных форумов. Высшее руководство SIA принимает упреждающие меры, чтобы обеспечить готовность департамента к выполнению любых текущих и будущих требований потребителей.

5.3 Политика в области качества

В SIA установлена политика в области качества. Она доводится до сведения персонала посредством семинаров по повышению осведомленности и учебных материалов на арабском и английском языках,

размещаемых в офисах в подходящих для этого местах. Политика в области качества пересматривается не реже одного раза в год на собраниях по обзору управления, для того чтобы она постоянно была адекватной.

Политика в области качества приведена для справки на следующей странице. Оригинал политики в области качества находится у представителя по управлению качеством.

ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА (Департамент по вопросам спектра и международным делам)

Департамент по вопросам спектра и международным делам Регуляторного органа электросвязи Объединенных Арабских Эмиратов привержен соблюдению высочайших стандартов качества услуг, оказываемых потребителям и партнерам с использованием современных систем присвоения частот, распределения спектра, контроля за использованием и координации спектра на основе передового международного опыта в сфере управления использованием спектра.

Кроме того, Департамент считает своим долгом результативно и эффективно защищать интересы Объединенных Арабских Эмиратов, а также интересы своих потребителей и партнеров на региональных и международных форумах в области ИКТ.

5.4 Планирование

5.4.1 Цели в области качества

В SIA для всех отделов установлены цели в области качества. Эти цели определены в поддающейся измерению форме и основаны на ключевых показателях деятельности, установленных для каждого отдела. Они периодически пересматриваются, как определено в матрице целей в области качества, и согласуются с политикой в области качества, а также приверженностью постоянному улучшению и соблюдению требований к продукции.

5.4.2 Планирование системы управления качеством

В SIA внедрены различные средства планирования, в том числе установленные высшим руководством цели в области качества. Вклад в планирование различных видов деятельности, осуществляемых SIA в рамках TRA, вносит участие SIA в различных региональных и международных форумах.

5.5 Обязанности, полномочия и связь

5.5.1 Обязанности и полномочия

SIA – один из департаментов TRA, в ведении которого находятся вопросы спектра и международные дела. Отдел человеческого капитала в Департаменте поддержки TRA отвечает за определение ролей и обязанностей для каждой должности. В процедурных документах системы качества в контексте процессов также описываются обязанности персонала по выполнению различных требований к системе качества. Схема организации приведена для справки на следующей странице. Оригинал политики в области качества находится у представителя по управлению качеством.

5.5.2 Представитель по управлению качеством

Исполнительный директор департамента SIA назначил начальника отдела стратегии использования спектра представителем по управлению качеством (QMR), который, помимо прочего, имеет определенные обязанности и полномочия в системе управления качеством. Он, в частности:

- a) обеспечивает установление и поддержание процессов системы управления качеством в соответствии с требованиями стандарта ИСО 9001:2008;
- b) отчитывается перед высшим руководством о функционировании системы управления качеством, в том числе о требуемых улучшениях;
- c) способствует повышению осведомленности о требованиях потребителей в масштабе всей организации;

- d) взаимодействует с внешними сторонами за пределами организации по вопросам, относящимся к системе управления качеством.

5.5.3 Внутренняя связь

В SIA налажена внутренняя связь между различными уровнями и функциональными подразделениями. У всех охваченных системой управления качеством функциональных подразделений имеются индивидуальные адреса электронной почты, а также специальное оборудование внутренней связи. Кроме того, все соответствующие уровни и функциональные подразделения, охваченные системой управления качеством, оснащены настольными и портативными компьютерами. Исполнительный директор Департамента также регулярно контактирует с начальниками отделов и другим персоналом для обеспечения бесперебойной внутренней связи. При необходимости проводятся собрания департамента, чтобы держать весь персонал в курсе относительно планирования и реализации различных стратегий, выработанных высшим руководством.

5.6 Обзор управления

SIA пересматривает всю систему управления качеством посредством регулярных обзоров управления, проводимых не реже одного раза в полугодие. Такие обзоры обеспечивают постоянную пригодность, адекватность и эффективность всей системы управления качеством и включают оценку необходимости внесения изменений в эту систему, в том числе в политику и цели в области качества. Повестка дня собрания по обзору управления рассылается не менее чем за неделю до его проведения.

Обзор управления включает рассмотрение как минимум следующего:

- a) результаты, изложенные в отчетах о внутреннем и внешнем аудите;
- b) отзывы потребителей, включая любые жалобы, которые необходимо обсудить при обзоре управления;
- c) показатели функционирования процессов и соответствие продукции требованиям;
- d) ход выполнения предупреждающих и корректирующих действий;
- e) меры по итогам предшествующих обзоров управления;
- f) изменения, способные повлиять на систему управления качеством;
- g) обзор политики и целей в области качества;
- h) рекомендации по улучшению.

Решения, принятые собранием по обзору управления, документально фиксируются, а для их выполнения назначаются ответственные лица и сроки. Обзоры управления заносятся в протокол, который ведется на каждом соответствующем собрании.

6 Управление ресурсами

6.1 Предоставление ресурсов

В контексте обзоров управления и других инструментов административного контроля высшее руководство рассматривает потребности в соответствующих ресурсах и обеспечивает их своевременное предоставление. Каждый отдел SIA выдвигает своего представителя кружка качества (QCR). Поскольку SIA является подразделением TRA, отношения с потребителями находятся в ведении Департамента внешних связей TRA, однако записи о взаимодействии с потребителями ведет исполнительный директор SIA.

6.2 Людские ресурсы

6.2.1 Общие положения

Управление людскими ресурсами считается одним из важнейших процессов в системе управления качеством. Отдел человеческого капитала TRA в основном обеспечивает соблюдение квалификационных требований к персоналу. В этом же отделе хранятся данные о квалификации каждого сотрудника и пройденном обучении.

6.2.2 Квалификация, профессиональная подготовка и осведомленность

Департамент SIA как подразделение TRA не участвует напрямую во всех процессах, связанных с профессиональной подготовкой, повышением осведомленности и повышением квалификации. TRA является органом правительства Объединенных Арабских Эмиратов, и поскольку привлечение отечественных кадров – одно из приоритетных направлений деятельности отдела человеческого капитала, граждане Эмиратов принимаются на работу на основании полученного ими образования, а затем проходят профессиональную подготовку без отрыва от производства для получения необходимой квалификации.

В SIA квалификационные требования к должностям разрабатываются исполнительным директором SIA, при необходимости в консультации с начальниками соответствующих отделов. Потребности в профессиональной подготовке определяются в конце или в начале каждого года, и информация о них передается исполнительному директору SIA для дальнейшей обработки. Затем с учетом всех потребностей в подготовке разрабатывается учебный график. По окончании учебного мероприятия представляются отзывы о нем лицам, осуществляющим профессиональную подготовку. Оценка влияния профессиональной подготовки на работу сотрудников осуществляется в ходе ежегодной аттестации персонала.

6.3 Инфраструктура

Регуляторный орган по электросвязи (TRA) предоставляет своему департаменту SIA всю необходимую инфраструктуру для надлежащего выполнения поставленных перед ним задач. У SIA имеется два отделения – в Абу-Даби и Дубае. Им предоставлено адекватное рабочее пространство в качественно спроектированных зданиях. Техническое оснащение рабочих мест всех сотрудников включает настольные компьютеры, рабочее оборудование, письменные столы, офисные выгородки и т. д. В случае возникновения новых инфраструктурных потребностей исполнительный директор SIA уведомляет об этом Административный департамент TRA. Поскольку одной из основных функций SIA является управление использованием спектра, для ведения дел, связанных с заявками, Департаменту предоставлена система управления использованием спектра, которая регулярно обновляется и обслуживается поставщиком. Одним из ключевых аспектов эффективного управления использованием спектра является действенный контроль. Для ведения дел, связанных с проверкой использования спектра и т. д., Департаменту предоставлена система контроля за использованием спектра. Обслуживание этой системы производится в соответствии с внутренней процедурой "Порядок обслуживания системы контроля за использованием спектра" (TRASIAP05).

6.4 Рабочая среда

Адекватная рабочая среда – один из важнейших факторов, влияющих на способность любой организации надлежащим образом управлять системой качества. В связи с этим SIA обеспечивает поддержание здоровой, безопасной и благоприятной среды на рабочем месте. SIA определил, какой именно должна быть рабочая среда, чтобы обеспечить соответствие продукции предъявляемым требованиям, и принимает соответствующие меры по управлению рабочей средой. Сюда входят разумные условия работы в части внешних факторов, таких как уровень шума, температура и т. д.

7 Выпуск продукции

7.1 Планирование выпуска продукции

SIA занимается различными видами деятельности, связанными с управлением использованием спектра и международными отношениями. Он состоит из пяти отделов:

- отдела стратегии использования спектра;
- отдела распределения спектра;
- отдела вещания;
- отдела международных отношений;
- отдела контроля за использованием спектра.

Отдел международных отношений взаимодействует с международными организациями по вопросам радиочастотного спектра и передает требования отделам стратегии использования спектра, распределения

спектра и вещания, а также исполнительному директору SIA. Кроме того, осуществляется координация с другими организациями в ОАЭ и регионе, а также с другими департаментами TRA.

Отдел распределения спектра несет ответственность за оказание услуг потребителям SIA, поскольку именно этот отдел выдает разрешения на использование спектра. Отдел контроля за использованием спектра отвечает за скорейшее разрешение всех вопросов, связанных с контролем за использованием спектра, с которыми сталкиваются потребители SIA.

Эффективное планирование и выполнение намеченных планов достигается за счет:

- a) установления целей в области качества для каждого отдела применительно к осуществляемым им процессам;
- b) обязательного применения процедур верификации, валидации, мониторинга, контроля и испытаний при обработке заявок на использование спектра, а также контроле за использованием спектра;
- c) ведения записей об обработке заявок на использование спектра и контроле за использованием спектра наряду с относящимися к делу записями других отделов.

В рамках внутренних процедур предусмотрены обязательная верификация заявок на использование спектра и другие инструменты административного контроля.

7.2 Процессы, связанные с потребителями

7.2.1 Определение требований к продукции

Заявки на выдачу разрешений на использование спектра поступают в SIA через интернет-портал SPECTRAweb. Жалобы на радиопомехи и другие обращения в отдел контроля за использованием спектра могут поступать по любым каналам связи. Требования к разрешениям на использование спектра определяются через систему SPECTRAplus в соответствии с внутренней процедурой "Обработка заявок, включая технический анализ и присвоение частот" (TRASIAP01). Контроль за использованием спектра осуществляется в соответствии с внутренними процедурами "Обработка жалоб на радиопомехи и контроль за использованием спектра" (TRASIAP04) и "Обеспечение соблюдения обязательств в области использования спектра" (TRASIAP07). Для других отделов (например, отдела вещания) требования к анализу ИФИК БР устанавливаются внутренней процедурой "Анализ ИФИК БР" (TRASIAP03). Анализом ИФИК БР занимается также отдел международных отношений, поэтому TRASIAP03, в числе прочих, содержит требования к анализу ИФИК БР для этого отдела. Кроме того, отдел международных отношений несет ответственность за международную и региональную координацию и участвует в различных международных взаимодействиях. Для него разработана внутренняя процедура "Подготовка к международным собраниям" (TRASIAP02). Отдел стратегии использования спектра участвует в разработке регуляторных инструментов в соответствии с внутренней процедурой "Подготовка, координация, утверждение, выпуск и пересмотр регуляторных инструментов SIA" (TRASIAP06).

7.2.2 Анализ требований к продукции

SIA анализирует требования к продукции. Такой анализ проводится перед выдачей потребителям разрешений на использование спектра и обеспечивает:

- a) четкое определение требований к использованию радиочастот;
- b) получение надлежащего одобрения со стороны соответствующих функциональных подразделений.

Результаты анализа и последующие действия документально фиксируются. По результатам анализа обеспечивается корректировка соответствующих параметров разрешения на использование спектра. Если в процессе анализа происходят какие-либо изменения, об этом уведомляется весь имеющий отношение к делу персонал SIA.

7.2.3 Связь с потребителями

SIA является одним из департаментов TRA. Среди прочего, в TRA имеется департамент внешних связей, в обязанности которого входит вся деятельность по связи с потребителями. SIA не взаимодействует со своими потребителями напрямую, но записи о таких взаимодействиях, касающихся заявок на использование спектра, жалоб на радиопомехи и отзывов, хранятся у исполнительного директора SIA.

Аппарат исполнительного директора SIA ведет журнал связи с потребителями по информации, полученной из Департамента внешних связей, и направляет эту информацию в соответствующий отдел, а также связывается с ними впоследствии для скорейшего получения отзывов.

7.3 Проектирование и разработка

Департамент SIA не участвует в какой-либо деятельности по проектированию и разработке, поэтому этот пункт исключен из области применения системы управления качеством.

7.4 Закупки

Департамент SIA непосредственно не контролирует отбор поставщиков, но играет в данном процессе существенную роль, взаимодействуя при этом с другими департаментами TRA. У SIA имеется два важнейших поставщика, работа которых напрямую влияет на способность департамента выполнять поставленные перед ним задачи. LS Telcom, TCI, Rohde & Schwarz и ASCOM Network Testing – поставщики системы управления использованием спектра и системы контроля за использованием спектра соответственно. Работа LS Telcom, TCI, Rohde & Schwarz и ASCOM Network Testing регулярно оценивается, и результаты такой оценки сообщаются поставщикам. Подробно этот процесс описан во внутренней процедуре "Порядок отбора и оценки поставщиков" (TRASIA26).

7.5 Производство продукции и оказание услуг

7.5.1 Управление производством продукции и оказанием услуг

SIA выполняет свои задачи по установленному плану, следуя соответствующим процедурам и процессам. Спецификации, относящиеся к разрешениям на использование спектра, находятся в ведении системы управления использованием спектра. Для контроля за использованием спектра и обеспечения соблюдения соответствующих обязательств применяются современные технические системы контроля.

7.5.2 Валидация процессов

SIA не нуждается в валидации своих процессов, и, следовательно, этот пункт исключен из области применения системы управления качеством.

7.5.3 Идентификация и прослеживаемость

Все разрешения на использование спектра имеют уникальный идентификационный номер, по которому можно проследить весь путь от подачи заявки до выдачи разрешения. Соответствующие записи хранятся в системе управления использованием спектра.

7.5.4 Собственность потребителей

SIA считает всю полученную от потребителей при подаче заявок на использование спектра информацию их собственностью, и в обычной практике не распространяет эту информацию и не допускает ее передачи не уполномоченному на это персоналу.

Данные потребителей SIA хранит в базе данных, которая размещена во внешнем центре обработки данных.

7.5.5 Сохранение продукции

SIA обеспечивает адекватное обращение с разрешениями на использование спектра, их надлежащую идентификацию и упаковку для защиты от повреждений в ходе доставки.

7.6 Контроль средств измерения и контроля

SIA отслеживает использование спектра в различных точках ОАЭ с помощью системы контроля за использованием спектра. Эта система, поставленная компанией TCI, является самокалибрующей и поэтому не требует калибровки. В руководствах по эксплуатации и обслуживанию приведены все необходимые инструкции, выполнение которых позволит обеспечить работу системы контроля за использованием спектра в соответствии с заявленными характеристиками.

8 Измерение, анализ и улучшение

8.1 Общие положения

SIA применяет систему жалоб и предложений в сочетании с ключевыми показателями деятельности (KPI) по каждому отделу для эффективного контроля процессов измерения и анализа и последующего улучшения процессов.

8.2 Измерение и мониторинг

8.2.1 Удовлетворенность потребителей

В SIA определен и введен процесс мониторинга информации об удовлетворенности и/или неудовлетворенности потребителей, целью которого является оценка соблюдения департаментом требований потребителей. Разработан вопросник качества обслуживания потребителей, который используется для определения удовлетворенности потребителей. Обследование потребителей проводится с периодичностью не реже одного раза в год. Его результаты анализируются и обсуждаются на собрании по обзору управления. В SIA установлена внутренняя процедура "Обработка жалоб и отзывов потребителей" (TRASIAP25), которая подробно описывает порядок проведения обследования потребителей.

8.2.2 Внутренний аудит

Процесс внутреннего аудита служит административным средством независимой оценки любого процесса или деятельности.

В SIA установлена внутренняя процедура "Внутренний аудит качества" (TRASIAP22). Аудит назначается департаментом на конец каждого года. SIA располагает компетентными внутренними аудиторами. Результатом аудита является сводный аудиторский отчет, содержащий аудиторское заключение.

Заключение содержит выводы следующих типов:

- положительные выводы;
- оговорки;
- несоответствия.

Результаты внутреннего аудита качества представляются на собрании по обзору управления.

8.2.3 Измерение и мониторинг процессов

SIA применяет соответствующие методы измерения и мониторинга процессов, необходимые для удовлетворения требований потребителей и демонстрации пригодности этих процессов для заявленной цели с течением времени. В случае несоответствия запланированному результату принимаются корректирующие меры для обеспечения соответствия согласно процедуре, приведенной в пункте 8.3.

8.2.4 Измерение и мониторинг продукции (пункт 8.2.4 стандарта ИСО 9001:2008)

SIA применяет соответствующие методы измерения и мониторинга в отношении разрешений на использование спектра. Разрешения выдаются после их надлежащего утверждения и направляются для справки в отдел контроля за использованием спектра. На случай необходимости предусмотрены также процессы, обеспечивающие отсутствие помех на радиочастотах, на использование которых выдается разрешение. Доказательства реализации необходимых методов измерения, мониторинга и контроля соответствия критериям приемки документально фиксируются.

8.3 Меры в отношении продукции, не соответствующей требованиям

SIA принимает меры контроля за продукцией, не соответствующей требованиям, чтобы не допустить непреднамеренного использования или поставки такой продукции. Эти меры, а также обязанности и полномочия по обращению с продукцией, не соответствующей требованиям, установлены и документально отражены во внутренней процедуре "Контроль услуг, не соответствующих требованиям" (TRASIAP23).

8.4 Анализ данных

SIA осуществляет сбор и анализ данных для оценки пригодности и эффективности системы управления качеством, а также выявления областей, подлежащих постоянному улучшению. К ним относятся данные, получаемые в результате деятельности по измерению и мониторингу, а также данные из других источников. Принятие решений по указанным данным основано на эффективном и результативном использовании надлежащих статистических методов.

Анализ данных обеспечивает получение информации:

- a) об удовлетворенности и/или неудовлетворенности потребителей;
- b) о характеристиках процессов и продукции (в статике и динамике).

8.5 Улучшение

8.5.1 Постоянное улучшение

SIA стремится к постоянному повышению эффективности системы управления качеством. Средствами для этого служат политика и цели в области качества, результаты аудитов и анализа данных, корректирующие и предупреждающие меры, а также обзор управления. Цели в области качества пересматриваются на каждом собрании по обзору управления с упором на повышение эффективности работы различных отделов.

8.5.2 и 8.5.3 Корректирующие и предупреждающие меры

SIA обеспечивает принятие корректирующих и предупреждающих мер для устранения причин, приведших к несоответствиям, и исключения таких несоответствий в будущем. Характер и масштаб корректирующих мер зависят от последствий выявленных проблем.

Запрос на корректирующую/предупреждающую меру может быть подан любым сотрудником. Поступившие от потребителей жалобы также рассматриваются как несоответствие требованиям и влекут за собой запрос на корректирующую/предупреждающую меру.

Процесс принятия корректирующих и предупреждающих мер документирован во внутренней процедуре SIA "Корректирующие и предупреждающие меры" (TRASIAP24).

ГЛАВА 2

Планирование спектра

Содержание

	<i>Стр.</i>
2.1	Введение..... 51
2.2	Значение планирования 52
2.2.1	Выгоды и издержки планирования..... 52
2.2.2	Определение планирования спектра 53
2.3	Процессы планирования..... 54
2.3.1	Определение целей планирования спектра 55
2.3.2	Элементы для рассмотрения 55
2.3.3	Доступность спектра..... 58
2.3.4	Варианты планирования..... 58
2.3.5	Реализация процессов..... 59
2.3.6	Итеративный процесс 59
2.3.7	План поддержки планирования радиочастотного спектра 59
2.4	Консультативный подход 60
2.4.1	Исследование будущих потребностей в спектре/услугах 60
2.4.2	Взаимодействие с группами представителей 61
2.5	Аналитический подход 61
2.6	Сценарный подход 62
2.7	Тенденции использования..... 63
2.8	Дополнительные подходы..... 63
2.9	Планирование и пересмотр системы управления использованием спектра..... 64
2.10	Реализация планирования 64
2.10.1	Краткосрочное планирование (на период 3–5 лет)..... 65
2.10.2	Долгосрочное планирование (на период 5–10 лет)..... 65
2.10.3	Стратегическое планирование 69
2.11	Технические аспекты процесса планирования..... 70
2.11.1	Планирование спектра для действующих и будущих служб..... 70
2.11.2	Технологические альтернативы..... 70
2.11.3	Резервирование частот для целей будущего развития 70
2.11.4	Высвобождение и перегруппирование спектра 72
2.11.5	Эффективное использование новых технологий для повышения коэффициента повторного использования частот 73
2.11.6	Разделение каналов 73

	Стр.
2.11.7 Перекрытие служб и совместное использование полос частот	73
2.11.8 Задействование используемого спектра	74
2.11.9 Соображения местной специфики	74
2.11.10 Плотность населения и перегруженность спектра.....	74
2.12 Улучшение системы планирования управления использованием спектра.....	75
2.13 Орган управления или администрирования	75
Библиография.....	76

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, правил и регламентов в области управления использованием спектра;
- создания условий для эффективного и рационального использования спектра;
- распределения спектра между радиослужбами и приложениями радиосвязи;
- организации, структурирования и выдачи разрешений на использование определенных систем радиосвязи или радиослужб.

Например, если потребности в спектре для подвижной связи будут расти в течение пяти или десяти лет, то в рамках процесса управления использованием спектра следует 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. Исходя из нормативной базы, установленной международными соглашениями, национальный план либо пересматривается, либо реализуется посредством национальной таблицы распределения частот и сопутствующих регламентов.

Эта глава рассматривает значение планирования спектра, связанные с этим процессом определения, формирование целей планирования, сам процесс планирования, включая методы, которые должны применяться, 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 ведется поиск технических или административных решений, 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 повышаться 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 Выгоды и издержки планирования

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 замедлять 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.

Как и при решении любой задачи всегда будут иметь место 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. Однако основной аргумент против долгосрочного планирования состоит не в затратах на выполнение этой задачи, а в том, что использование спектра и технологии являются настолько динамичными, что возможны лишь решения, принимаемые в ответ на возникшие обстоятельства, или решения, на подготовку которых требуется много времени. Таким образом, если следовать этому аргументу, планирование неизбежно будет страдать серьезными недостатками, и деньги будут истрачены на реализацию неправильных планов. Можно утверждать также, что ранее управление использованием спектра достаточно хорошо велось и без долговременного прогнозирования и что неточные прогнозы могут 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 поставщики 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 достаточного 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, должны предусматривать регулярный обзор и пересмотр 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, но должны охватывать длительный период времени для установления пути к достижению целей управления использованием спектра. Любое обязательство по долгосрочному планированию должно включать обязанность 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 и использования, а не расширению полномочий регулирования. В планах использования спектра одни аспекты использования спектра и его управления могут быть рассмотрены путем изложения общей стратегии, а другие требуют описания более конкретных шагов. Большая гибкость методов управления использованием спектра может обеспечить 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 необходимыми компонентами планирования спектра, особенно в развивающихся странах.

2.2.2 Определение 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, приведенные 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 поставщику 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
Долгосрочное планирование	Планирование, которое рассматривает проблемы, требующие решения, или системы, которые должны быть развернуты в течение от 5 до 10 лет
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, то есть распределения, выделения, присвоения, стандартизации 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 Процессы планирования

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 присвоения 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, присвоениях и технологии, о будущих потребностях и доступном спектре. Анализ требований к использованию спектра, 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> <ul style="list-style-type: none"> Национальный закон о радиосвязи Регуляторные требования Международное распределение частот (МСЭ) Региональные органы управления использованием спектра Национальные процедуры распределения частот Процедуры распределения частот соседних администраций Политика стандартизации Инфраструктура электросвязи Промышленные пользователи Потребности пользователей Защита и общественная безопасность <p>Экономические факторы</p> <ul style="list-style-type: none"> Глобализация Общее экономическое развитие Структура цен и тарифов для оборудования и услуг Потребности рынка и вопросы маркетинга Процедуры и методы, используемые поставщиками услуг Оплата спектра или спектральные аукционы Экономическое влияние новых услуг и технологий 	<p>Социальные и экологические факторы</p> <ul style="list-style-type: none"> Изменения спроса, как результат перемен в социальной структуре Изменения спроса, как результат перемен в повседневной жизни и рабочем времени Общественное признание беспроводной связи Возможное загрязнение от электромагнитного излучения и радиочастотные помехи Непримение широкой публикой больших антенн и быстрый рост числа станций Космический мусор <p>Технические факторы</p> <ul style="list-style-type: none"> Мобильность потребителя Базовые технологии Микроэлектроника Обработка сигналов Обработка данных в телекоммуникациях Компоненты оборудования Источники питания Батареи Средства связи Кодирование (источника и канала) и методы модуляции Методы канального доступа и режимы передачи Методы расширения спектра Методы разнесения, например временное, пространственное и частотное Разработка или оптимизация антенн Характеристики антенн, например направленность и адаптивность антенн Уменьшение излучения по боковым лепесткам
--	---

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 потребности использования спектра, регуляторы использования спектра должны сначала определить текущие и будущие потребности²⁹ 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 Международного регистра частот МСЭ, 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 дает информации, достаточной для решения большинства вопросов. 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).

Контроль за использованием спектра

Информация о фактическом использовании частот, полученная с помощью контроля за использованием спектра, может применяться для дополнения национальных регистров. Контроль за использованием 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.

При оценке уровня использования необходимо учитывать тип службы. Некоторые пользователи связи общего пользования ставят специальные задачи при измерениях. Например, поскольку некоторые государственные агентства связаны с выполнением задач в критических ситуациях или решают задачи обороны, то измерения использования спектра в обычное время 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,

²⁹ Предполагается, что термин "потребности" является общим термином, обозначающим текущие и будущие потребности в спектре, включая понятия требуемых возможностей, систем и их характеристик и соответствующие требуемые частоты.

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 будущее использование спектра на национальном и международном уровнях. Очевидно, регистры частотных присвоений и контроль за использованием спектра не могут применяться как полные источники такой информации, хотя степень изменения информации, полученной 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 составлять план распределения каналов, который пригоден только для одного оборудования из имеющегося на рынке. Данные тенденции могут быть определены путем анализа профессиональной литературы, через прямые консультации с коммерческими фирмами или правительственными представителями других стран, а также через участие в исследовательских комиссиях МСЭ-R и всемирных конференциях по радиосвязи.

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 обоснованных 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 четыре 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 обычно состоит из эмпирической экстраполяции прошлой деятельности в будущее. Этот подход особенно полезен при рассмотрении роста числа частотных присвоений в определенной области спектра и предсказании, когда потребуется выполнение некоторых действий во избежание перегрузки спектра. Эмпирические тенденции могут быть

разработаны исходя из других данных, таких как технические характеристики оборудования (например, пропускная способность). В некоторых полосах частот аналоговых систем сухопутной подвижной 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 в целях получения большей части ресурса. Пользовательские прогнозы должны быть проанализированы регуляторами, чтобы понять, нет ли там ошибки.

В целях формирования более точного прогноза регуляторы использования спектра 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 в целях удовлетворения потребностей в спектре. Данные берутся главным образом от администраций, а также из Международного справочного регистра частот МСЭ, планов МСЭ и любого из доступных исследований вопросов формирования региональных спектральных планов.

2.3.4 Варианты планирования

Необходимо разработать подходящие варианты планирования в целях удовлетворения потребностей в спектре на базе данных, полученных 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 прогнозируемых 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 Реализация процессов

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.

2.3.7 План поддержки планирования радиочастотного спектра

В целях поддержки планирования радиочастотного спектра администрации могут разрабатывать постоянные или рассчитанные на определенный период времени (один год или более) планы мер по определению фактического использования спектра, позволяющих получать обратную связь для процесса планирования.

Пересмотр частотных присвоений. Удобно будет разработать и реализовать постоянно действующий план по пересмотру частотных присвоений для определения характера и эффективности фактического использования присвоенных частот. Основными целями этого плана должны быть:

- проверка и стандартизация всей информации о присвоенных частотах;
- обеспечение надлежащего использования присвоенных частот и регистрации соответствующих присвоений в базах данных автоматизированного управления использованием спектра и контроля за использованием спектра;
- проверка того, что присвоенные частоты действительно необходимы для оказания услуг и осуществления деятельности в области электросвязи согласно условиям лицензий на использование спектра;
- обеспечение соответствия частотных присвоений действующим регламентам;
- пополнение национального регистра частот актуальной административно-технической информацией надлежащего уровня об оборудовании и местах расположения станций с подробным описанием их технических параметров.

Планирование контроля за использованием радиочастотного спектра. Удобно будет разработать и реализовать план периодического (например, ежегодного) контроля за использованием спектра для определения технических параметров радиостанций, на которые выданы соответствующие разрешения. Основными целями этого плана могут быть:

- определение соответствия или несоответствия параметров работы радиостанций указанным в лицензии;
- анализ занятости спектра и удобства переприсвоения и/или перегруппирования радиочастот в конкретной области или районе;
- содействие в предотвращении или устранении радиопомех;
- постоянный обзор и пересмотр процессов планирования спектра в целях их оптимизации и повышения их результативности и эффективности.

План выделения спектра для конкретных целей. У администраций должны быть планы по выделению полос частот для конкретных целей. В частности, важнейшими целями являются национальная безопасность и службы экстренного реагирования. Основными целями плана должны быть:

- определение полос частот для целей национальной обороны;
- разработка и постоянная корректировка планов распределения каналов и частотных планов на местном и национальном уровнях.

Аналогичным образом следует взаимодействовать с администрациями для разработки планов, касающихся новых технологий.

Реорганизация спектра. Удобно будет разработать и реализовать программы реорганизации спектра. Основными целями такого плана могут быть:

- определение нового использования радиочастотного спектра;
- анализ занятости существующего и реорганизованного спектра в конкретной области или районе;
- определение полос частот, подлежащих реорганизации в соответствии с мировыми тенденциями, Регламентом радиосвязи МСЭ, потребностями страны и техническим прогрессом.

2.4 Консультативный подход

Консультативный подход базируется на предпосылке, что планировщики спектра могут путем совместных обсуждений с пользователями спектра, поставщиками 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 усмотрение 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/услугах

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 субподрядчиками или консультативными органами, созданными специально для этой цели.

Должны быть определены область действия и временные рамки исследований. Ответы можно ожидать от групп пользователей спектра, поставщиков услуг радиосвязи, изготовителей оборудования, правительственных организаций, включая военные, и широкой общественности. Планировщики спектра могут требовать, чтобы ответы были в письменной форме или представляли собой прямой диалог. В целях 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 предоставляют 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 радиослужб. Поставщики услуг радиосвязи – это те коммерческие организации, которые предоставляют услуги конечным пользователям. Поставщики услуг прогнозируют рост масштабов оказания услуг на основании собственных опросов и деловой интуиции. Этот рост может быть отражен в спросе на дополнительный спектр. Изготовители радиооборудования заинтересованы в росте числа радиосистем 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 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 регуляторными органами.

Основной принцип консультативного процесса заключается в том, что пользователи, поставщики 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 в спектре и услугах, 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 итеративным подходом. Поскольку взаимодействие заинтересованных сторон обычно происходит путем анализа формальных ответов и контрответов 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) в период проведения исследования. Это взаимодействие предоставляет возможность установления диалога между пользователями, поставщиками услуг и операторами с целью прояснить их намерения и уменьшить или исключить возможное преувеличение потребностей в спектре. При таком подходе каждая потребность помещается в контекст других потребностей (как новых, так и старых), что вносит ноту реальности в переговоры по спектру и, безусловно, в результат планирования. Во многих случаях такой диалог приводит к пересмотру мнений сторон.

Существуют такие инициативы, как учреждение тематических рабочих групп, в рамках которых заинтересованные стороны могут обмениваться информацией и мнениями с администрациями для подготовки к всемирным конференциям радиосвязи, сообщать о последних тенденциях в использовании спектра и возможных будущих потребностях, а также обсуждать другие темы, которые могут помочь администрациям собрать как можно больше информации для учета в процессе принятия решений.

Некоторые администрации теперь используют различные средства интернета, чтобы облегчить обмен мнениями и/или расширить консультации, включив в них ранее не представленные заинтересованные стороны, – например, организовать форумы разработки политики и 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:

- для получения и записи результатов используется всесторонний восходящий метод, основанный на подробных данных;
- 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. Выдвижение разумных предположений относительно факторов влияния (см. Таблицу 2-2).

Шаг 3. Разработка сценариев (см. пункт 2.6):

- один надежный сценарий или анализ чувствительности в тех временных рамках, в которых возможен прогноз, с указанием любых элементов неопределенности и их основных причин;
- дальнейшие сценарии, которые сосредотачиваются на самых существенных факторах неопределенности.

Шаг 4. Оценка сценариев:

- на предмет полноты, корректности определения факторов и их индивидуальных рисков, выгод и приоритетов.

Шаг 5. Представление результатов анализа, позволяющих делать выводы.

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 помочь предсказать возможные события. Сценарии служат:

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

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

Многие факторы могут быть общими, по крайней мере в долгосрочной перспективе, для всех или большинства сценариев. Эти факторы являются основой для применения сценариев в процессе планирования спектра. Оставшиеся различия могут быть показаны более ясно, и они представляют собой факторы риска в плане. 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, предвещает существенное увеличение пропускной способности беспроводной связи "последней мили" и возможность ее приближения по параметрам к подвижной связи. Такие изменения трудно предсказать и еще труднее их запланировать. Они происходят вопреки тенденциям. Радикальные перемены могут требовать довольно серьезной корректировки предположений, лежащих в основе планирования спектра, с последующей корректировкой 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 исключаемых. В этих различных сценариях могут быть проанализированы потребности в услугах электросвязи и управлении использованием 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, касающихся распределения спектра или создания регламентов.

2.7 Тенденции использования

Результаты любого исследования необходимо сравнить с потребностями, определенными на основе анализа тенденций использования текущих услуг радиосвязи. Увеличение потребностей в спектре для контингента пользователей, численность которого является устойчивой или снижается, безусловно, не вызывает сомнения, если только рост числа пользователей не сдерживает недостаток доступных услуг. Экстраполяция данных об использовании спектра и вычисление требуемого спектра в предположении применения технологий, эффективно использующих спектр, предоставит регулятору данные о примерных масштабах и характере 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 повышенной точности.

Благодаря отслеживанию тенденций использования администрация может распознать некоторые ранние признаки неэффективности или снижения интенсивности использования спектра и на основе этой информации заняться изысканием наилучших способов использования спектра в ближайшем будущем. В главе 8 описаны некоторые полезные меры эффективности использования спектра.

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 прогнозирования 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, контроля за использованием спектра, чтобы определить слабо используемый (уже присвоенный) или неиспользуемый спектр, может помочь выделить частоты для будущего использования. 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 неиспользуемых полос достаточного для размещения непредвиденных использований размера 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 частот 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 и пересмотр системы управления использованием спектра

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.

Регулярному пересмотру подлежат следующие аспекты системы, связанные с планированием спектра:

- процесс принятия решения и поиск вариантов;
- регуляторные процедуры;
- компьютерные аппаратные средства, программное обеспечение и организация сети;
- требования к базам данных;
- процесс приграничной координации;
- участие в работе международных и региональных организаций;
- методы анализа;
- возможность контроля за использованием спектра/проведение инспекций;
- процессы стандартизации и выдачи сертификатов одобрения типа.

2.10 Реализация планирования

Планирование использования спектра или развития инфраструктуры системы управления использованием спектра может быть выполнено на краткосрочную, долгосрочную или стратегическую перспективу. Каждый из этих трех подходов 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 включать определенные действия, чтобы провести краткосрочное, долгосрочное и стратегическое планирование. Краткосрочное и стратегическое планирование в тех пунктах, где оно касается специальных или сложнейших вопросов, чаще всего не будет соответствовать предписанным основам или формулам. Однако оно должно всегда очерчивать потребности, доступность ресурса, политические решения и их

выполнение. Долгосрочный план будет, как правило, 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, поставщиках 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 (на период 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 быть быстро 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. Чтобы сделать новую систему реализуемой на практике, можно порекомендовать внести в нее конструктивные изменения или наложить ограничения на эксплуатационные параметры. 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 инструменты 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 установленных 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 (на период 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 быть направлено на то, чтобы:

- сегодняшние решения по стратегиям планирования 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 установленных 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 должны 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 в отдельные блоки 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 рамках 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"> – общественная безопасность и поддержание правопорядка – торговля и транспорт – национальная безопасность – вещание – 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 – зарождающиеся 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 на оборудование – планы размещения каналов – модели ЭМС – методы инженерного 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 – приграничная координация <p><i>Требуемые ресурсы</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – источник финансирования – персонал – будущие потребности <p><i>График деятельности 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 решениях может привести к передислокации радиослужб. Это может означать перевод существующих пользователей некоторой полосы частот на новые технологии или в новые полосы частоты. Требование 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 выделении занятой в настоящее время полосы частот другой службе в глобальном, региональном или национальном (примечание о распределении частот) 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 переприсвоения. 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 перейти 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 пожелать 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 периода времени, в течение которого спектр должен оказаться доступным. Часто это решение принимается по политическим причинам или из соображений национальной безопасности. Как правило, процесс планирования перераспределения сопровождается подробным анализом рынка, потребностей пользователей и прогнозов роста в целях обоснования действий по перераспределению, 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 нового современного оборудования тем, кто вынужден переместиться по спектру.

Методы перераспределения

Кроме потенциальной передислокации служб радиосвязи существуют и другие методы, которые можно было бы рассмотреть в процессе планирования. Сюда относятся введение процедур "вежливого доступа" (например, прослушивание канала до начала передачи, автоматическое обнаружение сигналов, наличие которых временно препятствует передаче, или требование 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 обратной и функциональной совместимости. В Таблице 2-4 обобщены технические методы, которые могут использоваться, чтобы облегчить совместное использование спектра, и могут быть приняты во внимание в рамках долгосрочного планирования и процесса передислокации.

ТАБЛИЦА 2-4

Технические методы для облегчения передислокации

Разнос 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 в целях снижения потребностей в спектре, особенно в перегруженных областях и для широкополосных приложений. Политика планирования и регламенты должны быть такими, чтобы поощрять использование новейших интеллектуальных сетей в целях 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 стратегий использования спектра на национальном уровне потребует реализации процесса стратегического 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 долгосрочных 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 регуляторные органы, операторов, производителей и потребителей, должны быть вовлечены в процесс стратегического 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.

Критически важными стратегическими и фундаментальными принципами, 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 сужения фокуса, эти же шаги относятся и к стратегической деятельности, которая является частью другой деятельности по планированию. Сначала должны быть определены существующие и будущие потребности. Должны быть разработаны и проанализированы подходы к разрешению проблем. Должны быть получены рекомендации от заинтересованных сторон, включая рекомендации и опасения от других администраций, которые могут быть затронуты этим процессом.

2.11 Технические аспекты процесса планирования

Еще один аспект, подлежащий учету в процессе планирования спектра, – это техническая эффективность (см. главу 8), которая выражается главным образом в максимально возможном использовании спектра различными социально-экономическими секторами. Для ее обеспечения существуют различные механизмы, которые рассматриваются в следующих пунктах.

2.11.1 Планирование спектра для действующих и будущих служб

Учитывая, что спектр является ограниченным ресурсом, играющим между тем ключевую роль в развитии и росте отрасли, при планировании необходимо обеспечить доступность спектра как для текущих, так и для прогнозируемых в будущем нужд. Планирование спектра может осуществляться с учетом таких факторов, как технический прогресс, гибкость в использовании, мировые тенденции в отрасли, инновации в области электросвязи, изменения конъюнктуры рынка, потребности пользователей, технологическая нейтральность и особенно государственная политика в области национальной обороны, образования, защиты окружающей среды и социальной интеграции.

В этом смысле комбинация перечисленных факторов требует корректировки планов и разработки стратегий эффективного и своевременного реагирования, которые бы позволили обеспечить потребности в спектре действующих и будущих служб.

2.11.2 Технологические альтернативы

К числу наиболее инновационных технологий беспроводной связи относятся Международная подвижная электросвязь (IMT), радиосвязь с программируемыми параметрами (SDR), системы когнитивного радио (CRS), открытая архитектура систем беспроводной связи (OWA) и сети последующих поколений (СПП).

2.11.3 Резервирование частот для целей будущего развития

Постоянный стремительный технический прогресс в области электросвязи, конвергенция услуг, рост в секторе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), продолжающаяся экспансия подвижной электросвязи, перемены в привычках и образе жизни широких кругов населения – все эти изменения идут ускоренными темпами и в будущем обещают значительный рост потребностей в спектре. Технический прогресс ведет к разработке новых видов услуг, которые требуют определенной защиты инвестиций в контексте доступности спектра. Новые системы предоставляют целый ряд услуг, стирая грань между системой и службой. Примером может служить комбинирование традиционных услуг, таких как телефония, передача данных и доступ в интернет, в системах подвижной связи и спутниковой широкополосной связи.

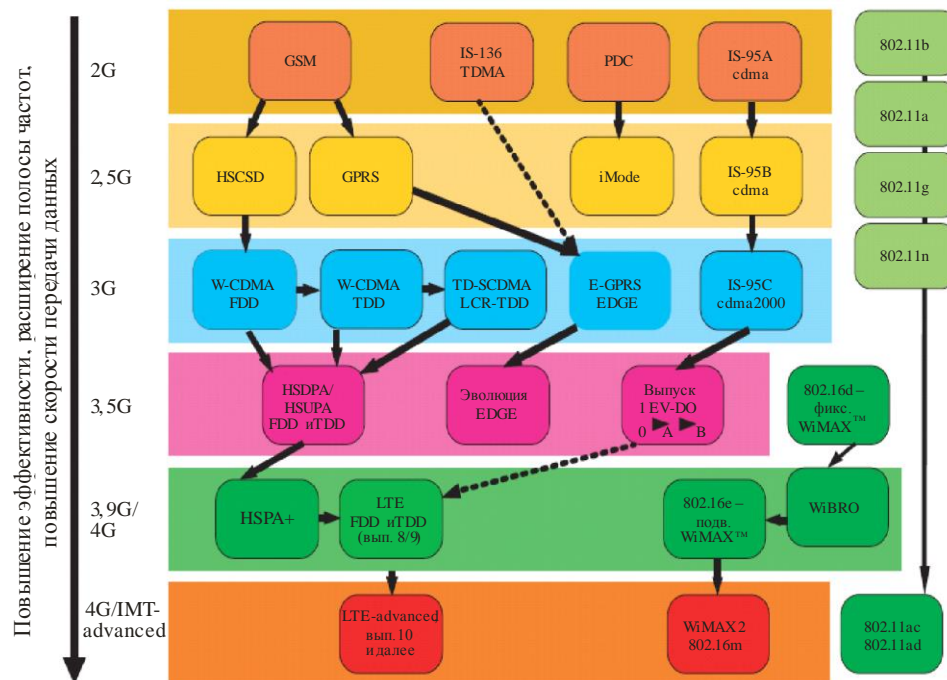
Доступность и использование спектра влияют на уровень конкуренции между участниками рынка, который не ограничивается одними только радиослужбами, соперничающими за доступ к спектру, но могут охватывать также операторов и пользователей абонентских оптоволоконных, спутниковых и кабельных линий связи. Существует необходимость в соблюдении при распределении спектра баланса между потребностями общества, обороны и государственной безопасности, с одной стороны, и потребностями бизнеса и коммерции – с другой. Кроме того, применение цифровых технологий радиосвязи ведет к возникновению новых способов использования спектра и росту потребностей

в спектре, что влечет за собой необходимость в корректировке методов планирования этого ресурса и управления им.

Администрации могут распределять и назначать структурированные полосы частот для множества новых применений и регулировать их использование в целях обеспечения свободной от вредных помех эксплуатации этих применений.

Использование интернета (в частности протоколов TCP/IP, VoIP и IPTV) повышает трафик узлов ЛВС, что ведет к повышению требований к пропускной способности сетей и скорости передачи данных и к развертыванию более мелких сот, предназначенных для домашних развлечений и офисных нужд. Будущее электросвязи состоит в переходе к подвижной и многорежимной связи, в частности ИМТ. Поэтому администрации могут уделять особое внимание спектру, предназначенному для ИМТ и требуемому для развертывания экосистемы ИМТ в их странах исходя из национальных потребностей, и содействовать согласованию использования этого спектра на глобальной/региональной основе. Отрасль подвижной связи прошла путь технологической эволюции – AMP/TDMA/GSM/GPRS/EDGE/W-CDMA и TD-SCDMA/HSPA/LTE, как показано на Рисунке 2.1. Отдельно показана эволюция CDMA и CDMA2000.

РИСУНОК 2.1

Эволюция технологий подвижной связи³⁰

Nat.Spec.Man-2.01

Источник: Agilent Technologies Inc., 2010.

Чтобы и далее успешно двигаться этим путем, важно, чтобы орган управления принимал решения, позволяющие извлечь максимальную выгоду из внедрения этих технологий на национальном уровне, а именно:

³⁰ Agilent Technologies, Introducing LTE-Advanced, United States of America: Agilent Technologies, Inc., 2010, p. 3.

- по возможности распределять согласованный спектр в соответствии с рекомендациями МСЭ или региональных организаций по развертыванию IMT-Advanced, учитывая тенденции в среде пользователей и достижения технического прогресса;
- разрешать операторам подвижной связи предоставление широкого спектра услуг с полным использованием скоростей передачи данных, обеспечиваемых DSL-линиями IMT-Advanced, для поддержки передовых приложений и услуг (например, Рекомендацией ITU-R M.1645 исходя из требований к качеству обслуживания установлена скорость передачи данных в 100 Мбит/с для сценария с высокой мобильностью и 1 Гбит/с для сценария с низкой мобильностью).

Эти решения, среди прочего, дают следующие выгоды:

- экономию за счет масштаба, обусловленную применением передовых методов передачи данных по беспроводным каналам связи;
- выпуск окончательного оборудования, а также доступ к такому оборудованию и предоставляемым во всем мире услугам IMT как результат научных исследований и разработок в отрасли подвижной связи;
- передовые решения по передаче данных по беспроводным каналам связи, направленные на сокращение цифрового разрыва, для образовательных учреждений, коммерческих предприятий, государственных и частных организаций.

В свете изложенного выше важно, чтобы администрации изыскивали наилучшие способы оптимизации использования частот для технологий, предусматривающих более гибкое использование спектра, – SDR (радиосвязь с программируемыми параметрами), CRS (системы когнитивного радио), OWA (открытая архитектура систем беспроводной связи) и т. д.

2.11.4 Высвобождение и перегруппирование спектра

Один из возможных методов планирования использования спектра – отказ от выдачи лицензий на эксплуатацию систем электросвязи на базе старых технологий, неэффективно использующих спектр (более подробную информацию об эффективности использования спектра см. в главе 6).

До перехода на цифровое телевидение разнос по частоте телевизионных каналов составлял 6 МГц для американского стандарта NTSC и 7 МГц (в диапазоне ОВЧ) или 8 МГц (в диапазоне УВЧ) для стандартов SECAM и PAL; для надлежащего оказания услуг с точки зрения качества, прозрачности, справедливости и эффективности требовалась полоса частот с шириной, равной произведению этого значения на количество каналов в зоне обслуживания. В 80-х годах XX века узкополосные системы подвижной сотовой связи требовали полосы частот шириной 30 кГц на канал. Сегодня благодаря появлению новых технологий парадигма сменилась.

В настоящее время можно передавать три и более каналов телевидения высокой четкости (HDTV) на одной несущей в полосе 6 МГц; используя кодирование QPSK или QAM можно в 2, 4, 8, ... 128 раз уменьшить объем спектра, занимаемого ЧМ-радиостанцией, что позволяет передавать большее количество информации на одной несущей; при использовании технологии GSM–GMSK на одной несущей могут одновременно вести связь 20 пользователей; технология UMTS способна обеспечить связь на широкополосной несущей столько пользователей, сколько кодов может храниться в микросхеме (порой это практически неограниченное количество).

Администрации могут рассмотреть возможность внедрения методов перераспределения полос частот на основе эвристики и эмпирических данных. Они также могут ускорить переход с аналогового вещания на цифровое, чтобы высвободить спектр и увеличить его доступный объем.

Определив реальные потребности в спектре для эксплуатации всевозможного радиооборудования в различных полосах частот, администрации должны собрать информацию о частотах и полосах, которые могут быть высвобождены. Для этого им необходимо подготовить соответствующие нормативные акты. Поскольку предсказать будущее использование высвобождаемого спектра невозможно, администрация может предусмотреть гибкое его выделение для широкого круга будущих служб радиосвязи и применения новых технологий. Исследования занятости и использования спектра, на который выданы разрешения, необходимы также для определения регуляторных мер, которые потребуются для высвобождения неиспользуемых или неэффективно используемых частот с последующим перераспределением спектра для других целей.

Администрации могут рассмотреть вопрос о сроках, в которые пользователь должен будет полностью или частично отказаться от присвоенной полосы частот и перейти к использованию другой полосы частот или сменить платформу либо скорректировать использование данной полосы частот для размещения другого пользователя. Хотя переход не должен приносить выгод уходящему пользователю, решение о том, следует ли финансово стимулировать отказ от использования занятой полосы частот, необходимо принимать исходя из расчета справедливой компенсации с учетом таких факторов, как издержки перехода и издержки сохранения текущей ситуации.

2.11.5 Эффективное использование новых технологий для повышения коэффициента повторного использования частот

Коэффициент повторного использования частот можно определить как число раз, когда одна и та же частота может использоваться в заданной географической области при отсутствии взаимных помех между пользователями. Координация радиочастот – обычно один из главных вопросов, определяющих методы обеспечения повторного использования. Эффективное использование спектра может быть достигнуто за счет передовых инженерных методов, позволяющих повысить коэффициент повторного использования частот и сузить полосу частот канала, более совершенных методов кодирования и модуляции для улучшения доступа и беспомехового совместного использования полос частот, введения новых критериев совместного использования спектра, разработки стратегий присвоения частот и использования спектра, а также применения других методов инженерного и эксплуатационного характера. Все перечисленное непосредственно влияет на объем спектра, необходимый для нужд конкретной службы радиосвязи, и на деятельность по планированию спектра. Администрации осведомлены о применении методов обеспечения повторного использования спектра, позволяющих достичь его максимального использования, и осуществляют деятельность по планированию исходя из этого.

2.11.6 Разделение каналов

Этот вид деятельности предполагает разработку нового плана использования спектра на базе существующих каналов с меньшей шириной полосы. Разделение каналов увеличивает их количество и способствует внедрению новых технологий. Процедуры разделения каналов должны учитывать, что реорганизуемый спектр обычно используется очень интенсивно. Другие аспекты, которые следует анализировать при разработке плана разделения каналов:

- *бесперебойное обслуживание* – реорганизация должна быть произведена без перебоев в обслуживании;
- *издержки* – необходимо действовать так, чтобы снизить издержки пользователя спектра;
- *совместимость* – крайне важно обеспечить некоторую степень функциональной и обратной совместимости, поскольку, как ожидается, это расширит функциональные возможности новой технологии;
- *риск* – следует найти компромисс между политикой наращивания объема доступного спектра и потребностью пользователей в малорисковых решениях;
- *согласование* – действия должны, по возможности, согласовываться с соседними странами и в международном масштабе.

2.11.7 Перекрывание служб и совместное использование полос частот

Эффективное совместное использование полос частот несколькими службами может играть важную роль в сокращении спроса на новый спектр. Прежде всего необходимо определить полосы частот для совместного использования в настоящее время и в будущем.

Типичный пример перекрывания служб – способность систем к эффективной работе в традиционных полосах частот с применением методов эффективного расширения спектра. Для реализации систем, совместно использующих одни и те же полосы частот, часто применяются такие технологии, как ортогональное частотное разделение (OFDM), многостанционный доступ с кодовым разделением (CDMA) и многостанционный доступ с временным разделением (TDMA). Перекрывающиеся системы следует рассматривать по отдельности, анализируя конкретные протоколы и архитектуру потенциально мешающих друг другу служб. Их создание может потребовать применения новых подходов к совместному использованию спектра, стратегий распределения частот и моделей использования спектра.

2.11.8 Задействование используемого спектра

Политики, регламенты и программы планирования спектра должны стимулировать использование частот выше 40 ГГц, особенно для служб, требующих доступа к радиочастотному спектру на исключительной основе, и широкополосных приложений. Область спектра выше 40 ГГц используется, как правило, в незначительной степени. Он позволяет размещать сверхширокополосные службы и допускает широкомасштабное повторное использование частот ввиду малых размеров соты, узости луча и повышенных потерь при распространении. Кроме того, использование этого частотного диапазона дает ряд реализационных преимуществ, таких как применение более компактных антенн, более узкой диаграммы направленности и оборудования меньших габаритов и массы, простота монтажа и реконфигурирования.

Помимо всего сказанного выше, администрациям рекомендуется обеспечить широкое применение часто используемых полос частот.

2.11.9 Соображения местной специфики

Есть несколько факторов, которые могут повлиять на выгоды от использования радиосвязи в какой-либо конкретной стране. Это размеры страны, ее географическая конфигурация, структура почв, количество соседних стран в пределах координационного расстояния и инфраструктура радиосвязи.

Вообще говоря, странам с большим количеством стран-соседей приходится координировать подавляющую часть своих систем радиосвязи и, соответственно, адаптировать инфраструктуру к соседним странам. Чем более развита инфраструктура у соседних стран, тем выше необходимость в координации использования спектра во избежание трудностей с внедрением новых служб. Это может не представлять большой проблемы в странах с низкой плотностью населения, где число заявок на присвоение частот меньше.

Крупные же страны могут свободнее планировать размещение служб в конкретных полосах частот, не прибегая к координации, – и степень этой свободы еще выше, если они граничат с небольшим количеством стран. Страны, не имеющие стран-соседей в пределах координационного расстояния для конкретной частоты, пользуются преимуществами неограниченного доступа к этой частоте в любой точке, расположенной в приграничных районах. Для целей настоящей главы под структурой почв понимаются такие особенности, как горные районы, густые леса и пустынные территории. Наряду с другими географическими и демографическими особенностями страны структура почв помогает определить, какие полосы частот наиболее пригодны для той или иной службы.

2.11.10 Плотность населения и перегруженность спектра

По географическим особенностям страны вкупе с распределением спроса можно определить объем доступного спектра на всей территории страны. Равномерное распределение населения по всей территории страны маловероятно, и плотность населения в разных населенных пунктах различается. На практике такая группировка должна давать преимущества в планах предоставления услуг радиосвязи, но уровень спроса на эти услуги может быть непропорционален размерам территории, на которой он наблюдается, что чревато проблемами с доступностью частот, а в конечном счете – перегруженностью спектра. Перегруженность спектра представляет собой серьезную проблему для администраций, и многие регуляторные органы считают ее одним из основных факторов при определении структуры расценок на использование спектра. Например, в Колумбии около 93% населения проживает на территории, составляющей приблизительно 44% от общей площади страны³¹. Такая концентрация населения и промышленности порождает огромный спрос на все виды услуг (то есть услуги подвижной связи, фиксированной связи, радиовещания), при этом существенно ограничивая возможность повторного использования частот ввиду малой величины разноса. Кроме того, близость других стран требует координации частот во многих полосах и является еще одним фактором, ограничивающим доступность спектра. Бурный рост подвижных служб привел к обостренной конкуренции между новыми операторами, но развертывание служб осуществляется в наиболее крупных населенных пунктах и на основных магистралях, допускающих новые подключения. Как следствие, в отдельных частях страны возможен дефицит спектра.

³¹ Более подробную информацию см. по адресу http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20 и <http://www.todacolombia.com/>.

2.12 Улучшение системы планирования управления использованием 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.

2.13 Орган управления или администрирования

Создание органа управления или административного органа, обеспечивающего руководство и надзор за осуществлением программы 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 людских 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 Контроль за использованием спектра (издание 2011 года)

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

- | | |
|----------------------|---|
| Rec. ITU-R SM.667 | National spectrum management data |
| Rec. ITU-R SM.856 | New spectrally efficient techniques and systems |
| Rec. ITU-R SM.1047 | National spectrum management |
| Rec. ITU-R SM.1131 | Factors to consider in allocating spectrum on a worldwide basis |
| Rec. ITU-R SM.1132 | General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations |
| Рек. МСЭ-R SM.1599 | Определение географического и частотного распределения коэффициента использования спектра для целей планирования частот |
| Рек. МСЭ-R SM.1603 | Перераспределение спектра как метод управления использованием спектра на национальном уровне |
| Report ITU-R SM.2015 | Methods for determining national long-term strategies for spectrum utilization |

ГЛАВА 3

Присвоение частот и выдача лицензий

Содержание

	<i>Стр.</i>
Введение	78
ЧАСТЬ А Присвоение частот радиостанциям	82
3.1 Регуляторные аспекты процесса присвоения частот	82
3.2 Технические аспекты процесса присвоения частоты	84
3.2.1 Процедуры присвоения частот для радиостанций	84
3.2.2 Информация, требуемая для заявления на использование частоты	84
3.2.3 Методы анализа воздействия помех для частотно-территориального планирования	84
3.3 Частотные планы	86
3.3.1 Линейное частотно-территориальное планирование	87
3.3.2 Последовательное планирование частоты и процесс присвоения	89
3.3.3 Метод планирования частот для сотовой связи	91
3.3.4 Гибкий процесс частотно-территориального планирования	92
3.4 Программное обеспечение и автоматизация	92
ЧАСТЬ В Лицензирование	96
3.5 Введение	96
3.6 Требования лицензирования	96
3.7 Лицензирование радиостанций	97
3.8 Освобождение от необходимости получения лицензий	98
3.9 Методы лицензирования	99
3.9.1 Выдача лицензий некоммерческим пользователям	99
3.9.2 Лицензирование коммерческих пользователей радиосвязи	100
3.9.3 Выдача лицензий на использование частот операторам фиксированной службы	101
3.9.4 Выдача лицензий на использование частот для подвижных служб	102
3.9.5 Выдача лицензий для радиовещательных служб	103
3.10 Онлайн-выдача лицензий	104
3.10.1 Простая система онлайн-лицензирования	104
3.10.2 Более сложная система онлайн-лицензирования	104
3.10.3 Международная система онлайн-лицензирования	105
3.10.4 Другие проблемы онлайн-лицензирования	105
3.11 Проблемы безопасности информации	105
Справочные документы	106
Библиография	107

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, вещания и подвижной связи) 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.

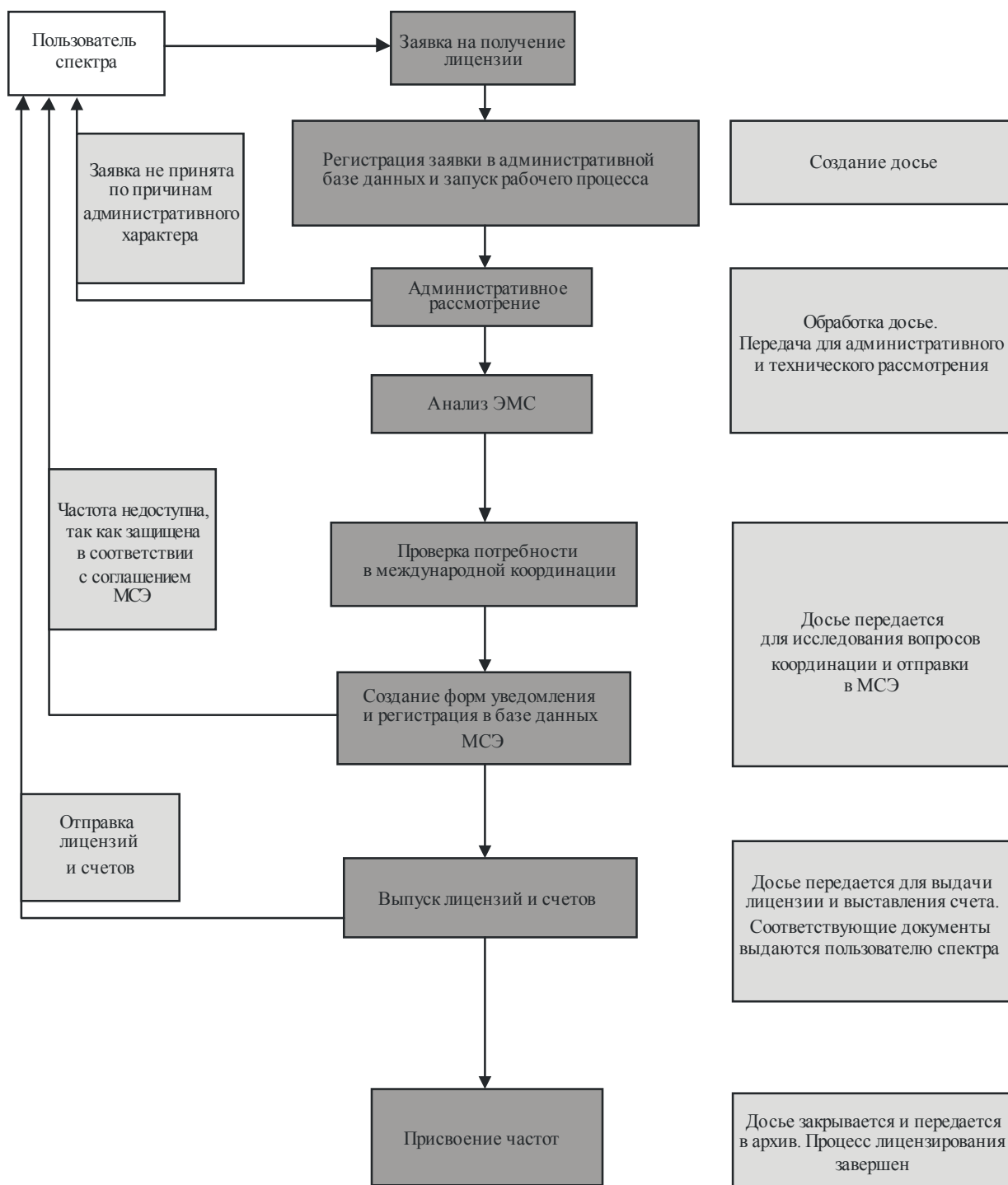
Процесс присвоения частот включает в себя анализ требований для предлагаемых радиослужб вместе с изучением данного вопроса и присвоение частот в соответствии с национальным планом распределения частот. Этот план может также включать в себя описания действий, необходимых для защиты систем радиосвязи страны 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 подобна той, что представляется для лицензирования, но без большей части административной информации и информации, связанной с бизнесом.

РИСУНОК 3.1

Общая процедура присвоения частот и выдачи лицензий



Формы заявок 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 уровнях. 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, дополненной несколькими подробными заявками для различных станций. Структура форм должна 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 машиночитаемой среде.

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

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

На этом рисунке описаны все используемые объекты. 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

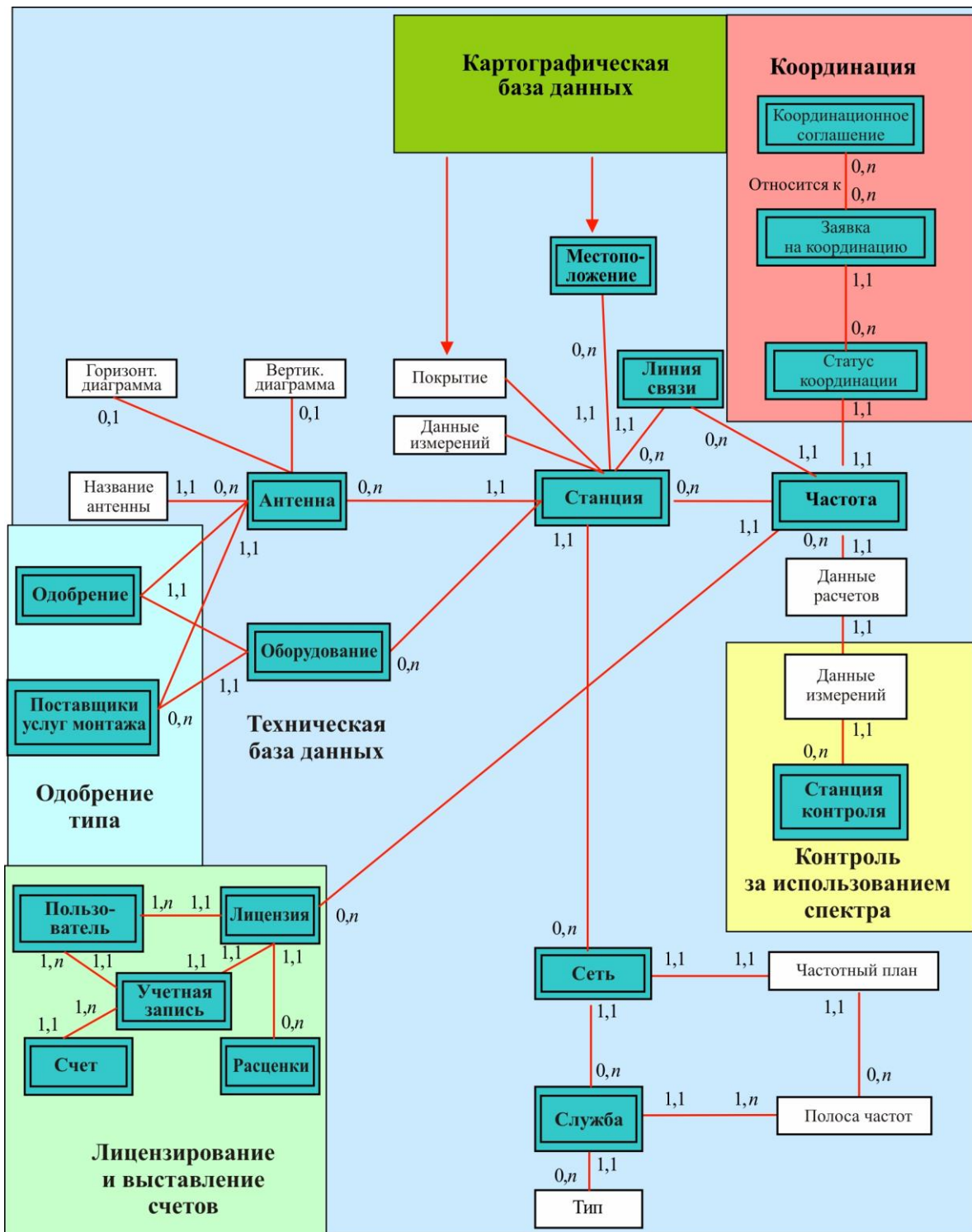
- ядро – техническая база данных;
- административные расширения – координация, выдача лицензий и расчет стоимости и выписка счетов на оплату (биллинг), одобрение типа оборудования и статистика деятельности.

После присвоения частоты передающей и приемной станции 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.1370 и ITU-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 присвоений и всей информации, необходимой для ясного и законченного описания каждого частотного присвоения. Учитывая существующую низкую стоимость программного обеспечения и аппаратных средств, для записи и обработки частотных присвоений желательно использовать компьютерную базу данных (Справочник МСЭ-R по компьютерным методам управления использованием радиочастотного спектра, издание 2015 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



ЧАСТЬ А

Присвоение частот радиостанциям

Присвоение частот – центральная часть управления использованием спектра, которая 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 по управлению 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 эти административные и технические вопросы, а также вопросы, касающиеся проведения аукционов, размера 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 частот 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. Процесс координации можно разделить на три основные части – решение административных вопросов, обмен информацией и технические расчеты. Типичные международные процедуры координации частоты приведены в Рекомендации ITU-R SM.1049, которая представляет собой подробное руководство по процедурам координации частотных присвоений для наземных служб. Дополнительную информацию по техническим вопросам координации спектра можно найти в главе 5. Расчеты координационного расстояния и координационной зоны иногда легко 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 соглашение 2000 года³², 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 положения Венского соглашения приведены в Рекомендации ITU-R 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 защиты функционирования станции. В интересах администраций регистрировать все свои частотные присвоения, которые, по их мнению, нуждаются в защите от помех, создаваемых другими международными пользователями спектра³³.

Процедуры заявления и регистрации частотных присвоений в МСРЧ можно разделить на действия координации, заявления, рассмотрения и регистрации. Все необходимые процедуры описаны в РР. Когда частотное присвоение производится в соответствии с региональным планом выделения 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.

³² С 2001 года Венское соглашение 2000 года называют также Берлинским соглашением.

³³ 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 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 выбора такого присвоения, 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 частот, то есть 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 также 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.

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 зоны обслуживания, например для радиовещания и систем связи пункта со многими пунктами, 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 *Помеха* – 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 *Допустимая помеха* ³⁴ – наблюдаемая или прогнозируемая *помеха*, удовлетворяющая количественным критериям *помехи* и критериям совместного использования частот, содержащимся в настоящем Регламенте, или в Рекомендациях МСЭ-R, или в специальных соглашениях, которые предусмотрены настоящим Регламентом.

³⁴ Термины "допустимая помеха" и "приемлемая помеха" используются при координации частотных присвоений между администрациями.

1.168 Приемлемая помеха³⁴ – помеха с более высоким уровнем, чем та, которая определяется как допустимая помеха, 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).

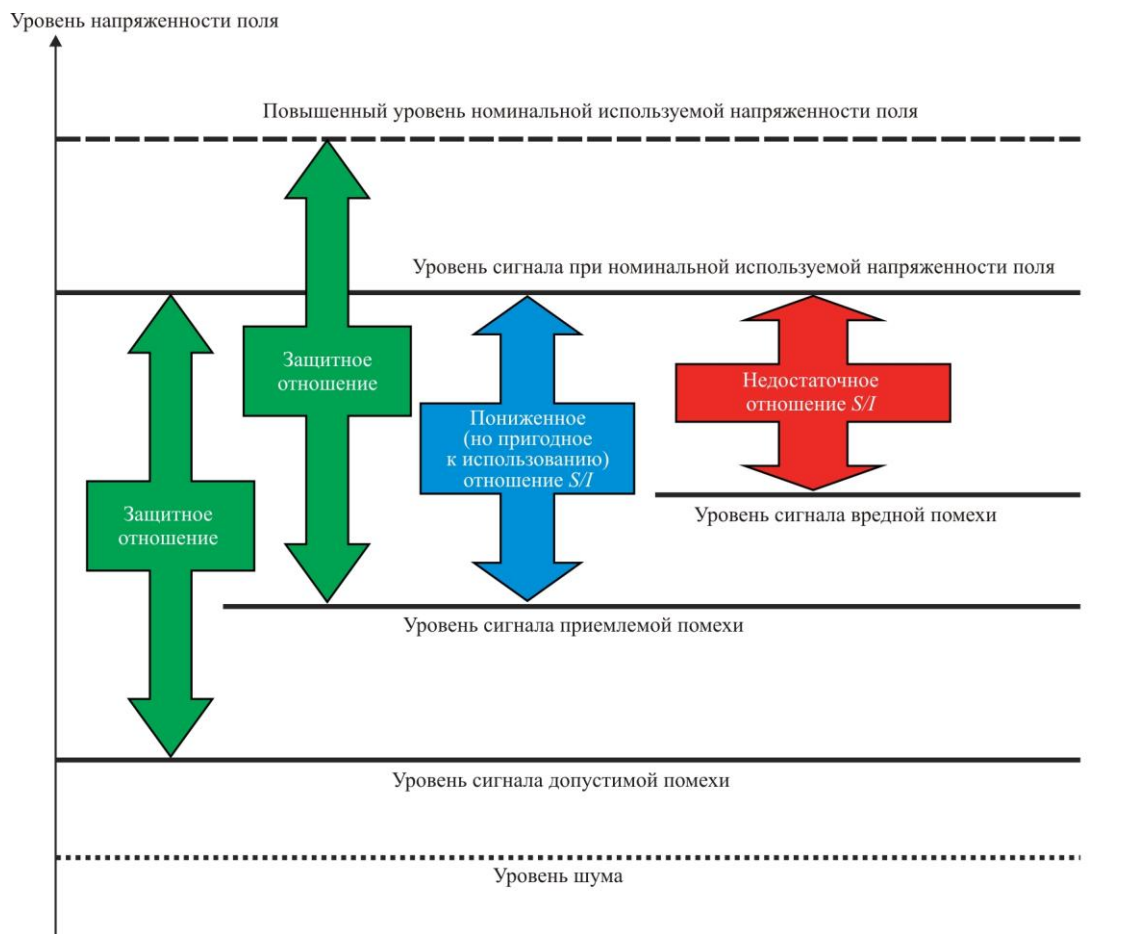
1.170 Защитное отношение (по высокой частоте) – определенная при указанных условиях минимальная величина отношения полезного сигнала к мешающему на входе приемника, обычно выраженная в децибелах, которая позволяет получить установленное качество приема полезного сигнала на выходе приемника.

В Регламенте термины *допустимая помеха* и *приемлемая помеха* используются для описания процесса координации частотных присвоений между администрациями. Однако на практике эти термины используются также в целях 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 ITU-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



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 качество 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* 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, данное в пункте 1.168 РР, 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 из Рисунка 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 конкретной 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 высокоразвитые радиосети называют "свободными от воздействия помех". 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 радиослужб. Это означает, что понятие *допустимая помеха* играет положительную роль в процессе частотно-территориального планирования. С одной стороны, уровень *допустимой помехи* – это индикатор требуемого качества передачи, а с другой – 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 коррективов (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. Следует отметить, 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 из них может использоваться при наличии существующих ранее ограничений. Что касается выбора метода или методов планирования, то 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 присвоения переведены из аналогового стандарта в цифровой и являются частью цифрового плана.

Однако в зонах, где к цифровому радиовещанию предъявляются неоднородные требования (например, различные размеры зон обслуживания и различные условия приема), или в зонах, где имеется потребность в цифровых радиостанциях и уже есть 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 зоны обслуживания равного размера.

Процесс планирования при любом методе может быть разбит на стадии "анализ совместимости" и "синтез". 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 анализа 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, а 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 год; Женева, 1963 год; РАКР 1+; Женева, 1984 год).

Этот метод может также быть применен при частотном планировании в мобильных системах радиосвязи [Gamst, 1982; и 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 изотропны в горизонтальной плоскости; и
- потери распространения радиоволн не зависят от направления распространения или частоты.

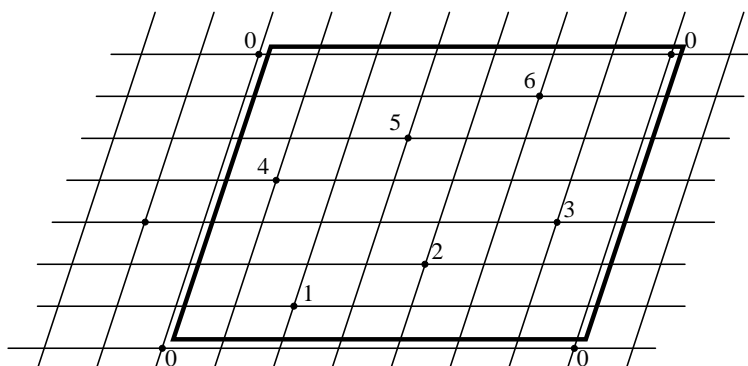
Согласно вышеупомянутым предположениям граница зоны обслуживания для каждого передатчика – это круг, радиус которого зависит от типа службы (звуковое или телевизионное вещание, подвижная связь и т. д.) и характеристик распространения радиоволн в рассматриваемом частотном диапазоне.

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



Nat.Spec .Man- 3.04

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;
- 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 ;
- 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 сеток, 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.

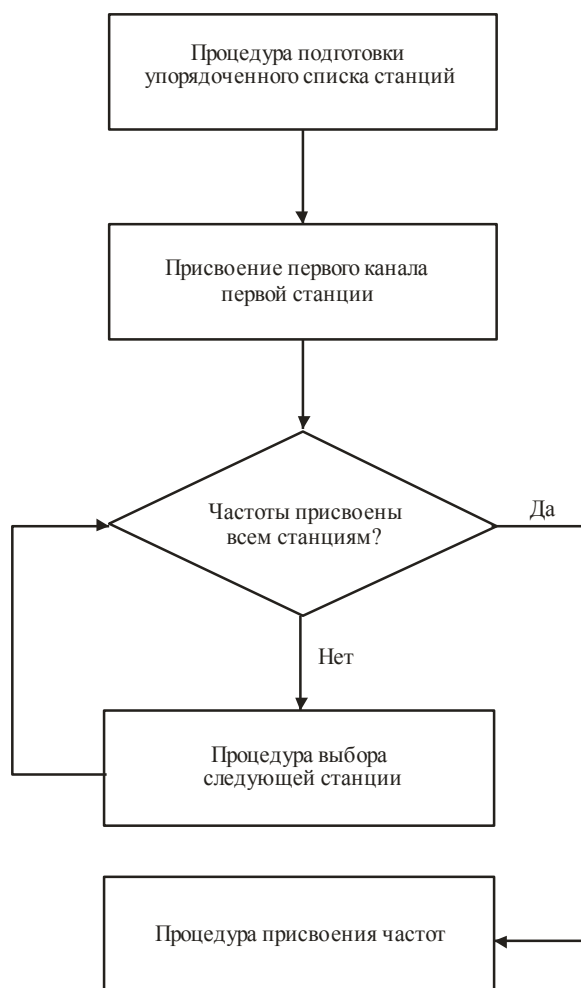
Для планирования сети по этому методу требуются следующие входные данные:

- 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



Nat.Spec.Man-3.05

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.

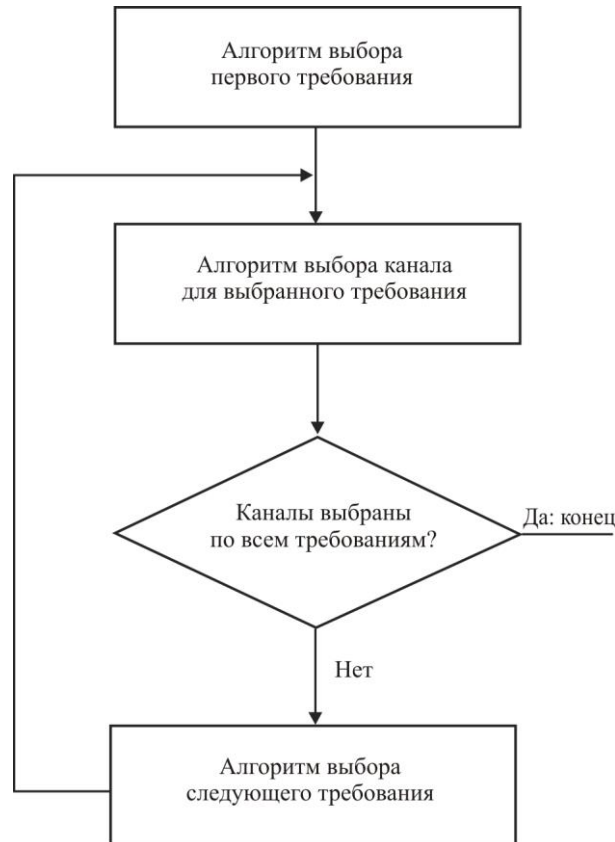
На практике часто возникает проблема с присвоением частотных каналов новым радиостанциям. Эти радиостанции должны использоваться в существующей сети радиостанций, для которых уже были произведены частотные присвоения. Такая проблема, например, становится чрезвычайно сложной для телевизионной системы, 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; и Stocer, 1984].

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

РИСУНОК 3.6

Общий алгоритм последовательного частотного планирования



Nat.Spec Man-3.06

3.3.3 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 (сот), 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 $D = 3,5R_0 - D = 5,5R_0$, 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, называют 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;
- эквивалентная излучаемая 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; и Hale, 1981].

3.3.4 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.

В целях 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 он 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) в одном поддиапазоне ($f_k - f_l$) среди территориальных ячеек размером $1^\circ \times 1^\circ$ в пределах полной области размером приблизительно $8^\circ \times 8^\circ$. Таким образом видно, какие ячейки поддиапазона Z_k подходят для дальнейшего анализа ЭМС, а какие нет.

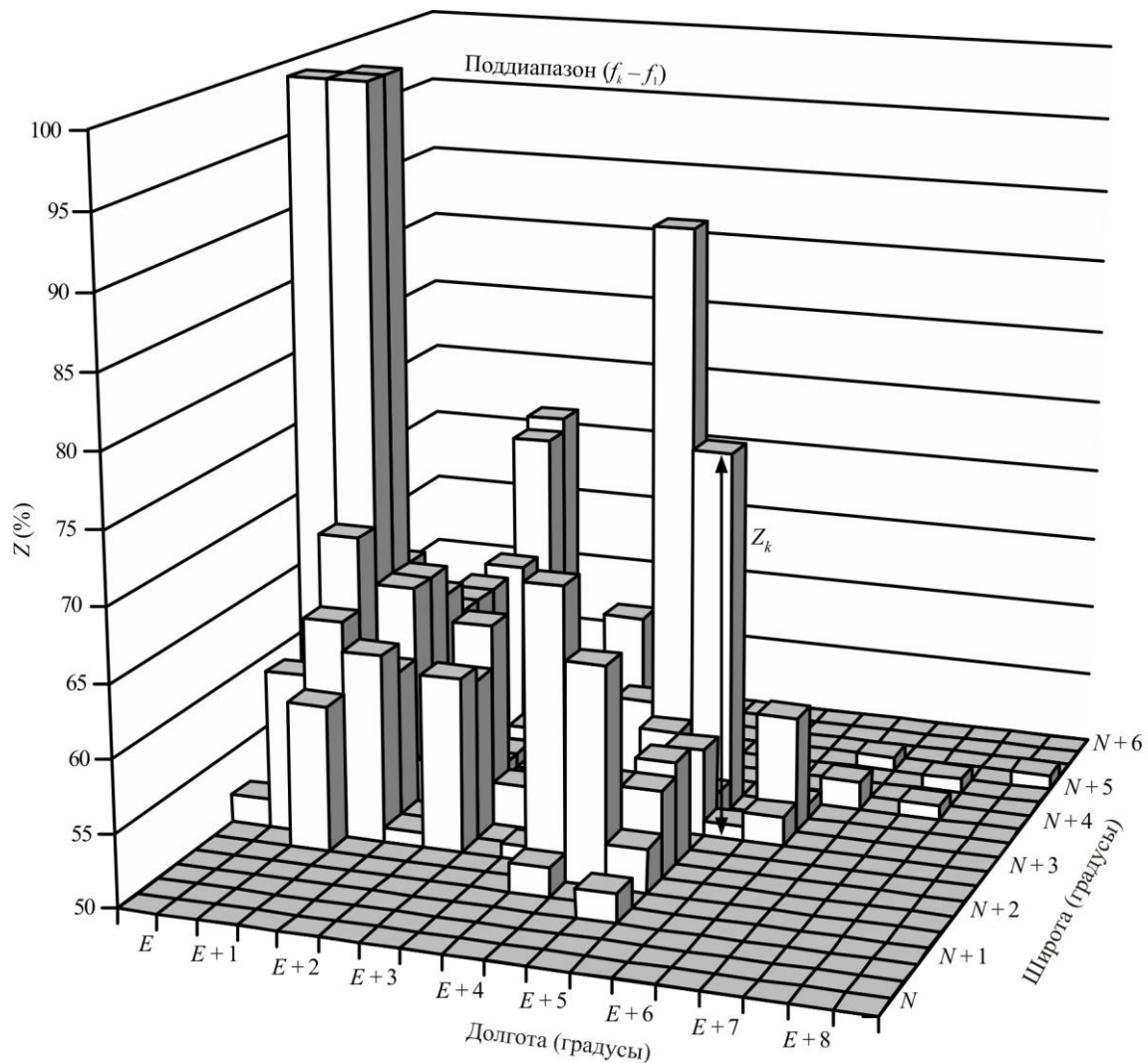
3.4 Программное обеспечение и автоматизация

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 год). Программное обеспечение может выполнить вычисления для анализа 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 [Torcu et al., 2000] и вычисления размера платы за выдачу лицензий. Модель вычисления размера платы за выдачу лицензий

уже создана и доступна в целях 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



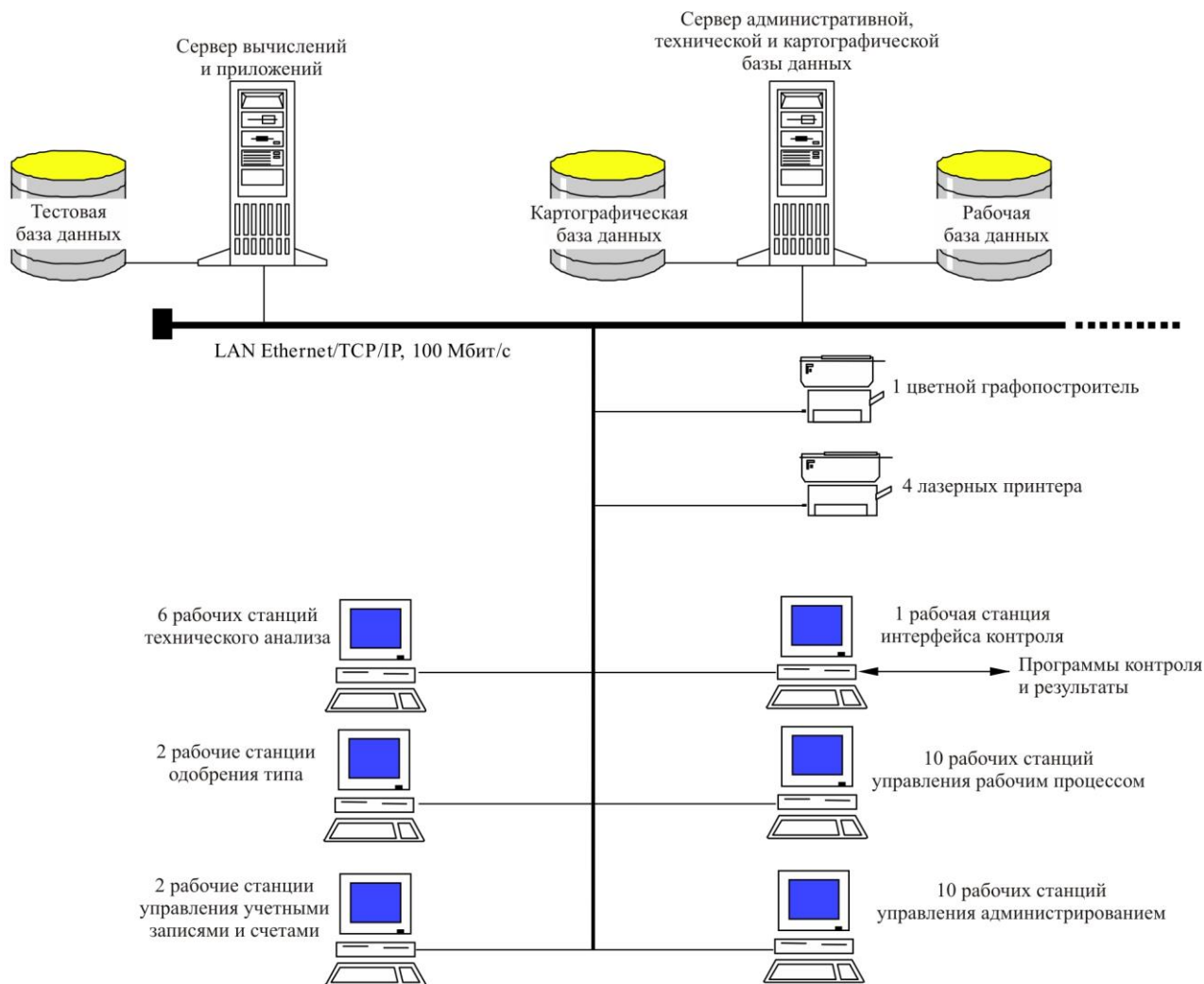
Nat. Spec. Man-3.07

Во многих странах существуют общие автоматические системы управления использованием спектра, охватывающие все радиослужбы [Бородин, 1990; и Быховский и др., 2002]. Автоматические местные системы, предназначенные для отдельных служб, например телевидения и ОВЧ-радиовещания, сухопутной подвижной и фиксированной служб и т. д., могут использовать персональные компьютеры [Васильев и др., 1986; и Дотолев и др., 2003].

Пример действующей конфигурации модели СУИС дается на Рисунке 3.8.

РИСУНОК 3.8

Пример действующей конфигурации СУИС



Nat.Spec .Man-3.08

В состав этой модель СУИС входит следующее:

- 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;
- тестовая база данных – это база данных, используемая для испытаний и оценки новой СУИС;
- рабочая база данных – это база данных, используемая для оперативной административной работы;
- картографическая база данных – содержит цифровую 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;
- рабочая станция 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 регуляторного органа.

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 применяется как средство управления использованием радиочастотного спектра (как определено в пункте **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 разрешения, предоставленную регулятором использования спектра. Такие разрешения часто рассматриваются 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, в целях исключения возможности появления помех при повышении эффективности использования спектра.

Пункт **18.1** РР требует, чтобы все передающие станции, установленные или эксплуатируемые частными лицами или предприятиями, действовали на основании лицензии, полученной от администрации, если не принято национальное решение, позволяющее функционировать на основе беспомехового воздействия. Другие положения 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 может (могут) использоваться частотное(ые) присвоение(я), и период действия лицензии. Все эти условия призваны 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 быть определено в другой форме, где отдельный документ разрешает использование нескольких передатчиков или нескольких частотных присвоений. Лицензия также может 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 доступа к сетям общего пользования 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 сетей подвижной связи общего пользования 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 оборудование 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 регламентарным требованиям для соответствующих устройств. Эти регламентарные 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 представление 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, проведенных 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 для потребительского рынка. Существует тенденция передачи ответственности за обеспечение соответствия 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 года Директива R&TTE заменила большее 1000 национальных инструкций и регулирует вывод на рынок и использование такого оборудования. Директива касается всего оборудования, используемого радиочастотным спектром. 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 или они неприемлемы, у производителя есть возможность выйти на рынок, более обстоятельно продемонстрировать, выполнение технических требований. Государства ЕС обязаны публиковать национальные правила получения доступа к радиочастотному спектру, чтобы производители имели полное представление 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 соглашения о взаимном признании. Эти соглашения основаны на взаимном признании сертификатов, знаков соответствия и протоколов испытаний, выданных лабораториями или органами оценки соответствующих сторон в соответствии с правилами 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 принять новое оборудование, более эффективное 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, с малым радиусом действия 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 Отчете МСЭ-R SM.2153 "Технические и эксплуатационные параметры и использование спектра для устройств радиосвязи малого радиуса действия".

3.9 Методы лицензирования

Система выдачи лицензий играет главную роль в любой хорошо структурированной организации по управлению 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 платы 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 взимать с пользователей спектра плату за лицензии на использование частот. Плата может отражать степень использования спектра, защитное отношение спектра по отношению к другим, а также выгоду, получаемую оператором от использования спектра. Уровень платы может использоваться также как способ оптимизации использования спектра. Эта проблема подробно рассмотрена в главе 6.

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

3.9.1 Выдача лицензий некоммерческим пользователям

Некоммерческие операторы – одна из главных категорий пользователей радиосвязи. Эти организации используют радио, потому что оно является необходимым ресурсом для осуществления 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 получения операторами некоммерческих радиосредств лицензии после прохождения соответствующей проверки, 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, радиоловительской 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, или поставщики услуг, и корпоративные, или частные, 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 и радиовещательной службам. Когда электросвязь или радиовещание находятся в монопольном пользовании, решение многих проблем управления использованием полос частот, распределенных этим службам, может быть делегировано администрацией провайдером 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;
- гарантировать, что отрасль в целом эффективно использует и проводные, и радиосети, 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 выделением спектра, предназначенного для этих целей, при условиях, которые гарантируют эффективное его использование.

В случае делегирования управления присвоение частот оператору сети беспроводной связи общего пользования могло бы быть предметом 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 свободен от присвоений других пользователей и был 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, так как можно создать помехи иностранной станции. Когда частота для канала оператором выбрана, администрацию обычно просят сделать формальное назначение, чтобы можно было 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 которых на спектр 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 повышения 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 оконечного 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 применять 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, а 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 предоставлены лицензии 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 зоне 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;
- гарантии того, что не будут создаваться препятствия 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 была объявлена фиксированная плата, 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 присвоения 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 обратной совместимостью.

3.9.5 Выдача лицензий для радиовещательных служб

Радиовещание использует излучения, характеристики которых 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 которых 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 электронного лицензирования, могут включать простую информацию веб-сайта о типах лицензий, требованиях и размерах оплаты и электронные формы заявок. Более сложные системы могут предусматривать онлайн-лицензирование и оплату, а также предоставлять всесторонний набор диалоговых инструментальных средств поддержки (например, компьютерные программы прогнозирования распространения радиоволн и анализа помех), которые претенденты могут 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 информации и понимание различных структур тарифов. Администрации, возможно, должны обеспечить понятные средства помощи претенденту, так что 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 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, невзирая на государственные границы. Пример этого – предоставление услуг спутниковой связи. Провайдер таких услуг часто сталкивается 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 коммерческой, государственной или личной информации, 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 Справочника по компьютерным методам управления использованием спектра, Женева, 2005 год).

СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- БОРОДИЧ, С. В. ЭМС наземных и космических радиослужб (EMC in terrestrial and space radio services). Радио и связь, с. 272.
- БЫХОВСКИЙ, М. А., ПАСТУХ, С. Ю., ТИХВИНСКИЙ, В. О. и ХАРИТОНОВ, Н. И. [2002] Принципы построения государственной автоматизированной системы управления РЧС в России (Principals of development of state automated spectrum management system in Russia). Электросвязь, 8.
- ВАСИЛЬЕВ, А. В., КАГАНЕР, М. Б., РУБИНШТЕЙН, Г. П. и САБУРОВА, З. М. [1986] Автоматизированная система экспертизы электромагнитной совместимости радиорелейных линий, работающих в диапазоне частот 160 МГц (An automatic system for EMC examinations of microwave links operating at the frequency range of 160 MHz). Труды НИИР, 4.
- ДОТОЛЕВ, В. Г., КРУТОВА, О. и СМОЛИЧ, Л. И. [2003] Программный комплекс для управления радиочастотным спектром в службе вещания (Spectrum management software for broadcasting). Электросвязь, 7.
- 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.
- 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.
- PAVLIOUK, 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.
- 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

БЫХОВСКИЙ, М. А. [1993] Частотное планирование сотовых сетей подвижной связи (Frequency planning of mobile cellular systems). Электросвязь, 8.

Документы МСЭ-R

- Rec. ITU-R BS.412 Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF
- Rec. ITU-R BS.597 Channel spacing for sound broadcasting in band 7 (HF)
- Rec. ITU-R BS.638 Terms and definitions used in frequency planning for sound broadcasting
- Rec. ITU-R BS.703 Characteristics of AM sound broadcasting reference receivers for planning purposes
- Rec. ITU-R BS.704 Characteristics of FM sound broadcasting reference receivers for planning purposes
- Рек. МСЭ-R BS.1615 "Параметры планирования" для цифрового звукового радиовещания на частотах ниже 30 МГц
- Rec. ITU-R BS.1660 Technical basis for planning of terrestrial digital sound broadcasting in the VHF band
- Rec. ITU-R BT.417 Minimum field strengths for which protection may be sought in planning an analogue terrestrial television service
- Rec. ITU-R BT.1125 Basic objectives for the planning and implementation of digital terrestrial television broadcasting systems
- Rec. ITU-R BT.1368 Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands
- Рек. МСЭ-R F.382 Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, работающих в диапазонах 2 и 4 ГГц
- Рек. МСЭ-R F.383 План размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи высокой пропускной способности, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц (5925–6425 МГц)
- Рек. МСЭ-R F.384 Планы размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем средней и высокой пропускной способности, действующих в диапазоне 6425–7125 МГц
- Рек. МСЭ-R F.385 Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, действующих в полосе 7110–7900 МГц
- Рек. МСЭ-R F.386 Планы размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне частот 8 ГГц (7725–8500 МГц)
- Рек. МСЭ-R F.387 Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне частот 10,7–11,7 ГГц
- Рек. МСЭ-R F.497 Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне 13 ГГц (12,75–13,25 ГГц)
- Рек. МСЭ-R F.595 Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне частот 17,7–19,7 ГГц
- Рек. МСЭ-R F.635 Планы размещения частот радиостволов, основанные на однородном растре, для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне 4 ГГц (3400–4200 МГц)
- Рек. МСЭ-R F.636 План размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи, работающих в полосе 14,4–15,35 ГГц

Rec. ITU-R F.701	Radio-frequency channel arrangements for digital point-to-multipoint radio systems operating in frequency bands in the range 1.350 to 2.690 GHz (1.5, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4 and 2.6 GHz)
Рек. МСЭ-R F.746	Планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы
Рек. МСЭ-R F.747	Планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в полосе 10,0–10,68 ГГц
Rec. ITU-R F.748	Radio-frequency arrangements for systems of the fixed service operating in the 25, 26 and 28 GHz bands
Рек. МСЭ-R F.749	Планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы, действующих в поддиапазонах в полосе 36–40,5 ГГц
Rec. ITU-R F.1098	Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems in the 1 900-2 300 MHz band
Рек. МСЭ-R F.1099	Планы размещения частот радиостолов для цифровых систем фиксированной беспроводной связи высокой и средней пропускной способности в верхнем участке диапазона 4 ГГц (4400–5000 МГц)
Rec. ITU-R F.1242	Radio-frequency channel arrangements for digital radio systems operating in the range 1 350 MHz to 1 530 MHz
Rec. ITU-R F.1243	Radio-frequency channel arrangements for digital radio systems operating in the range 2 290-2 670 MHz
Rec. ITU-R F.1337	Frequency management of adaptive HF radio systems and networks using FMCW oblique-incidence sounding
Rec. ITU-R F.1496	Radio-frequency channel arrangements for fixed wireless systems operating in the band 51.4-52.6 GHz
Рек. МСЭ-R F.1497	Планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной беспроводной связи, работающих в полосе 55,78–66 ГГц
Рек. МСЭ-R F.1520	Планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы, действующих в полосе частот 31,8–33,4 ГГц
Rec. ITU-R F.1567	Radio-frequency channel arrangement for digital fixed wireless systems operating in the frequency band 406.1-450 MHz
Рек. МСЭ-R F.1568	Планы размещения блоков радиочастот для систем фиксированного беспроводного доступа в диапазонах 10,15–10,3/10,5–10,65 ГГц
Рек. МСЭ-R M.1036	Планы размещения частот для внедрения наземного сегмента Международной подвижной электросвязи (ИМТ) в полосах частот, определенных для ИМТ в Регламенте радиосвязи (РР)
Rec. ITU-R M.1090	Frequency plans for satellite transmission of single channel per carrier (SCPC) carriers using non-linear transponders in the mobile-satellite service
Rec. ITU-R M.1390	Methodology for the calculation of IMT-2000 terrestrial spectrum requirements
Рек. МСЭ-R M.1391	Методология расчета требуемого радиочастотного спектра для спутниковой составляющей ИМТ-2000
Rec. ITU-R SM.669	Protection ratios for spectrum sharing investigations
Rec. ITU-R SM.1049	A method of spectrum management to be used for aiding frequency assignment for terrestrial services in border areas
Рек. МСЭ-R SM.1413	Словарь данных по радиосвязи для целей заявления и координации
Рек. МСЭ-R SM.1599	Определение географического и частотного распределения коэффициента использования спектра для целей планирования частот
Rep. ITU-R BO.633	Orbit and frequency planning in the broadcasting-satellite service

Rep. ITU-R BO.634	Measured interference protection ratios for planning television broadcasting systems
Rep. ITU-R BO.811	Planning elements including those used in the establishment of plans of frequency assignments and orbital positions for the broadcasting-satellite service in the 12 GHz band
Rep. ITU-R BO.812	Computer programs for planning broadcasting-satellite services in the 12 GHz band
Rep. ITU-R BO.814	Factors to be considered in the choice of polarization for planning the broadcasting-satellite service
Rep. ITU-R BS.944	Theoretical network planning
Rep. ITU-R BS.946	Frequency-planning constraints of FM sound broadcasting in band 8 (VHF)
Rep. ITU-R BT.485	Contribution to the planning of broadcasting services
Rep. ITU-R M.319	Characteristics of equipment and principles governing the assignment of frequency channels between 25 and 100 MHz for land mobile services
Rep. ITU-R M.908	Channel requirements for a digital selective-calling system
Отчет МСЭ-R SM.2153	Технические и эксплуатационные параметры и использование спектра для устройств радиосвязи малого радиуса действия

ГЛАВА 4

Контроль за использованием спектра и инспекционный контроль**Содержание**

	<i>Стр.</i>
4.1	Введение..... 112
4.2	Контроль за использованием спектра как составляющая процесса управления использованием спектра 112
4.3	Контроль как вспомогательный инструмент управления использованием спектра 114
4.3.1	Поддержка планирования/технической разработки частот 114
4.3.2	Поддержка лицензирования частот 114
4.3.3	Поддержка обеспечения соблюдения обязательств и валидации регуляторной деятельности..... 114
4.3.4	Проверка баз данных 115
4.3.5	Обнаружение эффектов аномального распространения радиоволн..... 115
4.4	Контроль за использованием спектра, инспекционный контроль и обеспечение соблюдения обязательств как составные элементы процесса управления использованием спектра 115
4.5	Задачи служб контроля за использованием спектра и инспекционного контроля 115
4.5.1	Проверка соответствия технических параметров условиям лицензий 115
4.5.2	Регистрация полос частот и измерение занятости частотных каналов 116
4.5.3	Решение проблем помех 118
4.5.4	Идентификация и устранение несанкционированных излучений..... 118
4.5.5	Содействие в особых случаях, таких как крупные спортивные мероприятия и визиты государственных деятелей 118
4.5.6	Измерение зон покрытия 118
4.5.7	Исследования радиосовместимости и ЭМС 118
4.5.8	Измерения электромагнитного поля 119
4.6	Станции и оборудование для контроля за использованием спектра..... 119
4.6.1	Типы станций контроля за использованием спектра..... 119
4.6.2	Оборудование 120
4.6.3	Автоматическое обнаружение нарушений 120
4.6.4	Интеграция систем контроля за использованием спектра и управления использованием спектра 120

4.1 Введение

В настоящей главе содержится предназначенная специалистам по управлению использованием спектра информация о роли контроля за использованием спектра в поддержке функций управления использованием спектра, таких как планирование и техническая разработка частот, лицензирование и обеспечение соблюдения обязательств в области использования спектра.

В Справочнике МСЭ по контролю за использованием спектра (издание 2011 года) приведены подробные сведения о методах контроля и его автоматизации и типах оборудования, а также базовая информация обо всех видах измерений. Поэтому для получения более полной информации о контроле за использованием спектра читателю следует обращаться к указанному Справочнику.

Радиосвязь становится все более важной составляющей инфраструктуры электросвязи, а следовательно, и экономики страны. По этой причине растет также значимость экономических соображений в управлении использованием спектра на национальном уровне. Эти соображения способствуют повышению экономической, технической и административной эффективности, а также помогают обеспечить работу радиослужб без взаимных помех. Сюда относятся защита служб обеспечения безопасности жизни, защита от рисков, связанных с воздействием электромагнитных излучений, и измерение зоны покрытия.

Специалисту по управлению использованием спектра недостаточно одного только теоретического планирования. По ряду причин для принятия решений о присвоении частот, распределении частот/полос частот и даже содержании национальной политики, регуливающей использование спектра, необходимы также знания о том, как спектр используется на практике.

Контроль за использованием спектра служит опорой для всего процесса управления использованием спектра, позволяя судить о фактическом использовании каналов и полос радиочастот по данным общих измерений, включая статистику доступности каналов и оценку эффективности методов управления использованием спектра. Контроль за использованием спектра можно рассматривать как валидацию деятельности по планированию спектра, то есть проверку действенности текущей политики планирования и выдачу рекомендаций по корректировке при необходимости.

Важными составными элементами системы управления использованием спектра являются инспекционный контроль и исследования. Инспекционный контроль новых лицензированных передатчиков до их ввода в эксплуатацию, определение местонахождения и принятие мер к выключению передатчиков, работающих без разрешений, и устранение помех также необходимы для обеспечения возможности беспомехового пользования спектральным ресурсом.

4.2 Контроль за использованием спектра как составляющая процесса управления использованием спектра

Контроль за использованием спектра играет роль глаз и ушей в процессе управления использованием спектра. Он абсолютно необходим на практике, поскольку в реальном мире наличие разрешения на использование спектра не гарантирует автоматически, что спектр используется так, как предполагалось. Причиной тому 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. Система контроля служит средством проверки и "закрывает 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. Соответственно чтобы достичь целей, которые преследуются при контроле за использованием спектра, осуществлять его следует непрерывно и статистически корректно.

В зависимости от наличия ресурсов в стране следует принять решение о силах и средствах, выделяемых для выполнения каждой из задач контроля. Развивающимся странам особенно рекомендуется участвовать в этом процессе в пределах имеющихся людских и технических ресурсов.

На национальном уровне необходимо определить приоритеты службы контроля за использованием спектра и решить вопрос о целесообразности участия в международной деятельности в этой области

наряду с выполнением национальных задач (например, участие в подготовке к всемирным конференциям по радиосвязи).

Целью контроля за использованием спектра является общая поддержка процесса управления использованием спектра, включая присвоение частот, планирование использования спектра и меры, направленные на обеспечение выполнения обязательств в этой сфере. Конкретные его цели (не обязательно в порядке приоритета) следующие:

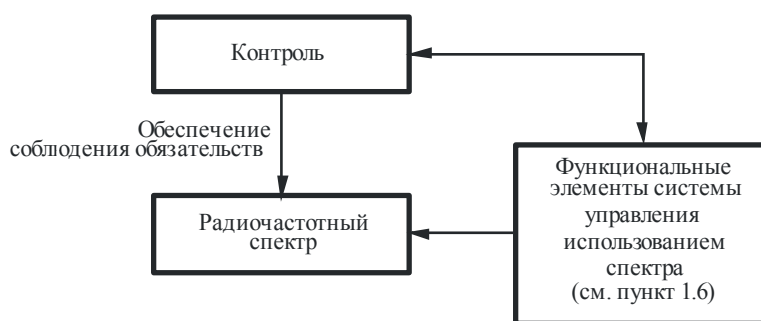
- предоставление администрации, ответственной за управление использованием электромагнитного спектра, полноценной информации о фактическом использовании частот и полос (например, о занятости каналов или чрезмерной загруженности диапазонов), проверка соответствия технических и эксплуатационных характеристик 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 обеспечения беспрепятственной одновременной работы различных радиослужб и станций; минимизация ресурсов, требуемых для развертывания и эксплуатации этих служб электросвязи, и создание условий для экономически выгодной эксплуатации национальной инфраструктуры за счет доступа к услугам электросвязи без помех;
- содействие обеспечению приемлемого качества приема радио- и телевизионных сигналов широкими слоями населения;
- предоставление ценной информации по результатам контроля в рамках программ, проводимых Бюро радиосвязи МСЭ, – например, путем составления отчетов к конференциям радиосвязи, подготовки обращений к администрациям с просьбой устранить вредные помехи или внеполосные излучения, а также содействия администрациям в подборе подходящих частот.

Контроль за использованием спектра помогает определить будущие потребности в спектре.

В упрощенном виде роль контроля за использованием спектра в процессе управления использованием спектра показана на Рисунке 4.1.

РИСУНОК 4.1

**Роль контроля за использованием спектра
в процессе управления использованием спектра**



Nat.Spec.Man-4.01

Спектр используется для всех видов радиопередач. Элементы управления использованием спектра (например, распределение частот, присвоение частот, выдача лицензий и обеспечение соблюдения обязательств в области использования спектра) имеют первостепенное значение для рационального и эффективного использования радиочастотного спектра. Национальные органы управления устанавливают правила использования радиочастотного спектра с помощью присвоений частот, определения правил получения лицензий и т. п.

Служба контроля ведет наблюдение за радиочастотным спектром, а ее операторам вменена обязанность определять соответствие фактического использования спектра политике, установленной различными элементами системы управления использованием спектра.

В ходе такого наблюдения служба контроля за использованием спектра может также предоставлять информацию другим элементам системы управления использованием спектра – например, информацию для реорганизации спектра или о случаях непредвиденного использования спектра. Когда орган по управлению использованием спектра выдает в порядке эксперимента разрешение на эксплуатацию новых служб до выработки политики (регламента) в отношении таких служб, служба контроля может вести наблюдение за опытной эксплуатацией, по данным которого орган управления может скорректировать предлагаемый регламент.

Служба контроля за использованием спектра может обращаться непосредственно к пользователям спектра в случае возникновения помех или технического нарушения национальных или международных правил использования спектра. Выявив помехи или нарушения, операторы службы контроля могут предоставлять подробную информацию о них пользователям, чтобы те могли привести свою работу в соответствие с правилами. Такая деятельность по обеспечению соблюдения обязательств в области использования спектра может осуществляться непосредственно на уровне контроля. Меры могут варьироваться от устных и письменных предупреждений до более строгих санкций, таких как денежные штрафы, конфискация оборудования или отзыв лицензии, в зависимости от серьезности нарушения и готовности нарушителя к сотрудничеству.

4.3 Контроль как вспомогательный инструмент управления использованием спектра

Контроль за использованием спектра служит опорой для всего процесса управления использованием спектра, позволяя судить о фактическом использовании каналов и полос радиочастот по данным общих измерений, включая статистику доступности каналов. Эта информация используется при планировании и присвоении частот, а также позволяет контролировать эффективность этого процесса. Контроль при планировании полезен тем, что помогает специалистам по управлению использованием спектра сравнить фактическую степень загруженности участков спектра с параметрами частотных присвоений, внесенных в базы данных. Контроль за использованием спектра выполняет следующие специфические функции, играющие вспомогательную роль в процессе планирования/технической разработки и присвоения частот.

4.3.1 Поддержка планирования/технической разработки частот

Перечисленные ниже данные контроля за использованием спектра помогают в планировании/технической разработке частот, давая общее представление о фактическом использовании спектра:

- графики занятости полос частот (спектрограммы), которые могут использоваться, например при реорганизации спектра;
- практические данные о возможностях совместного использования частот и радиосовместимости;
- оценки на основе теоретических соображений, например моделей распространения радиоволн.

4.3.2 Поддержка лицензирования частот

Перечисленные ниже данные контроля помогают в лицензировании частот, давая общее представление о фактическом использовании спектра:

- данные о занятости частотных каналов;
- результаты измерения зон покрытия;
- результаты проверки соблюдения условий лицензирования.

4.3.3 Поддержка обеспечения соблюдения обязательств и валидации регуляторной деятельности

Перечисленные ниже данные контроля помогают обеспечивать соблюдение обязательств в области использования спектра:

- результаты всех видов измерения различных технических параметров излучений;
- данные о радиопомехах;
- данные, позволяющие идентифицировать несанкционированное или незаконное использование спектра.

4.3.4 Проверка баз данных

Обеспечение правильности и точности содержимого баз данных управлением использованием спектра представляет первостепенный интерес. Новые присвоения, произведенные по хранящейся в базе данных неточной информации, могут привести к возникновению помех. Данные контроля за использованием спектра могут использоваться для проверки точности баз данных и их обновления.

4.3.5 Обнаружение эффектов аномального распространения радиоволн

Диапазоны ОВЧ и УВЧ подвержены влиянию эффектов аномального распространения радиоволн. Наличие областей высокого атмосферного давления над водными поверхностями могут приводить к образованию атмосферного волновода. Области ионосферы с необычно высокой степенью ионизации также часто вызывают возникновение эффектов аномального распространения, например распространение через спорадический слой E на низких частотах. В результате возникают помехи от удаленных систем, 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 контроль за использованием спектра позволяет оценить необходимость их учета для конкретных систем беспроводной связи. Соответствующее средство для устранения таких помех выбирается для каждого случая отдельно, и качественные данные контроля за использованием спектра оказывают неоценимую помощь в определении причин проблемы.

4.4 Контроль за использованием спектра, инспекционный контроль и обеспечение соблюдения обязательств как составные элементы процесса управления использованием спектра

Эффективное управление использованием спектра отчасти зависит от способности соответствующих органов осуществлять надзор за использованием спектра и обеспечивать соблюдение установленных правил. В основе такого надзора лежат главным образом контроль за использованием спектра и инспекционный контроль радиостанций в месте их нахождения, по итогам которых предпринимаются надлежащие правоприменительные меры. Это служит укреплению и совершенствованию процесса управления использованием спектра.

Следует однако отметить, что термины "контроль за использованием спектра", "инспекционный контроль" и "обеспечение соблюдения обязательств в области использования спектра" не имеют точных определений. Разграничение между "службой контроля за использованием радиочастотного спектра" и "службой инспекционного контроля радиостанций" зависит от конкретной администрации и определяется многолетними юридическими и управленческими традициями. Более того, такие технические достижения, как удаленные радиоблоки (RRH), в будущем могут сделать четкое разграничение между ними невозможным. Кадровые и бюджетные ограничения также могут вынудить к объединению функций контроля за использованием спектра и инспекционного контроля в рамках одной организации. Поэтому в основу приведенных ниже соображений положены задачи и технические средства, а не организационные подразделения.

4.5 Задачи служб контроля за использованием спектра и инспекционного контроля

4.5.1 Проверка соответствия технических параметров условиям лицензий

– Контроль излучений

Регулярный контроль излучений на территории страны на предмет соответствия условиям лицензий с последующим устранением любых нарушений для предотвращения радиопомех. Контролю подлежат такие технические параметры, как частота, ширина полосы частот, девиация частоты и класс излучений.

– Аналогично контролю излучений инспекционный контроль радиооборудования на месте призван обеспечить соблюдение условий лицензии и направлен на предотвращение помех. Конкретный выбор одного из двух этих инструментов определяется технико-экономическими соображениями. При инспекционном контроле измеряются технические параметры передатчика, например его выходная мощность, в месте его нахождения. Более подробная информация об инспекционном контроле содержится в Отчете МСЭ-R SM.2130.

В тех случаях, когда в лицензии определяются особые формы диаграммы направленности антенн для покрытия некоторого географического района, проверка может осуществляться путем контроля за использованием спектра. Проверку диаграмм направленности антенн вещательной ЧМ-радиостанции следует выполнять с применением вертолета. Это необходимо потому, что наивысшая точность достигается при измерениях, в идеале, в условиях распространения радиоволн в свободном пространстве.

– Предэксплуатационная инспекция оборудования

Чтобы убедиться в том, что оборудование, которое будет использоваться, установлено в соответствии с техническими условиями лицензии, в некоторых странах принято проводить так называемые предэксплуатационные инспекции. При этом выполняются те же измерения, что и в ходе обычного инспекционного контроля.

4.5.2 Регистрация полос частот и измерение занятости частотных каналов

Регистрация полос частот направлена на поддержку процессов планирования и технической разработки частот путем предоставления информации о том, кем и как используются те или иные частоты/каналы. Для определения степени занятости всей полосы частот проводят автоматизированные измерения в этой полосе, заданные начальной и конечной частотами, с шагом (или разрешением по частоте), который обычно меньше разнеса каналов. Результаты отражаются на спектрограммах. На Рисунке 4.2 показан пример такого представления результатов измерения в европейском диапазоне SRD (868 МГц). На Рисунке 4.3 показан график занятости полосы частот, основанный на тех же данных контроля за использованием спектра.

РИСУНОК 4.2

Пример измерения полосы частот (спектрограмма)

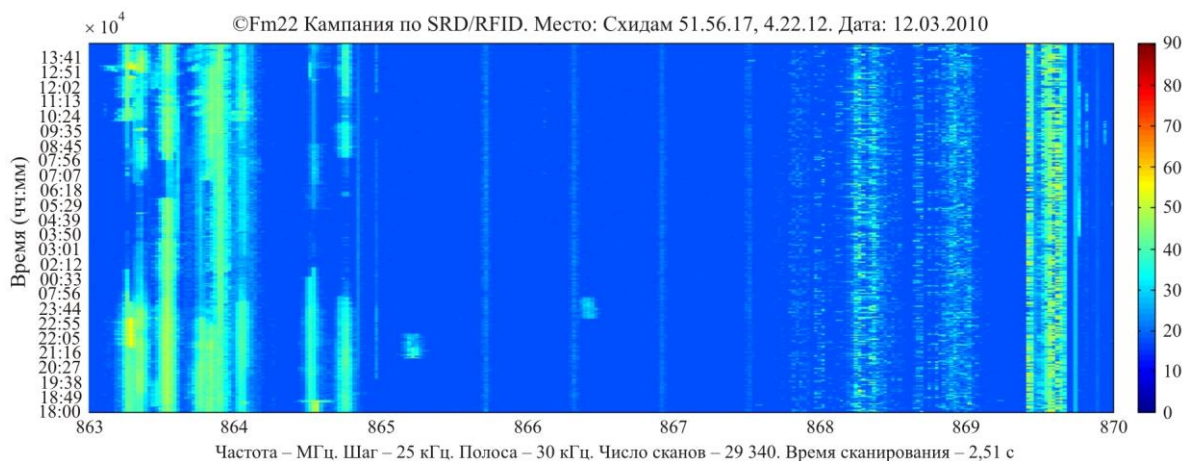
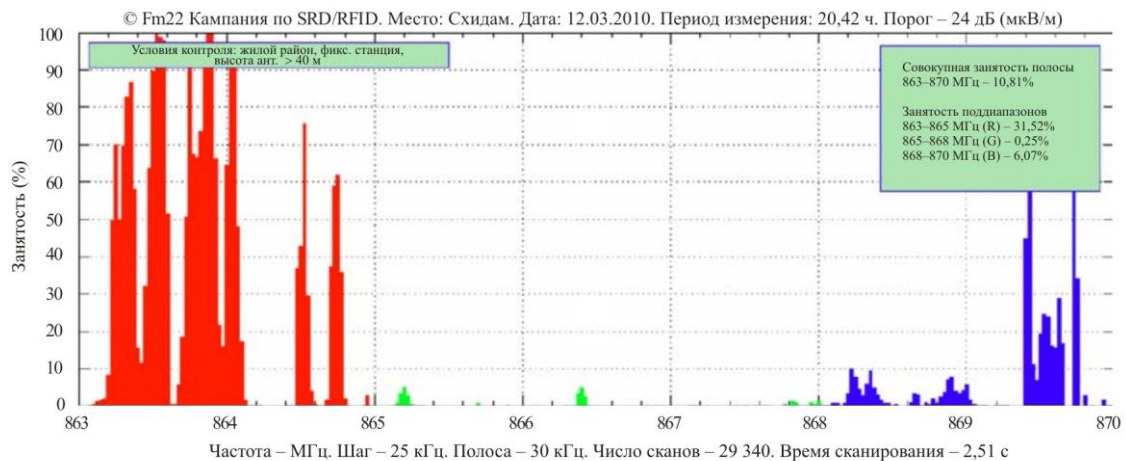


РИСУНОК 4.3
Пример измерения полосы частот (анализ занятости)



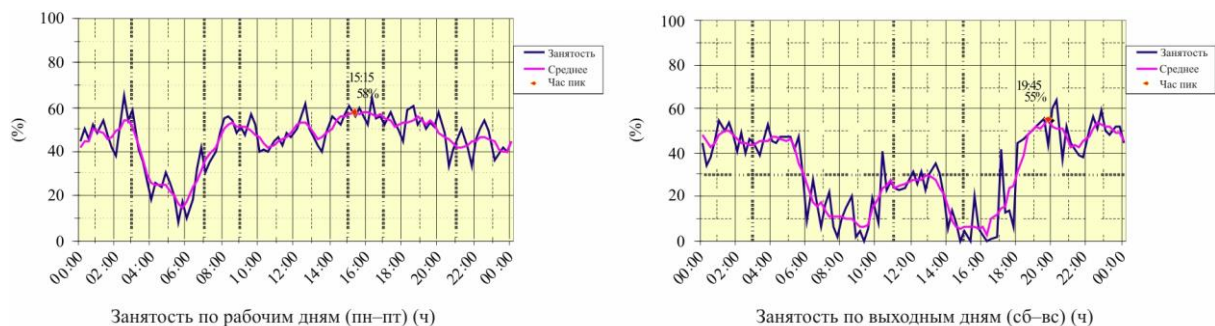
Nat.Spec.Man-4.03

Преимущество такого метода представления в том, что он позволяет быстро получить хорошее (хотя и субъективное) представление о занятости полосы частот. Недостаток состоит в невозможности количественного определения занятости на каждой частоте, а значит, в отсутствии объективной оценки, которую можно было бы непосредственно сравнить с другими результатами. Такую оценку однако можно сделать по дополнительной диаграмме, на которой отображается относительное время занятости каждой частоты.

Чтобы получить информацию о занятости конкретного частотного канала (и одновременно о неиспользуемых частотах) в течение определенного промежутка времени, производят измерения занятости частотного канала (FCO). В ходе таких измерений можно определить минимальную, максимальную или медианную занятость на заданных интервалах (например, 15 минут).

На Рисунке 4.4 показан пример такого измерения занятости частотного канала.

РИСУНОК 4.4
График занятости одного частотного канала



Nat.Spec.Man-4.04

Одним из важных параметров занятости частотного канала является так называемый час наибольшей нагрузки. В приведенном выше примере час наибольшей нагрузки в рабочие и выходные дни отличается. Все это зависит от типа службы, работающей в частотном канале. В данном случае канал используется службами такси.

Более совершенные методы измерения позволяют также определить, сколько каналов радиосистемы задействовано одновременно.

4.5.3 Решение проблем помех

В свете возрастающей роли радиосвязи во всех областях жизни оперативное и эффективное расследование и устранение помех приобрело экономическую значимость. Особый приоритет должен быть отдан устранению помех для служб безопасности, таких как воздушные службы, полиция и пожарная охрана.

Даже если пользователь, испытывающий воздействие помех, может быть лучше всего осведомлен об особенностях их возникновения и технических параметрах, в большинстве случаев источник помех радиоприему не может быть идентифицирован оператором приемного оборудования. Поэтому жалобы на помехи зачастую требуют действий со стороны органа по управлению использованием спектра, направленных на идентификацию источника помех и принятие надлежащих мер для их устранения.

4.5.4 Идентификация и устранение несанкционированных излучений

Незаконное использование радиочастотного спектра, не соответствующее установленному плану, – одна из причин возникновения помех. Поэтому организация по управлению использованием спектра должна принимать достаточные меры против незаконного использования спектра, осуществляя регулярные наблюдения. Цель пресечения несанкционированных излучений состоит не только в том, чтобы предотвратить радиопомехи, но и в том, чтобы гарантировать получение дохода, поскольку плату за использование спектра вносят только санкционированные пользователи. Регуляторный орган должен принимать необходимые меры защиты путем выполнения измерений и применения надлежащих процедур. Следует подчеркнуть, что в случае необходимости конфискации незаконного оборудования требуется очень тесное сотрудничество с другими органами власти. Персонал, проводящий исследования, должен собрать всю информацию, которая может потребоваться для принятия правовых мер, таких как конфискация, наложение штрафов и судебное преследование.

4.5.5 Содействие в особых случаях, таких как крупные спортивные мероприятия и визиты государственных деятелей

В ходе визитов государственных деятелей, соревнований "Формула-1" и других крупных мероприятий в ограниченном объеме пространства используется большое количество радиооборудования. Его пользователи зачастую не осведомлены о необходимости получения частотного присвоения для него или невозможности использования ими одних и тех же частот во всех странах. В целях предотвращения помех и немедленного вмешательства при их возникновении целесообразно организовать присутствие службы контроля за использованием спектра в месте проведения мероприятия, которая могла бы вести наблюдение, а в случае возникновения помех – в кратчайшие сроки их расследовать и устранять. Первостепенную важность в этом контексте имеет тесное сотрудничество с персоналом, ответственным за частотные присвоения.

4.5.6 Измерение зон покрытия

Если условия лицензии для новой сети содержат требование о том, что в определенный период времени эта служба должна быть доступна всем пользователям в некотором географическом районе страны, служба контроля за использованием спектра может проверять соблюдение этого требования путем измерений. Следует отметить, что зона покрытия в данном районе не может быть измерена напрямую. Можно однако проверить результаты, предсказанные средствами планирования.

Измерение зон покрытия радиостанции включает измерение таких параметров, как напряженность поля, и параметров качества, таких как коэффициент ошибок по битам (BER) и мощность в соседнем канале. Специалисты по управлению использованием спектра должны дать четкое определение зоны покрытия – например, задается ли она просто превышением определенного значения напряженности поля или же предполагает возможность пользования услугой с заданным уровнем качества.

4.5.7 Исследования радиосовместимости и ЭМС

Прежде чем распределять частоты новой радиосистеме, необходимо обеспечить ее совместимость с уже действующими радиосистемами и другими электронными устройствами. Чисто теоретических исследований радиосовместимости зачастую недостаточно. К выполнению необходимых практических исследований может привлекаться служба контроля за использованием спектра.

4.5.8 Измерения электромагнитного поля

Измерения электромагнитного поля, излучаемого радиопередатчиками, производятся в целях выявления рисков для здоровья человека, связанных с воздействием электромагнитных полей. Уровень воздействия электромагнитных полей на человека важно измерять вблизи от мощных передатчиков и в местах пребывания особо восприимчивых категорий населения, например в школах и больницах. В некоторых странах измерения электромагнитного поля являются составной частью процесса лицензирования.

4.6 Станции и оборудование для контроля за использованием спектра

4.6.1 Типы станций контроля за использованием спектра

В некоторых странах плотность населения значительно колеблется – есть ряд густонаселенных областей с интенсивным использованием спектра и большие территории с очень низкой плотностью населения. Отсюда необходимо, чтобы составители технического задания на систему изучили требования к покрытию и определили, нужны ли им данные контроля за использованием спектра по всей стране или же только по наиболее густонаселенным ее областям. Система должна быть спроектирована так, чтобы обеспечить получение результатов там, где это нужно. Развертывание станций контроля за использованием спектра всегда основывается на компромиссе между размерами зоны покрытия и бюджетными ограничениями.

Фиксированные станции контроля часто охватывают большую территорию. Они могут оснащаться приемниками, анализаторами и радиопеленгаторами для требуемого диапазона частот. Основным недостатком фиксированных обслуживаемых станций контроля состоит в том, что они не могут быть развернуты в достаточном количестве из-за финансовых ограничений. Поэтому такие станции часто дополняются автоматизированными станциями с дистанционным управлением. Передовое оборудование таких станций не только позволяет операторам управлять ими дистанционно, но и обеспечивает возможность автоматического выполнения измерений по заданной программе с последующей передачей результатов на обслуживаемую станцию контроля.

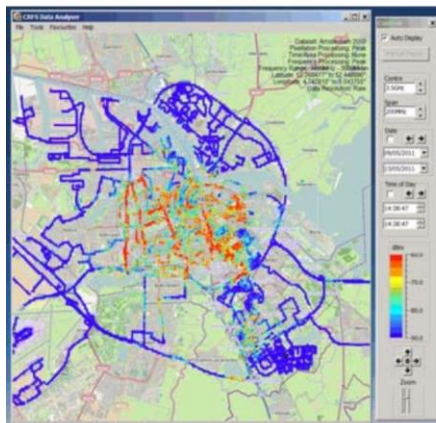
Особый вид фиксированных станций контроля – это космические станции контроля за использованием спектра.

Подвижные станции контроля за использованием спектра предназначены для выполнения всех задач контроля в случаях, когда низкая мощность передатчиков, высокая направленность антенн и особенности распространения радиоволн делают невозможными измерения на фиксированных станциях. Одним из примеров использования подвижных станций контроля является мобильный сбор данных. Подвижные станции могут обеспечивать полностью автоматизированную высокоскоростную регистрацию параметров использования спектра (например, частотной зависимости уровня РЧ-сигнала в полосе частот 20–6000 МГц) для составления подробных карт использования спектра до уровня отдельных уличных адресов, посредством которых регуляторные органы могут обнаруживать и прогнозировать узкие и уязвимые места, а также и выявлять и отслеживать долгосрочные тенденции в использовании спектра. На Рисунке 4.5 показано использование систем WiMax в 2010 году в диапазоне 3,5 ГГц. Когда те же измерения повторили через год, оказалось, что системы WiMax вышли из употребления.

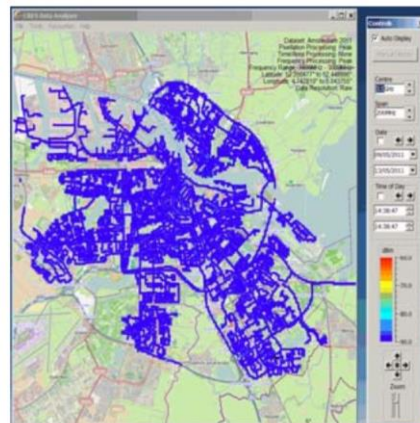
РИСУНОК 4.5

Использование спектра системами WiMax в течение двух лет подряд

2010 год



2011 год



Nat.Spec.Man-4.05

Транспортируемые станции контроля в определенной степени сочетают в себе возможности и преимущества как подвижных, так и фиксированных станций. Оборудование транспортируемых станций обычно устанавливается в аппаратных контейнерах, которые могут развертываться в разных местах.

Ручное оборудование используется для локализации источников радиосигнала в радиусе метров. Такого рода оборудование неизбежно приходится применять при выявлении источников помех и незаконных передатчиков, особенно высокочастотных.

4.6.2 Оборудование

В распоряжении служб контроля за использованием спектра имеется большой ассортимент оборудования для выполнения различных задач. Для разных полос частот требуются разные типы антенн, приемников, анализаторов, радиопеленгаторов и регистраторов данных. В зависимости от конкретных задач может возникать необходимость в различных типах специализированных анализаторов, ориентированных на конкретную систему. Для получения подробной информации о соответствующем оборудовании следует обращаться к главам 2, 3 и 5 Справочника МСЭ-R по контролю за использованием спектра.

4.6.3 Автоматическое обнаружение нарушений

Интегрированная автоматизированная система контроля и управления использованием спектра позволяет, например, выполнять измерения активности сигнала и его технических характеристик (частоты, ширины полосы, пеленга и т. д.), а также сравнивать результаты этих измерений с данными о разрешенных станциях из базы данных системы управления. Этот процесс автоматического обнаружения нарушений позволяет выявлять как неразрешенные, так и разрешенные излучения, характеристики которых отклоняются от разрешенных значений. Система показывает возможные нарушения, требующие дальнейшего подтверждения оператором.

Для успешного автоматического обнаружения нарушений системе необходима полная и достоверная база данных лицензий. Необходимо упомянуть о том, что метод автоматического обнаружения нарушений может хорошо работать в конкретных ситуациях и условиях, но не универсален. Ряд примеров его применения, хотя и под другим названием, дан в Приложении 1 к Отчету SM.2156.

4.6.4 Интеграция систем контроля за использованием спектра и управления использованием спектра

Администрациям, осуществляющим как управление использованием спектра, так и контроль за его использованием, следует рассмотреть возможность использования интегрированной автоматизированной системы с общей реляционной базой данных (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.1537). Такая интеграция позволяет производить обмен информацией между базами данных управления и контроля, ставить задачи

системе контроля со стороны системы управления, передавать результаты контроля в систему управления и пользоваться другими полезными возможностями, такими как удаленный доступ к ресурсам системы.

Однако следует отметить, что вряд ли существует такая интегрированная система контроля и управления использованием спектра, которая бы позволяла решать все задачи контроля за использованием спектра во всех диапазонах частот и в отношении всех применений радиосвязи. Кроме того, стоит иметь в виду, что приобретение интегрированных систем может, по крайней мере в определенной степени, повлечь за собой зависимость от одного поставщика.

ГЛАВА 5

Практика инженерно-технической поддержки использования спектра

Содержание

		<i>Стр.</i>
5.1	Введение.....	125
	5.1.1 Важность технических основ.....	125
	5.1.2 Область применения настоящей главы.....	125
5.2	Технические параметры	125
	5.2.1 Технические условия на оборудование и сертификация.....	125
	5.2.2 Параметры обслуживания.....	126
	5.2.3 Качественные показатели.....	130
5.3	Средства инженерно-технического анализа	132
	5.3.1 Модели распространения радиоволн	132
	5.3.2 Топографические данные	137
	5.3.3 Выбор модели распространения.....	138
	5.3.4 Антенны и эталонные диаграммы направленности.....	138
5.4	Анализ помех.....	147
	5.4.1 Помехи по совмещенному каналу	148
	5.4.2 Помехи по соседнему каналу	149
	5.4.3 Десенсбилизация.....	150
	5.4.4 Вероятность помех.....	150
5.5	Совместное использование полос частот.....	152
	5.5.1 Технические основы для совместного использования распределенных частот (различными службами)	153
	5.5.2 Совместное использование полос частот сухопутной подвижной и радиовещательной службами.....	159
	5.5.3 Совместное использование частот фиксированной и радиовещательной службами.....	161
	5.5.4 Совместное использование частот с радиолокационными системами	161
	5.5.5 Совместное использование частот с радиоастрономической службой.....	161
	5.5.6 Методы совместного использования систем с расширением спектра.....	162
	5.5.7 Сводная таблица Рекомендаций МСЭ-R по совместному использованию частот службами.....	165

	Стр.
5.6	Защитные отношения..... 165
5.7	Уровни шума 169
5.8	Пределы излучения..... 171
5.8.1	Пределы СИСПР 171
5.8.2	Воздействие электромагнитных полей на здоровье 172
5.9	Основные положения по проектированию радиостанций 173
5.9.1	Проектирование совместного размещения оборудования..... 173
5.9.2	Пример совместного использования инфраструктуры: сотовая сеть 3-го поколения..... 174
	Справочные документы 176
	Библиография..... 176

5.1 Введение

5.1.1 Важность технических основ

Обычно правительства или уполномоченные государственные органы несут ответственность за управление использованием 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 использованием спектра. Они также определяют частоты, которые могут быть присвоены в любом заданном месте.

Нагрузка на радиочастотный спектр растет как из-за ввода в эксплуатацию новых 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 служб электросвязи 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 в ходе инженерно-технических исследований, а правила должны быть сформулированы администрациями с участием заинтересованных организаций – пользователей спектра.

5.1.2 Область применения настоящей главы

В настоящей главе описывается практика инженерно-технической поддержки использования спектра и средства анализа, применяемые в процессе управления использованием спектра. В разделе "Технические параметры" рассматриваются технические условия на оборудование, вопросы сертификации и определения. Раздел "Средства инженерно-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 защитные отношения, шумы, предельные уровни излучения и вопросы проектирования станций.

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 в местах расположения передатчиков и приемников. Обычно в них не нормируется качество услуг – оно 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 и беспроводных телефонов имеется множество других примеров подобных устройств, находящих все большее применение в коммерческом секторе, как, например, локальные радиосети (RLAN) 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 обслуживания

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) несущая частота;
- b) мощность передатчика;
- c) допустимое отклонение частоты;
- d) ширина полосы частот;
- e) нежелательные излучения;
- f) продукты интермодуляции;
- g) чувствительность радиоприемников.

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 электросвязи от регуляторных 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 в целях 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. Вместе с ними также рассматриваются параметры приемников.

a) Несущие частоты

Чрезвычайно важно гарантировать такое положение дел, при котором рабочие частоты передатчиков соответствовали бы присвоенным. В противном случае помехи другим службам почти неизбежны.

b) Мощность передатчика

Мощность передатчика определена в Статье 1 Регламента радиосвязи в одной из следующих форм: пиковая мощность огибающей, средняя мощность или мощность 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.

c) Допустимые отклонения частоты передатчиков

Допустимое отклонение частоты определяется в Статье 1 Регламента радиосвязи (PP) 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 достаточно малым, чтобы уменьшить помехи в общем канале, вызываемые тоном биений между смещенными по частоте несущими.

В однополосных радиотелефонных сетях, где на одной частоте работает 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 определены максимальные значения допусков для различных категорий передатчиков. Рекомендация ITU-R SM.1045 содержит подробное описание значений допусков, достижимых 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 однополосной передачи средней мощностью для любой другой передачи, 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 обеспечивала наиболее эффективное использование 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 ITU-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 с иллюстрацией на примерах.

Излучение за пределами необходимой полосы частот называют нежелательным. Ширина занимаемой полосы частот определяется положением пункта 1.153 РР как "ширина такой полосы частот, за нижним и верхним пределами которой каждая из излучаемых *средних мощностей* равняется определенному проценту $\beta/2$ от всей *средней мощности* данного излучения. Если в какой-либо 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 как "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".

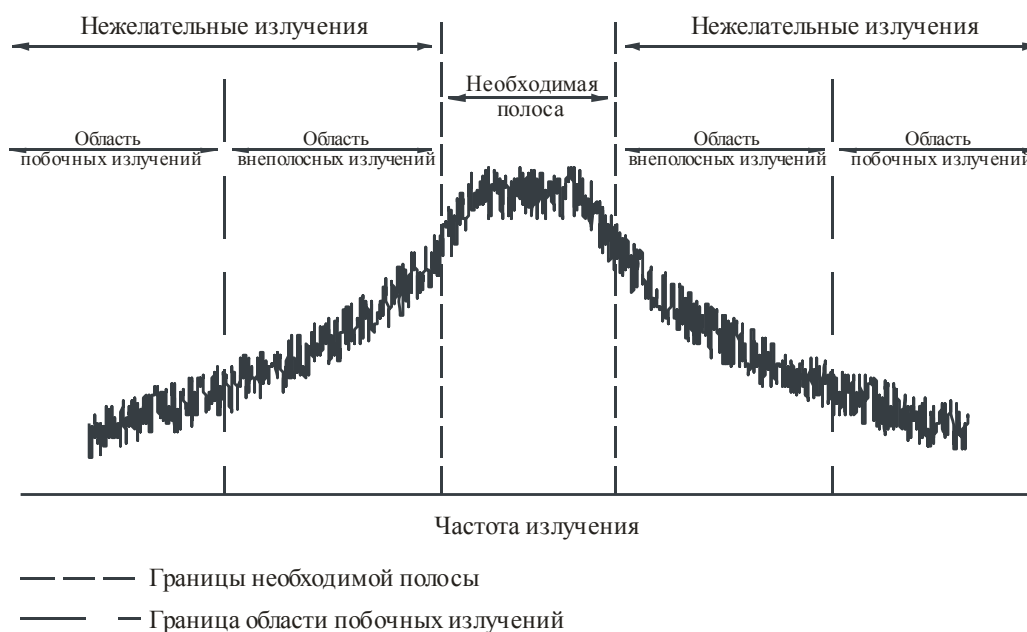
Дальнейшие указания по ширине полосы частот для отдельных излучений можно отыскать в Рекомендации МСЭ-R SM.328. В Справочнике МСЭ-R по контролю за использованием спектра также приведено руководство для практического измерения ширины полосы частот.

е) 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



Nat.Spec.Man-5.01

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

Область побочных излучений – это диапазон 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 в области внеполосных излучений, так же как и в области побочных излучений.

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

Приложение 3 РР содержит предельные уровни побочных излучений для различных радиослужб. Дополнительные данные о нежелательных излучениях в области побочных излучений представлены в Рекомендации МСЭ-R SM.329.

Общий метод определения необходимой полосы пропускания и сведения о характеристиках внеполосных 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 инженерно-технических аспектов использования спектра, касающихся нежелательных излучений, является воздействие излучений в области внеполосных 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 ITU-R SM.1540.

г) Продукты интермодуляции

Продукты интермодуляции появляются, когда в нелинейное устройство поступают два или более сигналов. 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 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 подавить 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. При совместном размещении большого количества передатчиков на одной станции может потребоваться учет составляющих более высоких порядков.

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 следующих параметров:

- мощности мешающего передатчика;
- переходного затухания антенны;
- потери преобразования – отношение мощности мешающего сигнала от внешнего источника к мощности интермодуляционной составляющей, измеренное на выходе передатчика, подвергающегося действию помех, при отключенных частотно-избирательных цепях передатчика;
- 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. В случае 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.

Более подробную информацию и указания относительно интермодуляционных составляющих см. в Рекомендации ITU-R SM.1446 и в Отчете ITU-R SM.2021.

g) Чувствительность радиоприемников

Нижеследующий текст основан на Рекомендации ITU-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 следующим образом.

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

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. Существует зависимость 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. Существует зависимость 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 уровень помехи 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 ошибок по битам для цифровой системы была выбрана вероятность ошибок 10^{-6} . В качестве максимального и среднего коэффициентов ошибок по битам 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 ITU-R SM.851 определяются пороговые уровни помех для курсового радиомаяка инструментальной системы посадки (ILS) воздушных судов, всенаправленного приводного радиомаяка и приемников COM.

5.2.3.6 Телевизионные сигналы

Аналоговое телевидение

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 5-1. Для наземной радиовещательной службы

(телевидения), 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 (телевидения) 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

Цифровое телевидение

В Рекомендации МСЭ-R ВТ.2033 приведены значения защитных отношений для различных каналов систем цифрового телевизионного радиовещания (DVB), требуемые при проведении исследований совместимости базовых станций (БС) LTE и оборудования пользователей (ОП) в диапазонах ОВЧ/УВЧ.

5.3 Средства инженерно-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, использовании 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 километров	Очень ограниченная	Очень большая	В мировом масштабе, радионавигационная и стратегическая связь на большие расстояния
НЧ	30–300 кГц	Земная волна, ионосферная волна	Несколько тысяч километров	Очень ограниченная	Очень большая	Радионавигационная и стратегическая связь на большие расстояния
СЧ	0,3–3 МГц	Земная волна, ионосферная волна	Несколько тысяч километров	Средняя	Очень большая	Связь пункта с пунктом на средние расстояния, радиовещательная и морская подвижная связь
ВЧ	3–30 МГц	Ионосферная волна	До нескольких тысяч километров	Широкая	Очень большая	Связь пункта с пунктом на большие и короткие расстояния, глобальное радиовещание, подвижная связь
ОВЧ	30–300 МГц	Пространственная волна, тропосферное рассеяние, дифракция	До нескольких тысяч километров	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 километров 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 километров 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 конечных 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, содержатся 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 определяются 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 учитывать только уровень нежелательного сигнала, который, предположительно, имеет место в течение малой части времени работы. Однако следует отметить, что при наличии нежелательных сигналов (помех) малой продолжительности для обеспечения того же уровня надежности полезного сигнала следует использовать более точные модели.

В этом разделе кратко рассматривается несколько методов распространения радиоволн. Подробнее они рассмотрены в Рекомендациях МСЭ-R серии P.

ОНЧ ($f < 30$ кГц)

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

НЧ (30 кГц $< f < 300$ 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 характерен для областей, где пространственная волна может распространяться не касаясь поверхности земли (огибая 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 ITU-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, пригодном для компьютерных применений.

Вопросы распространения ионосферных радиоволн для частот от 150 кГц до 1,7 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 также большее значение приобретает режим ионосферной волны.

ВЧ (3 МГц <math>< f < 30 \text{ МГц}</math>)

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 замираниям. 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 ITU-R P.1240). Компьютерная программа REC 533 представляет собой компьютеризированную версию Рекомендации ITU-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 <math>< f < 3 \text{ ГГц}</math>)

В этих диапазонах частот, за исключением самого нижнего участка полосы, распространение 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. Рекомендация МСЭ-R P.1546 пригодна для прогнозирования напряженности поля на трассах связи пункта с зоной для радиовещательной, сухопутной подвижной, морской подвижной и некоторых фиксированных служб (например, служб, использующих системы связи пункта со многими пунктами) в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц. Она предназначена для применения к каналам радиосвязи на сухопутных трассах, морских трассах и/или смешанных сухопутно-морских трассах протяженностью 1–1000 км при эффективной высоте передающей антенны менее 3000 м. Она позволяет получать результаты, совместимые с получаемыми с помощью модели Окумура–Хата, для подвижных служб в городских районах. Помимо расстояния и эффективной высоты антенны, имеются также другие переменные. В этой модели предусмотрены поправочные коэффициенты для прогнозирования ослабления сигнала в пригородных зонах и на открытой местности. Данная модель с соответствующими условиями используется в качестве эталонной в Отчете ITU-R SM.2028-1. Вместе с тем она не относится к конкретной поляризации и является неполной в случае трасс протяженностью менее 1 км. Поскольку эта модель не соответствует требуемому сценарию малой дальности, в ней необходимы поправки на такие явления, как распространение в уличном каньоне, вход в здание, части трассы в помещении и влияние тела.
- Распространение радиоволн над местностью с определенным профилем. Рекомендация ITU-R P.1812 пригодна для прогнозирования распространения сигналов систем радиосвязи, использующих наземные линии связи, на трассах протяженностью от 0,25 км до примерно 3000 км, когда оба терминала находятся на высоте приблизительно 3 км над уровнем земли. Ее

рекомендуется применять в отношении наземных служб связи пункта с зоной в диапазонах ОВЧ и УВЧ. С ее помощью можно прогнозировать зону обслуживания и доступность для определенного уровня полезного сигнала (покрытия), а также ухудшение этих параметров, обусловленное мешающими сигналами (помехами) в совмещенном или соседнем канале. Прогнозы для систем связи пункта с зоной по этому методу состоят из множества прогнозов для линий связи пункта со многими пунктами (точка передачи – точки приема), которые равномерно распределены по национальным зонам обслуживания. Число точек должно быть достаточно большим, чтобы прогнозируемые значения основных потерь при передаче или напряженности поля, полученные таким способом, были разумными оценками средних значений (для конкретных мест) соответствующих величин для элементарных площадей, которые они описывают. В случае необходимости можно произвести детальный расчет параметров распространения радиосигнала на местности, профиль рельефа которой получен из базы топографических данных. Таким образом предполагается, что пользователи этой Рекомендации могут задавать подробные профили рельефа местности (то есть высоты над средним уровнем моря) как функцию расстояний по дуге большого круга (то есть геодезических линий) между терминалами для множества различных мест размещения терминалов (точек приема). В большинстве практических применений этого метода для прогнозирования покрытия и помех на линиях связи пункта с зоной такое предположение предусматривает наличие цифровой базы данных о высотах местности с указанием широты и долготы относительно единого геодезического репера, из которой можно автоматически извлекать профили рельефа местности. Модель Лонгли-Райса (ITS) в настоящее время не рассматривается в Рекомендации ITU-R P.1812. Эта модель, действительная на частотах от 20 МГц до 20 ГГц, которая основана на теории электромагнитных колебаний и данных статистического анализа особенностей рельефа местности и измерений параметров радиосигналов, позволяет спрогнозировать медианный уровень ослабления радиосигнала как функцию расстояния и его изменчивость во времени и пространстве.

Наконец, может оказаться необходимым учет и других механизмов распространения, которые могут привести к возникновению помех. Эти механизмы 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);
- *суперрефракцию и волноводное распространение.* Эти явления рассматриваются в Рекомендациях МСЭ-R P.834 и ITU-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 кроссполяризации, 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), превышаемом 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 можно затем рассчитать "погонное" ослабление согласно Рекомендации МСЭ-R P.838. В Рекомендации ITU-R P.530 приводится метод определения уровня ослабления для других процентов времени на трассе 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 ITU-R P.530 приведены данные,

позволяющие оценить влияние большинства этих явлений. Статистические данные климатических изменений содержатся в Рекомендации ITU-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 ITU-R P.679 (радиовещательная спутниковая служба), Рекомендации ITU-R P.680 (морская подвижная спутниковая служба), Рекомендации ITU-R P.681 (сухопутная подвижная спутниковая служба) и Рекомендации МСЭ-R P.682 (воздушная подвижная спутниковая служба).

Что касается мешающих сигналов, необходимо обращать внимание на явления кроссполяризации, обусловленной гидрометеорами (Рекомендация ITU-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 ITU-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 ITU-R P.618 приведены методы определения потерь сигнала в случаях поглощения в газах и ослабления при прохождении через дождевой фронт. В Рекомендации ITU-R P.618 изложены методы частотного и поляризационного масштабирования статистических данных об ослаблении сигнала, а в Рекомендациях ITU-R P.581 и ITU-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 ITU-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. Методики расчета оценки выигрыша от применения разноса приведены в Рекомендации ITU-R R P.618.

Сцинтилляция – это быстрые флуктуации амплитуды сигнала, вызванные изменениями индекса тропосферной рефракции. В Рекомендации ITU-R P.618 содержится метод прогнозирования для оценки глубины замираний, вызываемых сцинтилляцией и мерцаниями, для 0,01–50% 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 ITU-R P.618 представлен метод оценки избирательности по кроссполяризации (XPD) для частот от 8 до 35 ГГц (и частотного масштабирования до 4/6 ГГц) и углов места на трассе до 60° 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 более подробной информации см. Рекомендацию ITU-R P.1058 "Цифровые топографические базы данных, используемые 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 натурных изысканий. Требуемое разрешение данных о местности зависит от рассматриваемого диапазона частот. Оно может варьироваться от менее 1 м для УВЧ/СВЧ до более 1 км для ВЧ. Точность данных (высоты препятствий) должна быть в пределах от 1 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. Компьютерные программы расчета потерь при распространении могут иметь автоматический доступ к базе данных о местности [Chan, 1991; и 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 в целях получения топографических данных с более высоким разрешением (3 угловых секунды), включая данные о высотах и некоторые сведения об отражении. Эта 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.

5.3.4 Антенны и эталонные диаграммы направленности

Как отмечается в Отчете ITU-R F.2059, характеристики диаграммы направленности антенны – один из главных факторов, определяющих возможность повторного использования частоты или "эффективности использования спектра". Такой вывод сделан по итогам статистических исследований на несколько серийных моделях антенн, используемых в службе фиксированной беспроводной связи пункта с пунктом. Более того, этот вывод можно распространить на большинство служб радиосвязи.

Эталонные диаграммы направленности, определенные в Рекомендациях МСЭ-R, применяются в отсутствие конкретной информации о реальных антеннах, которые используются при исследованиях вопросов планирования. Они представляют собой математические модели, задающие коэффициент усиления гипотетической антенны в каждом пространственном направлении. Обычно они строятся на основании теоретических моделей или экспериментально определенных диаграмм направленности серийных антенн.

5.3.4.1 Краткий пример для службы фиксированной беспроводной связи

В службе фиксированной беспроводной связи (FWS) пункта с пунктом в основном применяются параболические антенны. Основополагающими характеристиками этих антенн являются высокая направленность и линейная поляризация.

При изучении вопросов координации и оценке взаимных помех между системами фиксированной беспроводной связи, а также между станциями таких систем и земными станциями служб космической радиосвязи, работающих в той же полосе частот, может возникнуть необходимость в использовании

эталонных диаграмм направленности антенн служб фиксированной беспроводной связи. В качестве примера такой необходимости можно привести случай отсутствия информации о диаграммах направленности реальных антенн, используемых в проводимом исследовании.

Так, в Рекомендации МСЭ-R F.699 содержатся эталонные диаграммы направленности антенн в диапазоне частот от 100 МГц до 70 ГГц, где коэффициент усиления относительно изотропной антенны при заданном внеосевом угле является функцией диаметра антенны (D) и рабочей длины волны (λ). Кроме того, коэффициент усиления антенны в главном лепестке диаграммы направленности и ширина главного лепестка смоделированы как функция D/λ .

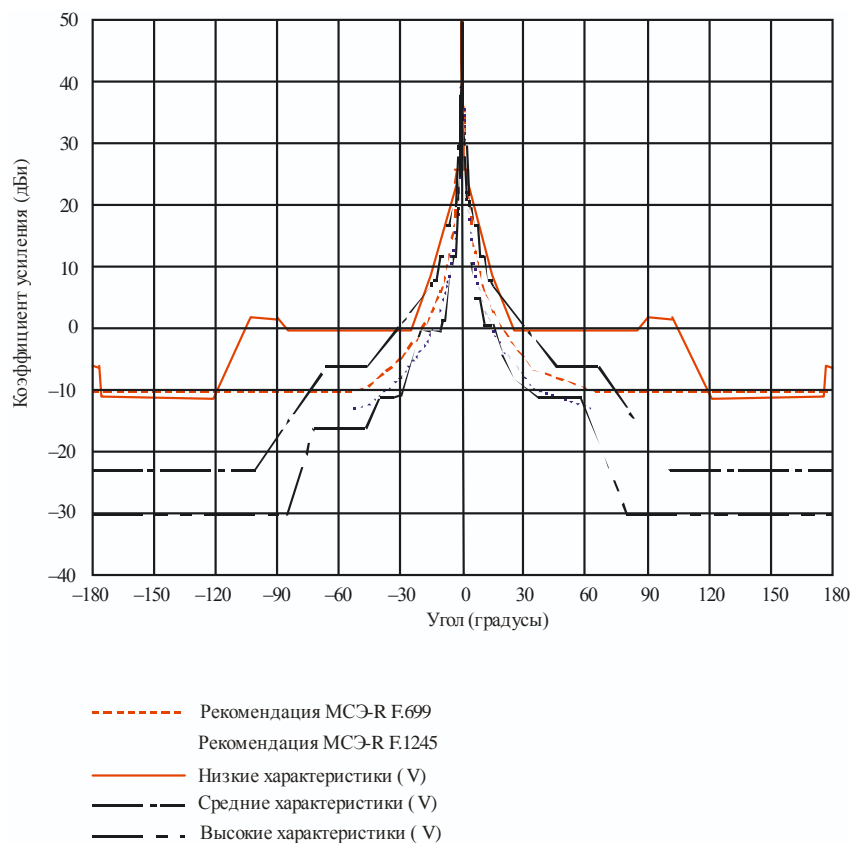
В Рекомендации МСЭ-R F.699 дано максимальное значение мощности огибающей боковых лепестков диаграммы направленности, однако учет этих лепестков при оценке суммарных помех из нескольких источников дает завышенный прогноз относительно наблюдаемых на практике значений. В Рекомендации МСЭ-R F.1245 описана математическая модель усредненной диаграммы направленности, которая необходима в следующих случаях:

- для прогнозирования суммарных помех геостационарному или негеостационарному спутнику от множества радиорелейных станций;
- для прогнозирования суммарных помех радиорелейной станции от множества геостационарных спутников;
- для прогнозирования помех радиорелейной станции от одного или более негеостационарных спутников при постоянно изменяющемся угле, который нужно усреднить.

Сравнение некоторых практических диаграмм направленности антенн и соответствующих им эталонных диаграмм направленности из Рекомендаций МСЭ-R F.699 и F.1245 приведено на Рисунке 5.2.

РИСУНОК 5.2

Антенна диаметром 3 м ($D/\lambda = 114$; коэффициент усиления – 49,8 дБи)
 для связи пункта с пунктом в диапазоне 10,7 ГГц
 (Н – горизонтальная поляризация, V – вертикальная поляризация)



Nat.Spec.Man-5.02

5.3.4.2 Рекомендации МСЭ-R, устанавливающие эталонные диаграммы направленности и другие параметры антенн

В Таблице 5-3 содержится перечень широкого набора Рекомендаций МСЭ-R, устанавливающих эталонные диаграммы направленности, которые должны учитываться при исследовании вопросов совместного использования частот и координации, а также при оценке помех от одного или нескольких источников.

В некоторых из перечисленных Рекомендаций устанавливаются проектные параметры (например, в Рекомендации ITU-R S.580 приведены диаграммы направленности, которые должны обеспечивать новые антенны земных станций, работающих с геостационарным спутником). В Рекомендации МСЭ-R S.1717 подробно описывается формат, в котором администрации могут представлять данные о коэффициентах усиления антенн конкретных земных станций ФСС (в том числе и в электронном виде). Эта информация может понадобиться для некоторых исследований в случаях, когда эталонные диаграммы направленности недостаточно подробны или когда диаграмму направленности требуется уточнить либо разработать с нуля.

5.3.4.3 Предлагаемая практика для администраций

Администрациям рекомендуется документировать измеренные диаграммы направленности реальных антенн, чтобы помочь в разработке новых и совершенствовании имеющихся эталонных диаграмм направленности для использования при исследовании вопросов координации и оценке помех.

Более того, важно делать все возможное, чтобы при проведении таких исследований и оценок использовались диаграммы направленности реальных антенн. А это значит, при проведении исследований

и тогда, когда требуется более подробная информация, необходимо использовать задокументированные диаграммы.

ТАБЛИЦА 5-3

Сводная таблица Рекомендаций МСЭ-R, касающихся эталонных диаграмм направленности и/или характеристик антенн, которые следует учитывать при исследовании вопросов совместного использования частот, координации и планирования и/или при оценке помех

Номер	Название	Служба	Диапазон частот	Антенна/ тип диаграммы направленности	Предмет
ВО.652	Эталонные диаграммы направленности для антенн земных станций и спутниковых антенн радиовещательной спутниковой службы в диапазоне 12 ГГц и для связанных с ней фидерных линий в диапазонах 14 ГГц и 17 ГГц	Радиовещательная спутниковая служба	12 ГГц 14 и 17 ГГц	Антенна земной станции (приемная) Спутниковая антенна (передающая)	Эталонные диаграммы направленности приемных антенн земных станций и передающих спутниковых антенн с совпадающей и кроссполяризацией
ВО.1213	Эталонная диаграмма направленности приемной антенны земной станции для радиовещательной спутниковой службы в полосе частот 11,7–12,75 ГГц	Радиовещательная спутниковая служба	11,7– 12,75 ГГц	Антенна земной станции	Эталонные диаграммы направленности антенн земных станций с совпадающей и кроссполяризацией для РСС
ВО.1296	Эталонные диаграммы направленности антенн приемных космических станций для целей планирования, которые должны использоваться для эллиптических лучей при пересмотре Планов Приложения 30А (Орб-88) Регламента радиосвязи для Районов 1 и 3 в диапазонах 14 ГГц и 17 ГГц	Радиовещательная спутниковая служба	14 ГГц 17 ГГц	Антенна космической станции	Эталонные диаграммы направленности антенн с круговой совпадающей и кроссполяризацией для эллиптических лучей, подлежащие использованию в целях планирования
ВО.1443	Эталонные диаграммы направленности антенн земных станций РСС для использования с целью оценки помех, вызываемых спутниками НГСО в полосах частот, охватываемых Приложением 30 к РР	Радиовещательная спутниковая служба		Антенна земной станции	Трехмерные эталонные диаграммы направленности антенн земных станций РСС, которые могут использоваться при расчете помех, создаваемых негеостационарными спутниками ФСС в антеннах земных станций РСС

ТАБЛИЦА 5-3 (продолжение)

Номер	Название	Служба	Диапазон частот	Антенна/ тип диаграммы направ- ленности	Предмет
ВО.1445	Улучшенные диаграммы направленности с быстрым спадом по краям для спутниковых передающих антенн, соответствующих планам РСС для Районов 1 и 3, приведенным в Приложении S30 PP	Радио-вещательная спутниковая служба		Спутни- ковая антенна	Улучшенные диаграммы направленности спутниковых антенн с совпадающей или кроссполяризацией и быстрым спадом главного лепестка для эллиптических лучей с быстрым спадом по краям, когда такая антенна требуется для проведения исследований в соответствии с Резолюцией 532 (ВКР-97)
ВО.1900	Эталонная диаграмма направленности приемной антенны земной станции для радиовещательной спутниковой службы в полосе частот 21,4–22 ГГц в Районах 1 и 3	Радио-вещательная спутниковая служба	21,4–22 ГГц	Антенна земной станции	Эталонные диаграммы направленности приемных антенн земных станций с совпадающей и кроссполяризацией для РСС, предназначенные для использования при исследовании вопросов совместного использования частот
BS.80	Передающие антенны в ВЧ-радиовещании	Радио-вещательная служба	ВЧ	Ненаправ- ленная антенна Направ- ленная антенна	Руководство по выбору подходящей передающей ВЧ-антенны и диаграммы направленности ВЧ-антенн для использования при проектировании систем и планировании
BS.599	Направленность антенн при приеме звукового радиовещания в диапазоне 8 (ОВЧ)	Радио-вещательная служба	ОВЧ		Характеристики направленности приемных антенн для планирования звукового радиовещания в диапазоне ОВЧ
BS.705	Характеристики и диаграммы направленности передающих и приемных ВЧ-антенн	Радио-вещательная служба	ВЧ	Антенные решетки, логопери- одическая антенна, ромбическая антенна, несиммет- ричный вibrator, многовибра- торная антен- на, квадрант- ная антенна, скрещенный диполь	Формулы расчета характеристик передающих и приемных ВЧ-антенн в целях планирования
BS.1195	Характеристики передающих антенн в диапазонах ОВЧ и УВЧ	Радио-вещательная служба	ОВЧ УВЧ	Антенные решетки, антенные системы	Расчет диаграмм направленности передающей антенны, практические аспекты и программное обеспечение для расчета

ТАБЛИЦА 5-3 (продолжение)

Номер	Название	Служба	Диапазон частот	Антенна/ тип диаграммы направленности	Предмет
BS.1386	Характеристики и диаграммы передающих НЧ- и СЧ-антенн	Радио-вещательная служба	НЧ СЧ	Антенные системы, несимметричные вибраторы, антенные решетки и др.	Характеристики и диаграммы передающих антенн, используемые при оценке качества передающих НЧ- и СЧ-антенн, особенно в целях планирования; практические аспекты
BT.419	Направленность и избирательность по поляризации приемных антенн вещательного телевидения	Радио-вещательная служба	Телевизионные диапазоны I, III, IV, V (Рек. ITU-R BT.417)		Характеристики направленности приемных антенн, используемые для планирования службы наземного телевидения; преимущества использования ортогональной поляризации радиоволн; поляризация излучения в телевизионном радиовещании
BT.1195	Характеристики передающих антенн в диапазонах ОВЧ и УВЧ	Радио-вещательная служба	ОВЧ УВЧ	Антенные решетки, антенные системы	Расчет диаграммы направленности передающей антенны, практические аспекты и программное обеспечение для расчета
F.162	Использование направленных передающих антенн в фиксированной службе, работающей в полосах частот ниже примерно 30 МГц	Фиксированная служба	4–28 МГц	Направленная антенна	Характеристики: направленность, коэффициент усиления, сектор обслуживания, коэффициент направленного действия
F.699	Эталонные диаграммы направленности антенн фиксированных беспроводных систем для использования при изучении вопросов координации и оценке помех в диапазоне частот от 100 МГц до примерно 70 ГГц	Фиксированная служба связи пункта с пунктом (П–П)	100 МГц – 70 ГГц	Направленная антенна	Эталонные диаграммы направленности (максимальное значение мощности огибающей боковых лепестков) для изучения вопросов координации и оценки помех
F.1245	Математическая модель усредненных и родственных диаграмм направленности излучения антенн систем фиксированной беспроводной связи прямой видимости для связи пункта с пунктом, предназначенная для использования при изучении определенных вопросов координации и оценке помех в диапазоне частот от 1 ГГц примерно до 70 ГГц	Фиксированная служба П–П	1–70 ГГц	Направленная антенна	Эталонные диаграммы направленности (усредненные) для изучения определенных вопросов координации и оценки множественных или изменяющихся во времени помех

ТАБЛИЦА 5-3 (продолжение)

Номер	Название	Служба	Диапазон частот	Антенна/ тип диаграммы направленности	Предмет
F.1336	Эталонные диаграммы направленности всенаправленных, секторных и других антенн для фиксированной и подвижной служб в целях применения в исследованиях совместного использования частот в диапазоне от 400 МГц до приблизительно 70 ГГц	Фиксированная служба связи пункта со многими пунктами (П–МП)	400 МГц – 70 ГГц	Всенаправленные и секторные антенны	Эталонные диаграммы направленности (пиковые и усредненные) для изучения вопросов совместного использования частот
		Сухопутная подвижная служба	1–3 ГГц	Направленные антенны с низким коэффициентом усиления	
M.694	Эталонная диаграмма излучения для антенн судовых земных станций	Подвижная спутниковая служба	1518 – 1660,5 МГц	Антенна судовой земной станции	Эталонная диаграмма направленности антенн судовых земных станций для использования при изучении вопросов координации и оценке помех между земными станциями подвижной спутниковой службы и наземными и космическими станциями, работающими в одних и тех же полосах частот
M.1091	Эталонные внеосевые диаграммы направленности для антенн земных подвижных станций, работающих в составе сухопутной подвижной спутниковой службы в диапазоне частот 1–3 ГГц	Сухопутная подвижная спутниковая служба	1–3 ГГц	Антенны транспортируемых или перевозимых земных станций	Эталонная диаграмма направленности, используемая для статистической оценки помех и координации между сухопутными подвижными земными станциями и космическими станциями разных спутниковых систем, использующих одни и те же полосы частот
M.1851	Математические модели диаграмм направленности антенн радиолокационных систем радиопределения для использования при анализе помех	Радиолокационные системы радиопределения	420– 33 400 МГц	Всенаправленная антенна, директорная антенна, параболический отражатель, фазированная антенная решетка	Диаграммы направленности антенн радиолокационных систем радиопределения (пиковые и усредненные) для использования при анализе единичных и суммарных помех
RA.1631	Эталонная диаграмма направленности радиоастрономической антенны для использования при анализе совместимости между НГСО-системами и станциями радиоастрономической службы на основе концепции Э.П.П.М.	Радиоастрономическая служба	150– 5000 МГц 10,6–43,5 ГГц		Математическая модель усредненной диаграммы направленности, используемой при анализе совместимости между НГСО-системами и станциями радиоастрономической службы

ТАБЛИЦА 5-3 (продолжение)

Номер	Название	Служба	Диапазон частот	Антенна/ тип диаграммы направленности	Предмет
RS.1813	Эталонная диаграмма направленности антенны для пассивных датчиков, работающих в спутниковой службе исследования Земли (пассивной), для использования при анализе совместимости в полосе частот 1,4–100 ГГц	Спутниковая служба исследования Земли	1,4–100 ГГц		Эталонная диаграмма направленности антенны для пассивных датчиков спутниковой службы исследования Земли, предназначенная для использования при анализе совместимости
S.465	Эталонная диаграмма направленности антенн земных станций фиксированной спутниковой службы для использования при координации и оценке помех в диапазоне частот от 2 до 31 ГГц	Фиксированная спутниковая служба	2–31 ГГц	Антенна земной станции	Эталонная диаграмма направленности, используемая при изучении вопросов координации и оценке помех между земными станциями ФСС и станциями других служб, работающих в одной и той же полосе частот, а также при изучении вопросов координации и оценке помех между системами ФСС
S.580	Диаграммы направленности, предназначенные для использования в качестве нормативных при проектировании антенн земных станций, работающих с геостационарными спутниками	Фиксированная спутниковая служба		Антенна земной станции	Нормы проектирования новых антенн земных станций, работающих с геостационарными спутниками
S.672	Диаграмма направленности спутниковой антенны, применяемая в качестве нормативной при проектировании фиксированной спутниковой службы, использующей геостационарные спутники	Фиксированная спутниковая служба		Антенны с одним облучателем и лучом круглого или эллиптического сечения Антенны с несколькими облучателями и лучами специальной формы	Эталонные диаграммы направленности спутниковых антенн для использования в качестве нормативных
S.731	Эталонная диаграмма направленности излучения земной станции для кроссполяризации, предназначенная для использования в процессе координации частот и для оценки помех в диапазоне частот от 2 до примерно 30 ГГц	Фиксированная спутниковая служба	2–30 ГГц	Антенна земной станции	Эталонная диаграмма направленности антенн земной станции с кроссполяризацией, используемая при изучении вопросов координации частот и оценке помех между земными станциями ФСС и станциями других служб, работающих в одной и той же полосе частот, а также при изучении вопросов координации и оценке помех между системами ФСС

ТАБЛИЦА 5-3 (продолжение)

Номер	Название	Служба	Диапазон частот	Антенна/ тип диаграммы направленности	Предмет
S.732	Метод статистической обработки пиков боковых лепестков диаграммы направленности антенны земной станции для определения превышения огибающих эталонных диаграмм направленности антенн и условий приемлемости какого-либо превышения	Фиксированная спутниковая служба		Антенна земной станции	Метод статистической обработки пиков боковых лепестков диаграммы направленности антенны земной станции для определения процентной доли пиков, выходящих за пределы огибающих эталонных диаграмм направленности из соответствующих Рекомендаций МСЭ-R, а также условий, при которых диаграмма направленности с такими превышениями считается соответствующей Рекомендациям МСЭ-R, допускающим выход за пределы рекомендованных огибающих для некоторой процентной доли пиков боковых лепестков
S.1428	Эталонные диаграммы направленности земных станций ФСС для использования в процессе оценки помех в ситуациях с негеостационарными спутниками в полосах частот между 10,7 ГГц и 30 ГГц	Фиксированная спутниковая служба	10,7–30 ГГц	Антенна земной станции	Эталонные диаграммы направленности земных станций, используемые для расчета помех в случаях подвижных источников помех и/или приемников, испытывающих помехи от ФСС
S.1528	Диаграммы направленности спутниковых антенн для негеостационарных спутников фиксированной спутниковой службы, работающих на частотах ниже 30 ГГц	Фиксированная спутниковая служба	Ниже 30 ГГц	Антенны негеостационарных спутников с несколькими облучателями и лучами круговой или эллиптической формы	Диаграммы направленности, используемые в качестве нормативных при проектировании или при анализе помех
S.1717	Формат файла электронных данных для диаграмм направленности антенн земных станций	Фиксированная спутниковая служба		Антенны земных станций	Формат, в котором администрации могут представлять данные о коэффициентах усиления антенн конкретных земных станций ФСС в электронном виде
S.1844	Эталонная диаграмма направленности при кроссполяризации для станций с линейно поляризованными антеннами очень малой апертуры (VSAT) для частот в диапазоне от 2 до 31 ГГц	Фиксированная спутниковая служба	2–31 ГГц	Антенны земных станций VSAT	Эталонная диаграмма направленности антенны при кроссполяризации, используемая при расчете помех между земными станциями VSAT ФСС и станциями других служб, работающих в одной и той же полосе частот, а также при изучении вопросов координации и оценке помех между системами ФСС

ТАБЛИЦА 5-3 (окончание)

Номер	Название	Служба	Диапазон частот	Антенна/ тип диаграммы направленности	Предмет
S.1855	Альтернативная эталонная диаграмма направленности для антенн земных станций, используемых со спутниками на геостационарной орбите, в целях применения при координации и/или оценке помех в диапазоне частот от 2 до 31 ГГц	Фиксированная спутниковая служба	2–31 ГГц	Антенны земных станций	Эталонные диаграммы направленности антенн земных станций, используемых со спутниками на геостационарной орбите, применяемые при координации и/или оценке между земными станциями ФСС и любой станцией другой службы, использующей ту же полосу частот, либо между системами ФСС
SA.509	Эталонная диаграмма направленности излучения антенны земной станции службы космических исследований и радиоастрономической антенны, предназначенная для использования в расчетах помех, включая процедуры координации, для частот ниже 30 ГГц	Служба космических исследований Радиоастрономическая служба	1–30 ГГц	Большая параболическая антенна	Эталонные диаграммы направленности антенн для прогнозирования помех от одного или множества источников
SA.1345	Методы прогнозирования диаграмм направленности излучения больших антенн, используемых для космических исследований и в радиоастрономии	Служба космических исследований Радиоастрономическая служба			Методы электромагнитного моделирования; анализ с использованием экспериментальных данных
SA.1811	Эталонные диаграммы направленности антенн земных станций службы космических исследований с большой апертурой антенн, используемые для анализа совместимости, связанного с большим числом распределенных источников помех в полосах 31,8–32,3 ГГц и 37,0–38,0 ГГц	Служба космических исследований	31,8–32,3 ГГц 37–38 ГГц	Антенны с большой апертурой Антенны земных станций	Одиночная детерминистическая диаграмма направленности антенны (пиковая) для анализа совместимости и модель коэффициента усиления антенны (усредненная) для статистического анализа совместимости в условиях большого числа распределенных источников помех

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 разноса d между приемником и источником помех (дБи) и $FDR(\Delta f)$ – частотно-зависимого подавления, определяемого величиной Δf , и выражается уравнением

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

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:

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

Краткое описание этих типов помех дается в следующих пунктах. Прочие типы помех (гармонические излучения, побочные излучения, паразитные излучения и продукты перекрестной модуляции) описываются в пункте 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 быть неизвестно, 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 разнеса. Они могут быть выражены в виде параметра разнеса по частоте (ЧР), частотно-зависимого подавления (FDR) или относительной величины защитного отношения по радиочастоте. ЧР является минимальной необходимой величиной разнеса 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 значения 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 разделе 5.6 настоящего Справочника.

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

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

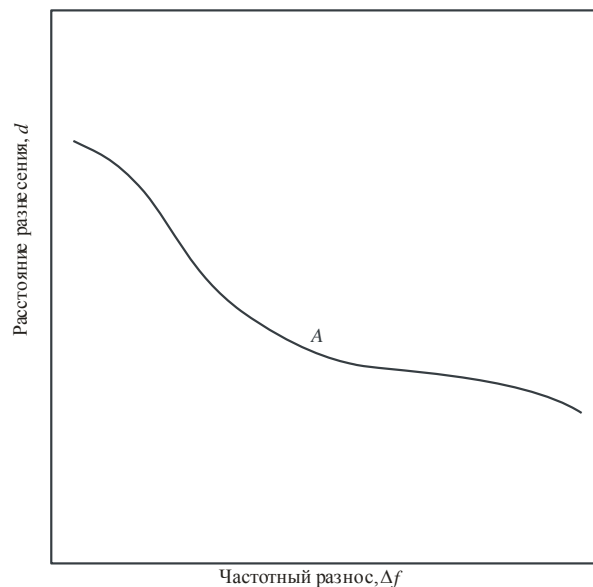
Поясняющая кривая для различных комбинаций значений разнеса и область приемлемых характеристик приемника показаны на рисунке, ниже. Уравнение, описывающее кривую А, имеет вид:

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

Выше кривой расположена область приемлемых характеристик приемника. Ниже кривой расположена область неприемлемых характеристик приемника.

РИСУНОК 5.3

Разнос по частоте и расстояние разнесения. Кривая А описывается уравнением $L_b(d) + FDR(\Delta f) = \xi$. Выше кривой расположена область приемлемых характеристик приемника. Ниже кривой расположена область неприемлемых характеристик приемника



Nat.Spec.Man- 5.03

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 1.166 РР определяет *помеху* как "воздействие нежелательной энергии... на прием в системе радиосвязи, проявляющееся в любом ухудшении качества, ошибках или потере 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, защитного отношения по совмещенному каналу, мощности помехи на выходных зажимах и ослабления интермодуляционных составляющих на пути сигнала между передатчиком и приемником. Вероятность помехи из-за перекрестной модуляции может быть значительно снижена на этапе проектирования для систем фиксированной связи пункта с пунктом, 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 в основных каналах радиоприема;
- излучения гармоник передатчиком в канале приема;
- основного излучения передатчика в побочном канале приема;
- излучения гармоник в побочном канале приема;
- 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 ITU-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 к 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;
- оценки масок передатчика и приемника;
- оценки 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. Любая изменяемая характеристика (диаграмма направленности антенны, излучаемая мощность, трасса распространения и т. д.) задается своей статистической функцией распределения. Вот почему даже очень сложные ситуации можно смоделировать с помощью относительно простых элементарных функций. Можно оптимизировать множество различных систем, например:

- радиовещательные (наземные и спутниковые);
- подвижные (наземные и спутниковые);
- связь пункта с пунктом;
- связь пункта с многими пунктами и т. д.

Принцип действия метода лучше всего объясняется следующим примером, где в качестве единственного механизма воздействия помех предполагаются нежелательные излучения. Вообще говоря, метод Монте-Карло применим и к другим явлениям в области радиосвязи, таким как внеполосные излучения, блокирование приемника и перекрестная модуляция. Некоторые примеры применения этой методики:

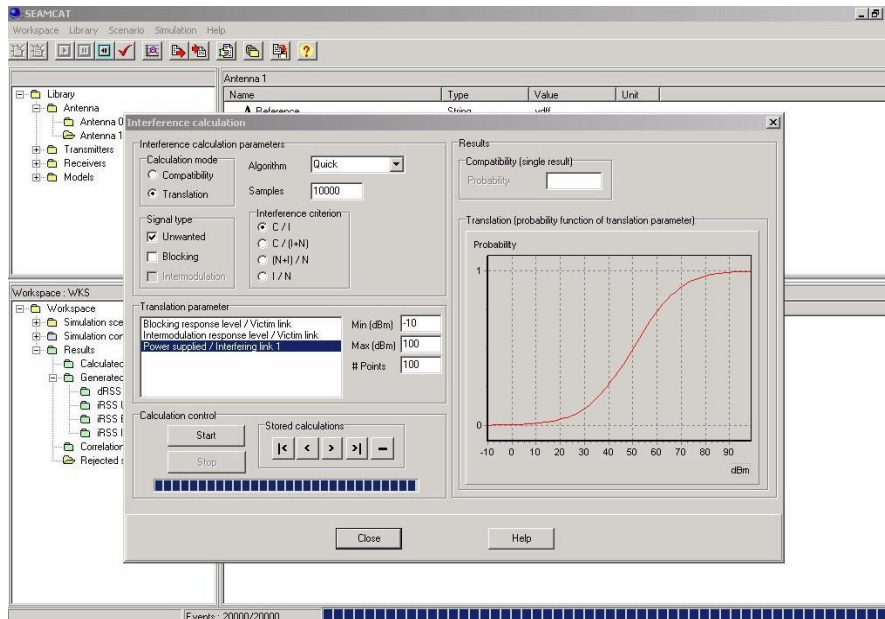
- исследование совместимости цифровой ведомственной системы подвижной связи (TETRA) и GSM на частоте 915 МГц;
- исследование совместного использования систем фиксированной и фиксированной спутниковой служб;
- исследование совместного использования устройств малого радиуса действия (Bluetooth) и RLAN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

Методика, содержащаяся в Отчете ITU-R SM.2028, была применена в пакете программного обеспечения Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool (SEAMCAT®). Пакет SEAMCAT можно получить бесплатно в Европейском бюро связи (ЕСО), а также можно непосредственно загрузить с веб-сайта www.cept.org.

Пакет SEAMCAT обеспечивает полную описанную выше в настоящем разделе функциональность с использованием простого графического интерфейса пользователя. Примеры результатов использования показаны на Рисунках 5.4 и 5.5.

РИСУНОК 5.4

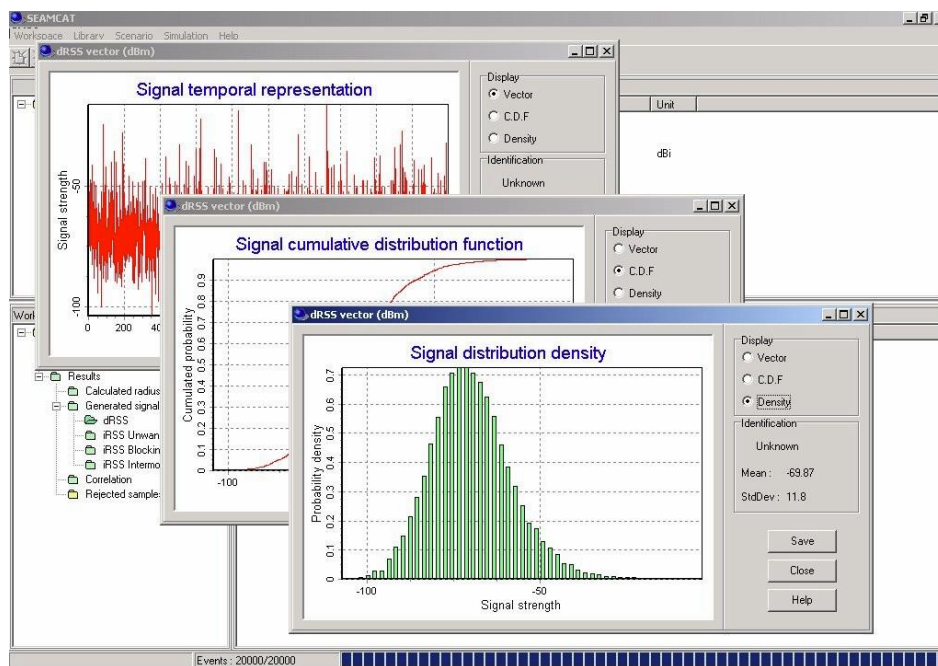
Пример графического интерфейса пользователя пакета SEAMCAT



Nat.Spec.Man-5.04

РИСУНОК 5.5

Еще один пример графического интерфейса пользователя пакета SEAMCAT



Nat.Spec.Man-5.05

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 служб радиосвязи эффективно используют одну и ту же полосу частот. В Статье 1 РР (пункты 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 5-4 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 5-4, необходимо специфицировать отдельные технические характеристики оборудования. Примерами некоторых таких характеристик являются:

- определение географического расстояния 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 ошибок по битам, требование коррекции ошибок;
- согласованные менее строгие технические критерии использования частот для облегчения совместного использования частот.

ТАБЛИЦА 5-4

Методы упрощения совместного использования частот

Разнос по частоте	Пространственное разнесение	Разделение по времени	Разделение сигналов
Лицензированный совместный доступ База данных использования спектра Контроллер доступа к спектру База данных по определению географического местоположения Радиомаяк Зондирование			
Планы распределения каналов Сегментирование полосы частот Системы с быстрой перестройкой частоты – динамический выбор частоты (DFS) Динамическое совместное использование: – динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени ⁽¹⁾ Управление спектральными характеристиками излучения Динамически измененное распределение спектра Ограничение допустимых отклонений частоты Пилотный канал	Совместное использование частот в разных географических пунктах Пространственное разнесение Характеристики антенной системы: – адаптивная антенна (интеллектуальная антенна) – избирательность по поляризации антенны – избирательность диаграммы направленности антенны – секторизация антенны наклон антенны вниз Многостанционный доступ с пространственным разделением каналов (SDMA) Физические преграды и экранирование станции Управление мощностью передатчика (TPC)	Управление рабочим циклом Динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени ⁽¹⁾ Многостанционный доступ с контролем несущей (CSMA)	Кодирование и обработка сигнала Упреждающая коррекция ошибок (FEC) Подавление помех Расширение спектра: – прямая последовательность – скачкообразная перестройка частоты – импульсная ЧМ Коррекция мощности помехи/полосы частот: – по совмещенному каналу – динамический контроль уровня мощности передатчика – ограничение плотности потока мощности (п.п.м.) и спектральной плотности мощности (с.п.м.) (рассеяния энергии). Сложность модуляции Поляризация антенны [Радио с программируемыми параметрами (SDR)]

⁽¹⁾ Динамическое присвоение частот в реальном масштабе времени упрощает совместное использование за счет одновременного задействования частотной и временной области. В связи с этим данный метод представлен в двух колонках таблицы.

Некоторые из указанных в Таблице 5-4 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 полосы 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 (FDMA)

Многостанционный доступ с частотным разделением каналов (FDMA) состоит в назначении каждому пользователю части полосы частот и в ограничении его доступа только к назначенной части. Ортогональность достигается в частотной области.

Управление спектральными характеристиками излучения

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 в усилении 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 разнесение

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.

Характеристика 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, 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. 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 (TDMA)

Метод многостанционного доступа с временным разделением каналов (TDMA) 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 сигнала

Существуют различные методы, обычно называемые кодированием (или кодовой модуляцией) и обработкой сигнала. Кодирование может быть частью процесса модуляции (канальное кодирование, как в методе CDMA), 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 упреждающей коррекции ошибок (FEC) 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 (CDMA)

Модуляция с расширением спектра или CDMA предоставляет значительные преимущества для единообразного совместного использования спектра одной и той же системой или различными системами.

Метод CDMA 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 общие формы – со скачкообразной перестройкой 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 предопределенный повторяющийся код. В приемнике для преобразования сигнала к его первоначальному виду используется тот же самый код.

Преимуществом метода расширения спектра является подавление помех. Коммерческие применения 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 с расширением спектра увеличивается и вероятность возникновения помех. Распространение систем с использованием метода прямой последовательности (DS) 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 (M -QAM) 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;
- разнесения антенн, включая вертикальное пространственное разнесение и/или горизонтальное пространственное разнесение с различными адаптивными схемами сложения разнесенных сигналов;
- частотного разноса, включая переключение в реальном масштабе времени на канал, свободный от ошибок для коррекции изменения задержки распространения;
- устранения или подавления помех/эхо-сигналов и обнаружения других пользователей для борьбы с помехами в реальном масштабе времени;
- (ортогональной) параллельной передачи на многих несущих (OFDM) для борьбы с сильными дисперсионными искажениями для широкополосных сигналов;
- методов предискажения или нелинейной частотной коррекции для устранения 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 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, дается в Рекомендации ITU-R SM.1132.

В пункте 5.5.2 некоторые методы совместного использования рассматриваются на конкретных примерах.

5.5.2 Совместное использование полос частот сухопутной подвижной и радиовещательной службами

Совместное использование полос частот сухопутной подвижной и аналоговой радиовещательной службами с пространственным разнесением в диапазонах ОВЧ и УВЧ описано в Рекомендациях ITU-R SM.851, МСЭ-R М.1767 и ITU-R F.1670. Для обеспечения удовлетворительной работы двух служб указываются максимальные уровни напряженности поля помех на входе приемников.

Для защиты аналоговой телевизионной и звуковой радиовещательных служб от сухопутной подвижной службы, применяющей угловую модуляцию, медианное значение напряженности поля, при котором в случае телевизионного вещания обеспечивается защита от помех, должно соответствовать приведенному в Рекомендации ITU-R BT.417. Это максимальные значения, взятые из собранных в мировом масштабе данных о медианных значениях уровня напряженности поля, обеспечивающего защиту от помех.

ТАБЛИЦА 5-5

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 рассчитываются 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 $T\%$ (от 1 до 10%) времени при высоте антенны 10 м, которое определяется по ныне замененной Рекомендации ITU-R P.370 (см. Рекомендацию МСЭ-R P.1546). A (дБ) – это требуемое защитное отношение для телевизионного вещания, более подробно рассматриваемое в пункте 3.2.3 настоящего Справочника. B – избирательность антенны в 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 ITU-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 5-6

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 – "раздражающая" помеха. При разносе каналов 12,5 и 15 кГц приведенные выше значения следует увеличить на 3 дБ. Для разноса 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 – коэффициент усиления приемной антенны (дБи).

Напряженность поля мешающего передатчика, превышенная в 50% мест в течение 10% времени, определяется по ныне замененной Рекомендации ИТУ-R P.370 (см. Рекомендацию МСЭ-R P.1546). 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 поляризацией.

В случае совместного использования полосы частот (с оценкой 3) сухопутной подвижной и звуковой радиовещательной службами для различных значений разноса частот между несущими частотами двух служб защитные отношения для сухопутной подвижной службы, использующей разнос каналов 12,5 кГц, имеют следующие значения.

ТАБЛИЦА 5-7

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

В Рекомендации ITU-R BT.2033 приведены значения защитных отношений для систем цифрового телевизионного радиовещания (DVB), требуемые в присутствии базовых станций LTE и оборудования пользователей в диапазонах ОВЧ/УВЧ.

Для других значений оценки качества обслуживания и разносов каналов требуются дополнительные исследования.

5.5.3 Совместное использование частот 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 ITU-R SM.851 (для аналоговых систем).

5.5.4 Совместное использование частот 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 локальных радиосетей (RLAN) в диапазоне 5 ГГц, распределенном 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 Совместное использование частот с радиоастрономической службой

В радиоастрономии детектируются сигналы, которые в 10^6 – 10^{12} раз слабее, чем сигналы передатчиков активных служб. По этой причине в общем случае невозможно обеспечить успешное совместное использование частот радиоастрономической службой и любой активной службой, передатчики которой находятся в пределах прямой видимости антенны радиоастрономической станции. Поэтому места расположения радиоастрономических станций специально выбираются так, чтобы свести к минимуму помехи от наземных передатчиков. Эти местоположения обычно находятся на значительном удалении от основных неподвижных источников наземных помех и могут экранироваться возвышениями над окружающей местностью. В некоторых случаях администрации также устанавливают зоны радиомолчания вокруг радиообсерваторий, чтобы защитить последние от сигналов наземных передатчиков.

В некоторых полосах частот, перечисленных в пункте 5.340 PP, действует запрет на любые излучения, и поэтому данные полосы частот совместно используются только пассивными (непередающими) службами. Успешное совместное использование полос частот, распределенных радиоастрономической службе на первичной основе, должно обеспечиваться путем географического разнесения и/или разделения по

времени. Согласно Рекомендации МСЭ-R RA.1513 в совместно используемых полосах частот, распределенных на первичной основе, для радиоастрономической службы допустима потеря данных в размере 2% в результате воздействия помех от любой службы или 5% в результате воздействия помех от всех служб. Хотя географическое разнесение требует отсутствия передатчиков на больших радиусах, в любой конкретной полосе частот по всему миру работает относительно малое количество радиотелескопов, поэтому совместное использование частот все же возможно.

Совместное использование частот радиоастрономическими станциями и передатчиками на борту воздушных судов, а тем более спутниковыми передатчиками невозможно, за исключением некоторых договоренностей о временном разделении.

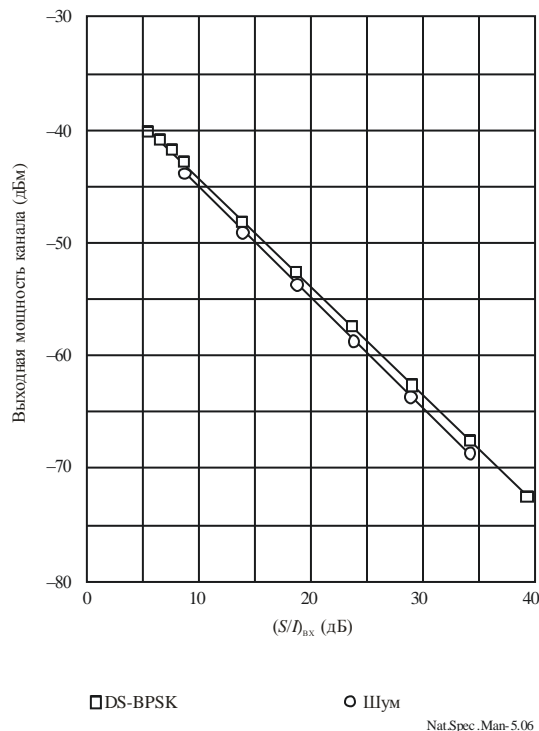
5.5.6 Методы совместного использования систем с расширением спектра

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 ITU-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 ITU-R SM.1055, основанном на данных измерений и результатах моделирования на ЭВМ, показано, что качественные показатели речевых АМ, ЧМ или FDM/ЧМ-сигналов будут такими же, как и при воздействии сигнала расширенного спектра по методу прямой последовательности (DS) или белого гауссовского шума. На Рисунке 5.6 показаны результаты измерений выходной мощности в верхнем канале смоделированной 600-канальной системы с FDM/ЧМ в присутствии шума и мешающего двоичного DS фазоманипулированного (PSK) сигнала. Небольшое различие между кривыми обусловлено тем, что спектральная плотность мощности сигнала DS несколько больше, чем у шума. Качество речевых АМ, ЧМ и FDM/ЧМ-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 5.6

Измеренная выходная мощность канала в зависимости от отношения S/I для системы FDM/ЧМ с DS/BPSK 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. Необходимо отметить, 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 5-8 следует, что существует возможность совмещения в одном канале однополосных систем, то есть 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 5-8

Минимально допустимые потери на распространение (дБ)

Полоса излучения ⁽¹⁾ (кГц)	Помеха		Полезный сигнал					
			АЗЕ		ФЗЕ		Ф8Е	
		АІ	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	0,9
1,4 ⁽²⁾	АЗЕ (АМ)		144	150				
1,5 ⁽²⁾	ФЗЕ (ЧМ)				163	177		
400 ⁽²⁾	Ф8Е (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 систем РС 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 TDMA в дополнение к низкой спектральной плотности используется еще ряд факторов. Энергия, передаваемая в системе TDMA, распределяется по всей полосе частот, используемой AM/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.

5.5.7 Сводная таблица Рекомендаций МСЭ-R по совместному использованию частот службами

ТАБЛИЦА 5-9

Рекомендации МСЭ-R по совместному использованию частот службами

Служба, испытывающая помеху	Источник помехи									
	Радиовещательная служба	Фиксированная служба	Подвижная служба	ССИЗ/СКИ/СКЭ	ПСС	ФСС	Радионавигационная служба	Радиолокационная служба	Метеорологическая/метеорологическая спутниковая служба	Межспутниковая служба
Радиовещательная		SM.851	SM.851							
Фиксированная	SM.851		F.1402	SA.1258 SA.1277 F.1502	M.1469 M.1472 M.1473 M.1474	SF.1006 SF.1486				
Подвижная	SM.851	F.1402		SA.1154 SA.1277						
ССИЗ/СКИ/СКЭ		F.761 F.1247 SA.1277	SA.1154 SA.1277			S.1069 SA.1277 RS.1449			SA.1277	
ПСС				SA.1277					RS.1264	
ФСС		SF.1006 SF.1486	S.1426 S.1427 M.1454	SA.1277			S.1068 S.1151 S.1340			
Радионавигационная					S.1341	S.1151				
Радиолокационная										
Метеорологическая/метеорологическая спутниковая					SA.1158 RS.1264					
Межспутниковая										
РНСС				RS.1347	M.1470					
Радиоастрономическая ⁽¹⁾										
Воздушная	SM.1009									

⁽¹⁾ В Рекомендации ITU-R RA.1031 рассматриваются вопросы защиты радиоастрономических служб в полосах частот, используемых совместно с другими службами.

5.6 Защитные отношения

В пункте 1.170 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 по битам, степень ухудшения качества изображения или разборчивости речи в зависимости от типа излучения.

В Таблице 5-10 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 ITU-R BS.559 и ITU-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 5-10 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 ITU-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 5-10
Защитные отношения (дБ)

Помеха → ↓ Полезный сигнал ↓		Класс излучений	500НА1В			6К00А2В			6К00А3Е			3К00А3Е			5М00С3Ф			7М00С3Ф-8М00С3Ф			1К10Ф1В			16К0Ф3Е			726КФ8Е			1М32Р0N			Шум		
		Параметры	100 бод PW = 10 мс			$m_r = 1$			$m_r = 0,3$			525 строк			625 строк			50 бод PW = 10 мс			24 канала			PW = 5 мкс PRF = 300 pps			Белый гауссовский шум								
Класс излучений	Параметры	Уровень качества ⁽¹⁾	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е	CO	OFF	П р и м е ч а н и е			
500НА1В	BW _{IF} = 500 Гц, 50 бод (S/N) _t = 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											
6К00А2В	BW _{IF} = 8 кГц m _r = 1,0 (S/N) _t = 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											
6К00А3Е ⁽²⁾	BW _{IF} = 8 кГц Δf = 0,5 кГц m _r = 0,3 (S/N) _t = 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	8	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	21	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			
3К00J3Е или 3К00R3Е	BW _{IF} = 2,7 кГц Δf = 0,5 кГц (S/N) _t = 35 дБ	MINIT	25	42	1				20	20	1	42	41	1				30	40	1	35		1	38		1	1	1							
		0,7 AI	-14	-8	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	8		2	-33		2	14	-	2			
		JUQ	-17	0	2				-14	3	2	4	5	2				-6	3	2	0		2	-1		2	-42		2	5	-	2			
5М00С3Ф	BW _{IF} = 6 МГц, 525 строк (S/N) _t = 46 дБ	TASO 2,5				50	15	5	50	15	5				47	25	5					50	15	5											
7М00С3Ф-8М00С3Ф	BW _{IF} = 6 МГц, 625 строк (S/N) _t = 46 дБ	ITU-R 4							58	-	6						52	-	6																
		ITU-R 3							51	-	6							45	-	6															
1К10Ф1В	BW _{IF} = 1050 Гц D _{PK} = ±425 Гц 50 бод (S/N) _t = 18 дБ	P _E = 10 ⁻²	0		1 и 3				2		1	10		4				6		3	0,5		1				-50		1	9	-	1			
		P _E = 10 ⁻⁴	0		1 и 3				3		1	13		4				7		3	1		1				-49		1	13	-	1			
		P _E = 10 ⁻⁶	1		1 и 3				3		1	15		4				8		3	2		1				-48		1	15	-	1			
16К0Ф3Е ⁽²⁾	BW _{IF} = 16 кГц D _{PK} = 5 кГц Δf = 0,5 кГц Компенсация предыскажения (S/N) _t = 22 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													3	3	2	1	1	2	4	4	2			5	-	2				
		JUQ	-1	-1	2													1	1	2	0	0	2	1	1	2			2	-	2				
726КФ8Е ⁽³⁾	24 канала Верхний канал Δf = 44,5 кГц (S/N) _t = 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 5-10:

- (1) PE – 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 АЗЕ и JЗЕ 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 No. AD-A016400).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Получено из кривых передачи, 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 год).

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Оценивалось по Рекомендациям МСЭ-R BT.500* и МСЭ-R BO.600*.

m_i – 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 5-11

Ссылки на данные по защитным отношениям других исследовательских комиссий МСЭ-R

	Рекомендации ⁽¹⁾	Примечания
	ITU-R F.240	Много значений защитных отношений, включая замирания
	ITU-R M.589	Защитные отношения для радионавигации
	ITU-R M.441	Воздушная подвижная (R) (ИКАО, Прил. 10)
	ITU-R BS.638	Защитные отношения для звукового радиовещания РЧ/ЗЧ
	ITU-R BS.560	Защитные отношения для НЧ, СЧ, НЧ звукового радиовещания
	ITU-R BS.641	Защитные отношения для ЧМ звукового радиовещания
	ITU-R BS.412	Защитные отношения для ЧМ звукового радиовещания/ОВЧ
	ITU-R BT.655	Защитные отношения для АМ ТВ

⁽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 приемниках от естественных и искусственных источников (исключая помехи) в диапазоне частот от 0,1 Гц до 100 ГГц, указан в Рекомендации ITU-R P.372. Показатель внешнего шума $F_a = 10 \log f_a$ для различных диапазонов частот представлен сплошной кривой на Рисунках 5.7 и 5.8. Другие представляющие интерес виды шумов показаны пунктирными линиями. Общий рабочий коэффициент шума f определяется как:

$$f = f_a + (l_c - 1)(t_c/t_0) + l_c(l_t - 1)(t_c/t_0) + l_c l_t (f_r - 1), \quad (7)$$

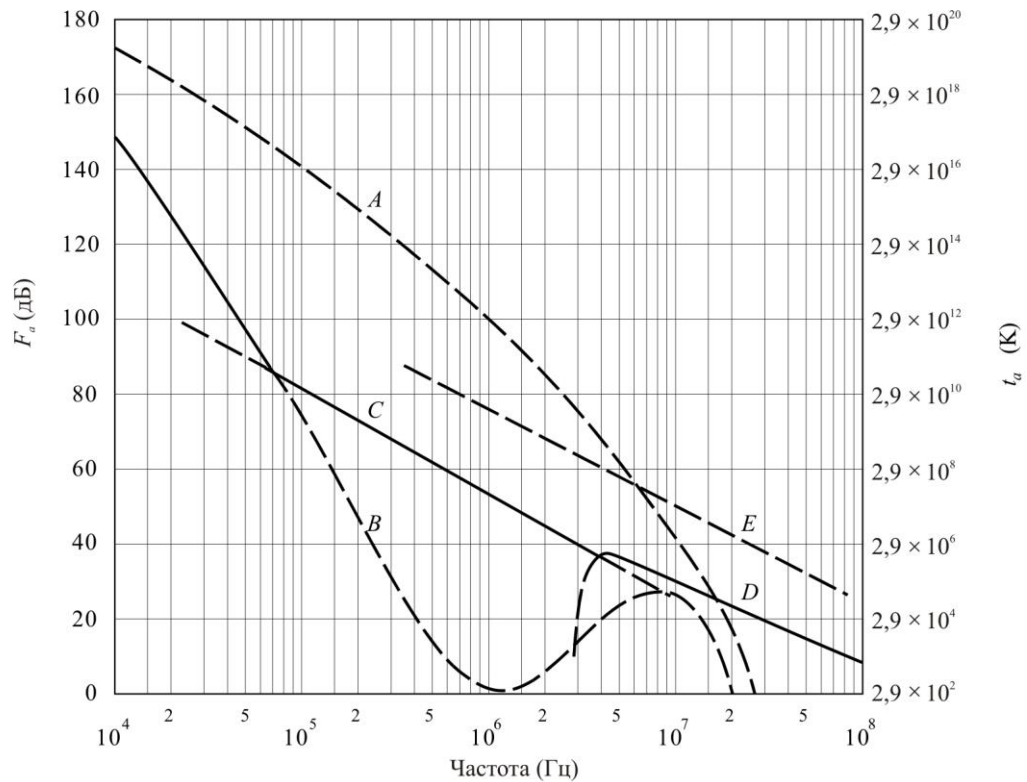
где:

- 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.

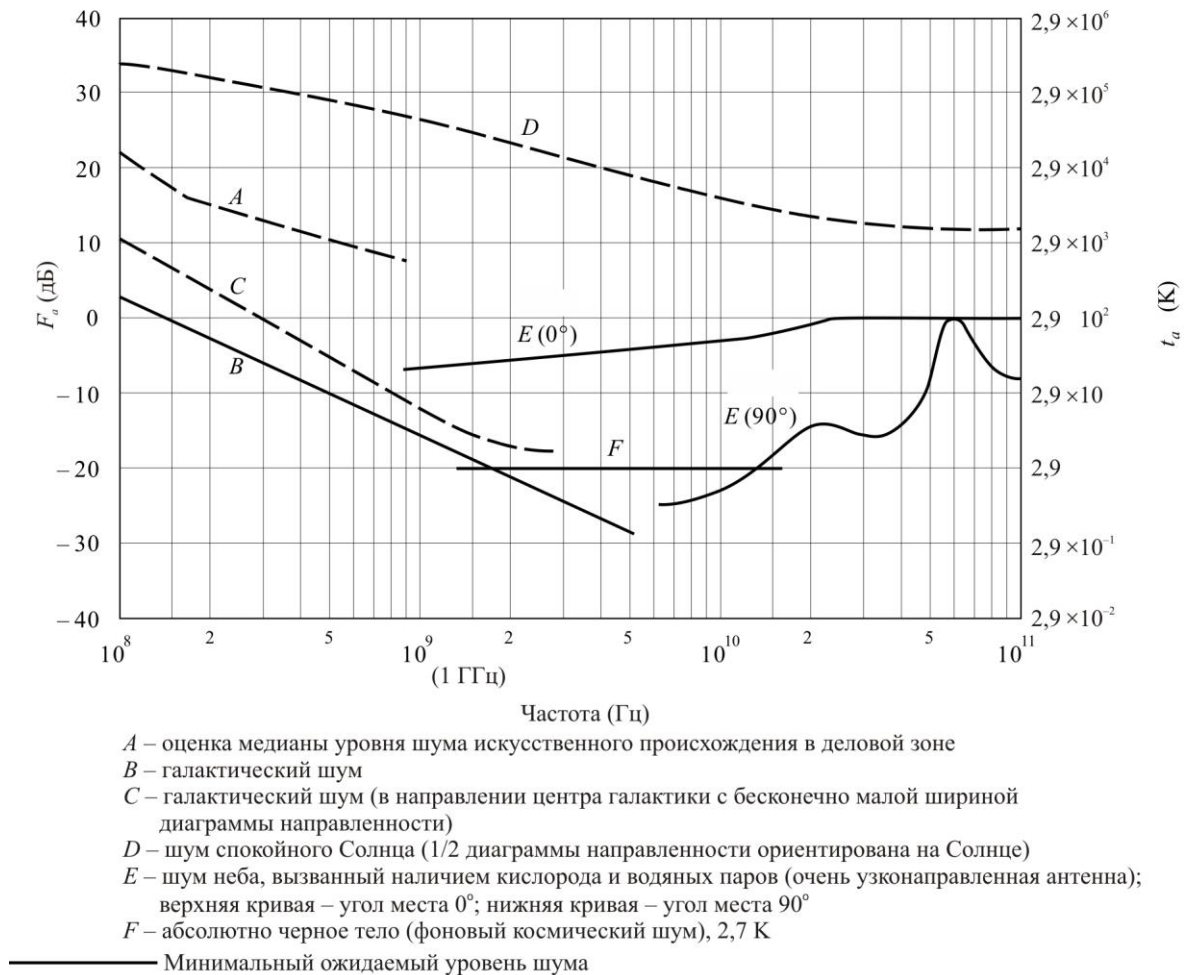
Это исследование показывает, что установки для выработки электрической энергии и распределительные станции могут быть источником сильных помех радиосвязи и что превентивное техническое обслуживание необходимо для снижения шума, мешающего службам радиосвязи.

РИСУНОК 5.7

Зависимость F_a от частоты (от 10^4 до 10^8 Гц)

- A – атмосферный шум, значение, превышаемое в течение 0,5% времени
 B – атмосферный шум, значение, превышаемое в течение 99,5% времени
 C – шум искусственного происхождения, приемник в месте с умеренным уровнем шума
 D – галактический шум
 E – медиана уровня шума искусственного происхождения в деловой зоне
 — Минимальный ожидаемый уровень шума

РИСУНОК 5.8
Зависимость F_a от частоты (от 10^8 до 10^{11} Гц)



Nat.Spec.Man-5.08

5.8 Пределы излучения

5.8.1 Пределы СИСПР

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 (ПНМ), использующее радиочастотную энергию для генерирования теплового излучения для лечения людей, обработки материалов и производства изделий.

В настоящее время ПНМ и другое оборудование, не относящееся к оборудованию связи, использует очень широкий спектр частот. Признанными на международном уровне организациями, разрабатывающими соответствующие стандарты, являются СИСПР, 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 в целях определения характеристик распространения и возможных помех. Предложенные СИСПР предельные значения представлены в Таблицах 5-10 и 5-11. Оборудование разделено на две группы, а каждая группа в свою очередь – на два класса.

Группа 1 включает все виды ПНМ-оборудования, в которых намеренно генерируется и/или используется с применением гальванической связи радиочастотная энергия, которая необходима для внутреннего функционирования этого оборудования.

Группа 2 включает все виды ПНМ-оборудования, в которых намеренно генерируется и/или используется радиочастотная энергия в форме электромагнитного излучения для обработки материалов, а также оборудование электроискровой обработки.

Оборудование класса В – 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 А – 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 ПНМ-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 СИСПР, а другие продолжают применять собственные ограничения. Предельные уровни излучения, приведенные в Рекомендации МСЭ-R SM.1056, связаны с предельными значениями из Публикации 11 СИСПР. Модели помех СИСПР, определенные в Отчете МСЭ-R SM.2180, могут использоваться для оценки совместимости между ПНМ-оборудованием и системами радиосвязи.

В некоторых частотных диапазонах, несмотря на относительно высокий уровень излучения, число подтвержденных жалоб на помехи от ПНМ-оборудования во всех странах невелико, не только в абсолютных цифрах, но и по сравнению с общим числом ПНМ-установок. Основными источниками помех от ПНМ-оборудования являются гармоники частот, распределенных для работы такого оборудования, а также ПНМ-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 изучены не так хорошо и являются предметом проводимых в настоящее время исследований. В частности, этим вопросам посвящены Рекомендация МСЭ-Т К.52, содержащая руководство по соответствию предельным уровням воздействия электромагнитных полей на человека, и Рекомендация МСЭ-Т К.70, касающаяся методов ослабления влияния для ограничения воздействия электромагнитных полей на человека вблизи станций радиосвязи.

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 устойчиво 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 для радиочастотного и сверхвысокочастотного излучения.

Дальнейшие сведения можно получить во Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), (см. ее веб-сайт по адресу www.who.int/).

5.9 Основные положения по проектированию радиостанций

Рост числа радиослужб привел к росту числа требуемых радиостанций 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 служб подвижной связи, работающим в диапазонах ОВЧ и УВЧ.

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. Электромагнитные помехи 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 устраняют 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:

- ржавчину – все материалы должны быть очищены от ржавчины (чтобы избежать возникновения нелинейностей);
- не следует использовать многожильные проводники, поскольку они могут быть подвержены коррозии и приводить к возникновению интермодуляционных составляющих;
- соединения металл–металл должны быть жесткими;
- 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 жесткими и прочными;

- следует избегать линий передачи без оболочки;
- не следует применять соединения голым металлическим кабелем;
- треснувшие изоляторы линий электропередачи (стеклянного типа) – весьма вероятный источник широкополосного шума;
- следует убедиться в том, что все направленные передающие антенны ориентированы в сторону от приемных антенн, чтобы предотвратить выгорание. Необходимо соблюдать 20-метровый разнос во избежание возможного выгорания;
- размещение и разнос антенн подлежат тщательному учету. Часто при проектировании игнорируют нормы минимально допустимого разноса, в результате чего 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. В Отчете ИТУ-R М.2244 описана методика расчета развязки между антеннами для случаев горизонтальной, вертикальной и наклонной конфигурации при проектировании конфигурации антенн совместно размещаемых базовых станций ИМТ сухопутной подвижной службы.

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;
- радиооборудования доступа, базовых станций;
- центрального сетевого оборудования.

Операторы сетей 3-го поколения могут совместно использовать инфраструктуру в целях 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 в целях 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 (касательно степени совмещения) определяют степень уменьшения первоначальных капиталовложений при оптимизации зоны обслуживания при создании сетей 3-го поколения. Это технически осуществимо в рамках международных стандартов (например, ИМТ).
- 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 совмещения 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 деятельности по управлению и техническому обслуживанию;
 - на способность к удовлетворению потребностей каждого из операторов, техническое функционирование и качество обслуживания, что существенно при реализации совместных ресурсов;
 - на выделение доступных ресурсов в конкурентной среде.
- Можно считать, что создание сети стандарта ИМТ 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

- БЕРНОСКУНИ, Ю. В., БЫХОВСКИЙ, М. А., ПЛЕХАНОВ, В. В. и ТИМОФЕЕВ, В. В. [1984] Эффективный метод подавления импульсных полей в тропосферных системах связи (Effective method of suppressing pulse interference in trans-horizon communications systems). *Электросвязь*, 9, с. 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 год) |
| Справочник МСЭ-R | Распространение радиоволн для наземных сухопутных систем подвижной связи в диапазонах ОВЧ/УВЧ (Женева, 2002 год) |
| Справочник МСЭ-R | Сведения о распространении радиоволн для предсказания параметров трассы Земля-космос (Женева, 1996 год) |
| ВКР-2000 Рек. 66 (Пересм.) | Исследование максимально допустимых уровней нежелательных излучений |
| Rec. ITU-R BS.412 | Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF |
| Rec. ITU-R BS.559 | Objective measurement of radio-frequency protection ratios in LF, MF, and HF broadcasting |
| Rec. ITU-R BS.560 | Radio-frequency protection ratios in LF, MF, and HF broadcasting |
| Rec. ITU-R BS.638 | Terms and definitions used in frequency planning for sound broadcasting |
| Rec. ITU-R BS.641 | Determination of radio-frequency protection ratios for frequency-modulated sound broadcasting |
| Rec. ITU-R BT.417 | Minimum field strengths for which protection may be sought in planning an analogue terrestrial television service |
| Рек. МСЭ-R BT.500 | Методика субъективной оценки качества телевизионных изображений |
| Rec. ITU-R BT.655 | Radio-frequency protection ratios for AM vestigial sideband terrestrial television systems interfered with by unwanted analogue vision signals and their associated sound signals |

Рек. МСЭ-R ВТ.656	Интерфейсы для цифровых компонентных видеосигналов в телевизионных системах с 525 строками и с 625 строками, работающих на уровне 4:2:2, описанном в Рекомендации МСЭ-R ВТ.601 (часть А)
Rec. ITU-R ВТ.2033	Planning criteria, including protection ratios, for second generation of digital terrestrial television broadcasting systems in the VHF/UHF bands
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 F.1670	Защита систем фиксированной беспроводной связи от систем наземного цифрового телевизионного и звукового вещания в совместно используемых диапазонах ОВЧ и УВЧ
Rec. ITU-R M.441	Signal-to-interference ratios and minimum field strengths required in the aeronautical mobile (R) service above 30 MHz
Rec. ITU-R M.589	Technical characteristics of methods of data transmission and interference protection for radionavigation services in the frequency bands between 70 and 130 kHz
Рек. МСЭ-R M.1767	Защита сухопутных подвижных систем от наземных цифровых систем видео- и аудиовещания в совместно используемых полосах частот ОВЧ и УВЧ, распределенных на первичной основе
Рек. МСЭ-R P.368	Кривые распространения земной волны для частот между 10 кГц и 30 МГц
Rec. ITU-R P.372	Radio noise
Rec. ITU-R P.452	Prediction procedure for the evaluation of microwave interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz
Rec. ITU-R P.453	The radio refraction index: its formula and refractivity data
Рек. МСЭ-R P.525	Расчет ослабления в свободном пространстве
Рек. МСЭ-R P.526	Распространение радиоволн за счет дифракции
Rec. ITU-R P.530	Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems
Рек. МСЭ-R P.531	Данные об ионосферном распространении радиоволн и методы прогнозирования, необходимые для проектирования спутниковых служб и систем
Rec. ITU-R P.533	Method for the prediction of the performance of HF circuits
Рек. МСЭ-R P.534	Метод расчета напряженности поля при распространении посредством спорадического слоя E
Rec. ITU-R P.581	The concept of "worst month"
Rec. ITU-R P.618	Propagation data and prediction methods required for the design of Earth-space telecommunication systems
Rec. ITU-R P.679	Propagation data required for the design of broadcasting-satellite systems
Rec. ITU-R P.680	Propagation data required for the design of Earth-space maritime mobile telecommunication systems
Rec. ITU-R P.681	Propagation data required for the design of Earth-space land mobile telecommunication systems
Рек. МСЭ-R P.682	Данные о распространении радиоволн, необходимые для проектирования воздушных подвижных систем связи Земля-космос
Rec. ITU-R P.832	World Atlas of Ground Conductivities
Рек. МСЭ-R P.834	Влияние тропосферной рефракции на распространение радиоволн

Рек. МСЭ-R P.836	Водяные пары: плотность у поверхности Земли и общее объемное содержание
Рек. МСЭ-R P.837	Характеристики осадков, используемые при моделировании распространения радиоволн
Рек. МСЭ-R P.838	Модель погонного ослабления в дожде, используемая в методах прогнозирования
Рек. МСЭ-R P.841	Преобразование годовой статистики в статистику наихудшего месяца
Рек. МСЭ-R P.1147	Прогнозирование напряженности поля пространственной волны на частотах между приблизительно 150 и 1700 кГц
Рек. МСЭ-R P.1239	Эталонные характеристики ионосферы, разработанные МСЭ-R
Rec. ITU-R P.1240	ITU-R Methods of basic MUF, operational MUF and ray-path prediction
Рек. МСЭ-R P.1546	Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц
Rec. ITU-R P.1812	A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands
Рек. МСЭ-R RA.1031	Защита радиоастрономической службы в полосах частот, используемых совместно с другими службами
Рек. МСЭ-R RA.611	Защита радиоастрономической службы от побочных излучений
Rec. ITU-R SM.326	Determination and measurement of the power of amplitude-modulated radio transmitters
Рек. МСЭ-R SM.328	Спектры и ширина полосы излучений
Рек. МСЭ-R SM.329	Нежелательные излучения в области побочных излучений
Rec. ITU-R SM.331	Noise and sensitivity of receivers
Rec. ITU-R SM.332	Selectivity of receivers
Рек. МСЭ-R SM.337	Частотный и территориальный разнос
Rec. ITU-R SM.851	Sharing between the broadcasting service and the fixed and/or mobile services in the VHF and UHF bands
Rec. ITU-R SM.852	Sensitivity of radio receivers for class of emissions F3E
Rec. ITU-R SM.853	Necessary bandwidth
Rec. ITU-R SM.1009	Compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-137 MHz
Rec. ITU-R SM.1045	Frequency tolerance of transmitters
Rec. ITU-R SM.1055	The use of spread spectrum techniques
Rec. ITU-R SM.1056	Limitation of radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment
Rec. ITU-R SM.1132	General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations
Рек. МСЭ-R SM.1134	Расчет интермодуляционных помех в сухопутной подвижной службе
Рек. МСЭ-R SM.1138	Определение необходимой ширины полосы частот с примерами ее расчета и соответствующими примерами обозначения излучений
Rec. ITU-R SM.1140	Test procedures for measuring aeronautical receiver characteristics used for determining compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87–108 MHz and the aeronautical services in the band 108–118 MHz

Rec. ITU-R SM.1235	Performance functions for digital modulation systems in an interference environment
Rec. ITU-R SM.1446	Definition and measurement of intermodulation products in transmitter using frequency, phase, or complex modulation techniques
Рек. МСЭ-R SM.1448	Определение координационной зоны вокруг земной станции в полосах частот между 100 МГц и 105 ГГц
Rec. ITU-R SM.1535	The protection of safety services from unwanted emissions
Rec. ITU-R SM.1539	Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329
Rec. ITU-R SM.1540	Unwanted emissions in the out-of-band domain falling into adjacent allocated bands
Rec. ITU-R SM.1541	Unwanted emissions in the out-of-band domain
Rec. ITU-R SM.1542	The protection of passive services from unwanted emissions
Rec. ITU-R SM.1633	Compatibility analysis between a passive service and an active service allocated in adjacent and nearby bands
Report ITU-R M.2244	Isolation between antennas of IMT base stations in the land mobile service
Report ITU-R SM.2021	Production and mitigation of intermodulation products in the transmitter
Report ITU-R SM.2022	The effect on digital communications systems of interference from other modulation schemes
Report ITU-R SM.2028	Monte Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems
Отчет МСЭ-R SM.2153	Технические и эксплуатационные параметры и использование спектра для устройств радиосвязи малого радиуса действия
Отчет МСЭ-R SM.2180	Воздействие промышленного, научного и медицинского (ПНМ) оборудования на службы радиосвязи

Документы МСЭ-Т

Рек. МСЭ-Т К.52	Руководство по соответствию предельным уровням воздействия электромагнитных полей на человека
Рек. МСЭ-Т К.70	Методы ослабления влияния для ограничения воздействия ЭМП на человека вблизи станций радиосвязи
Рек. МСЭ-Т К.91	Руководство по оценке, измерению и мониторингу воздействия радиочастотных электромагнитных полей на человека

ГЛАВА 6

Экономика использования спектра

Содержание

	<i>Стр.</i>
6.1	Введение..... 183
6.2	Традиционные методы финансирования управления использованием спектра 183
6.2.1	Финансирование из государственного бюджета..... 184
6.2.2	Плата за выдачу лицензии и использование спектра..... 184
6.2.3	Прочие сборы 187
6.2.4	Альтернативные методы организации деятельности по управлению использованием спектра..... 187
6.3	Подходы к выдаче лицензий на использование спектра 188
6.3.1	Обслуживание в порядке очередности..... 188
6.3.2	Конкурсы 188
6.3.3	Аукционы..... 189
6.3.4	Лотереи 193
6.4	Установление тарифов на использование ресурсов спектра..... 193
6.4.1	Стимулирующие тарифы на использование спектра..... 194
6.5	Права на использование спектра 197
6.5.1	Определение прав на использование спектра 197
6.5.2	Роль администрации в определении прав на использование спектра..... 198
6.5.3	Срок действия лицензий..... 198
6.5.4	Передаваемые права на использование спектра 199
6.5.5	Вторичный рынок 199
6.5.6	Регулирование изменений в финансировании управления использованием спектра 200
6.5.7	Затраты на перераспределение спектра (как метод управления использованием спектра)..... 200
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	Опыт установления тарифов на использование спектра (Новая Зеландия)..... 201
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	Стоимость перераспределения спектра (Франция) 202
1	Побудительные мотивы решения о перераспределении спектра..... 202
2	Стоимость перераспределения 202
3	Вычисление стоимости перераспределения с использованием остаточной балансовой стоимости 203
3.1.	Оценка расходов пользователя при освобождении полосы частот..... 203

	Стр.	
3.2	Остаточная балансовая стоимость V_{cr}	203
3.3	Затраты на модернизацию оборудования.....	203
3.4	Расчет затрат на перераспределение.....	203
4	Вычисление стоимости перераспределения с использованием остаточной рыночной стоимости.....	204
5	Фонд перераспределения и процедуры перераспределения.....	205
5.1	Фонд перераспределения.....	205
5.2	Процедуры перераспределения.....	205
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	Пример аукциона на право использования спектра (Республика Корея).....	207
1	Введение.....	207
2	Историческая справка.....	207
3	Метод проведения аукциона.....	207
4	Процесс проведения и результаты аукциона на право использования спектра.....	208
5	Заключение.....	208
	Библиография.....	209

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 создает проблемы с присвоением частот, которые многие администрации оказались неспособны разрешить традиционными методами управления использованием спектра, что в свою очередь вызывает 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 (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;
 - вклада каждого подхода в совершенствование управления использованием спектра и повышение 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. Существует множество различных механизмов финансирования (см. ниже), однако они всегда должны основываться на соответствующем национальном законодательстве. Часто администрации используют:

- финансирование из государственного бюджета;
- плату, взимаемую с пользователей в установленном размере;
- распределение спектра по результатам проведения конкурсов.

На определенном этапе развития системы управления использованием спектра большинство администраций применяли один из этих методов или их комбинацию 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 <http://www.cept.org/ecc/>.

6.2.1 Финансирование из государственного бюджета

Этот метод, пожалуй, 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 проще всего, вероятно, будет финансировать ее из средств государственного бюджета. Однако с увеличением степени использования спектра возрастают требования к системе управления его использованием, что влечет за собой 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 Плата за выдачу лицензии и использование спектра

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 радиосредств³⁵. Поэтому многие администрации пришли к необходимости введения единовременных сборов за выдачу лицензии на использование частот, чтобы компенсировать затраты на управление использованием спектра. Плата может взиматься со всех или с некоторых пользователей радиосредств. Наиболее распространены две формы взимания единовременной и периодической платы за пользование спектром:

- простой сбор;
- сбор на возмещение затрат.

На практике простой сбор можно рассматривать как вариант сбора на возмещение затрат, 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.

Примеры применения практики сборов за пользование частотами можно найти на веб-сайте ИК2 МСЭ-D³⁶.

Недостаток административных сборов в том, что размер взимаемой платы в общем случае не отражает ценность спектра. Это может давать потенциальным держателям лицензий неверные стимулы в отношении объема спектра, на который они претендуют.

6.2.2.1 Простой сбор

В случае простого сбора администрация устанавливает цену за лицензию на использование частот, которая может быть единой для всех видов лицензий или же может меняться в соответствии с определенными критериями. 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. Некоторые группы пользователей могут воспринимать это как "произвол", что чревато подрывом доверия к системе.

Более справедливый подход может быть обеспечен за счет введения таких критериев определения платы за пользование спектром, как объем занимаемого спектра, ширина используемой полосы частот или географическая зона обслуживания.

³⁵ Однако можно утверждать, что экономика в целом извлекает выгоду от использования радиосредств. Исследования динамики экономического развития Соединенного Королевства показали, что прямые и косвенные доходы от использования радиосредств составляют приблизительно 2% ВВП этой страны.

³⁶ http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/SGP_2002-2006/SF-Database/index.asp.

Рекомендуется, чтобы процесс разработки тарифных ставок оплаты был открытым и прозрачным. Этим отчасти определяется административный сбор. Административные сборы должны иметь строгую законодательную базу (см. разъяснение принципа покрытия издержек). Однако если суммы сборов поступают непосредственно в государственный бюджет, их необходимо считать налогами. Установление налогооблагаемой базы (доходы, капитал) и списка налогооблагаемых видов деятельности, а также ставки налогов целиком и полностью относится к компетенции государства.

6.2.2.2 Возмещение затрат

Сборы на возмещение затрат начисляются для того, чтобы возместить расходы администрации на управление использованием спектра. Тарифы за пользование радиочастотным спектром и, соответственно, размеры платы за оформление частотных лицензий устанавливаются в соответствии с затратами органа управления использованием спектра на организацию процесса распределения и присвоения частот (например, присвоение частот, согласования по объекту заказчика, координация) и с учетом всех прочих необходимых действий по управлению использованием спектра (это одновременные затраты на оформление лицензии). Помимо того, нередко взимается ежегодный сбор для возмещения затрат, связанных с обеспечением отсутствия помех на присвоенных частотах (затраты на обеспечение соблюдения обязательств в области использования спектра); см. также пункт 6.2.3. Таким образом, лицензионные сборы обычно структурируются по принципу возмещения затрат, прямо или косвенно связанных с категорией лицензии (радиовещательная, подвижная, спутниковая служба и т. д.).

С точки зрения пользователей радиочастотного спектра система начисления платежей, основанная на возмещении издержек, справедлива, поскольку стоимость управления использованием спектра пропорционально распределяется между ними по известному алгоритму исчисления платы. Однако для учета и контроля затрат на управление использованием спектра требуется значительный административный ресурс. Для обеспечения максимально прозрачного исчисления лицензионных сборов целесообразно подготавливать независимо проверяемые (например, государственным аудитором) отчеты, подтверждающие правильность и обоснованность определения затрат, на основании которых рассчитываются эти сборы. Оба эти обстоятельства настолько увеличивают накладные расходы административного характера, что может возникнуть необходимость в разработке масштабных финансовых систем для установления платы, соразмерной затратам.

Следует заметить, что конкретное определение затрат и порядок их возмещения зависят от особенностей управления использованием спектра, законодательных актов и положений конституции той или иной страны. Любые разногласия препятствуют внедрению системы, основанной на возмещении затрат, и затрудняют обоснование затрат и обязательных платежей. Существует несколько причин возникновения разногласий.

- a) Принцип возмещения затрат интерпретируется так, что сумма платы, взимаемой с лиц, получающих выгоду в результате административной деятельности, равна сумме затрат, возникающих вследствие деятельности соответствующего подразделения администрации. Действительно, если строго следовать нормам права, этот принцип утверждает, что сумма платы, взимаемой с лиц, получающих выгоду в результате административной деятельности, не должна превышать сумму затрат, возникающих вследствие деятельности соответствующего подразделения администрации. Следовательно, постановления исполнительных или законодательных властей (включая результаты их возможного пересмотра судебными инстанциями) могут также предусматривать лишь частичное покрытие затрат с погашением разницы из средств государственного бюджета.
- b) В некоторых странах различают установление размера платы по фактическим и прогнозируемым расходам администрации. В первом случае администрации не разрешено субсидировать соискателя или взимать с него завышенную цену, а все избытки должны возвращаться. Во втором случае принимается, что сумма платы определяется на основе оценки ожидаемых затрат, и потому доход может превышать фактические затраты администрации или не покрывать их. (ПРИМЕЧАНИЕ. – 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 сборов, устанавливаемая по принципу возмещения затрат, может прямо или косвенно обосновываться объемами работы как выполняемой для выдачи отдельной лицензии, так и необходимой в среднем для выдачи лицензий данной категории (например, радиовещание).
- d) Сложность процесса присвоения частот и объем действий, необходимых для выдачи лицензий на использование спектра, может меняться вследствие:
 - национальной специфики – 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. д.).

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*

Сюда относятся непосредственные и поддающиеся определению 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, международная координация согласно установленным МСЭ процедурам и соответствующая координация 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*

Сюда относятся расходы на выполнение функций по управлению использованием спектра в части 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 общее международное сотрудничество, 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 некоторые администрации не вправе взыскивать плату на покрытие косвенных расходов. В последнем случае косвенные расходы покрываются из общего бюджета.

Недостаток системы, основанной на принципе возмещения затрат, состоит в том, что она не дает возможности взимать с пользователей плату пропорциональную фактическому использованию и существующему уровню перегруженности спектра (или "ценности" 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 пользователи эффективнее использовать спектр за счет применения более эффективных технологий или за счет работы в менее занятых диапазонах частот. Кроме того, затратный метод исчисления платы не учитывает платежеспособность одних пользователей в ущерб другим (например, пользователи в отдаленных сельских районах, которые при таком методе платят больше, чем пользователи в районах с высокой загруженностью спектра, так как объем работ по выдаче лицензий примерно одинаков). Еще труднее определить затраты, понесенные в результате выдачи отдельной лицензии.

6.2.3 Прочие сборы

Помимо затрат на выдачу лицензии и обеспечение соблюдения обязательств в области использования соответствующих частот, есть еще ряд конкретных видов деятельности администрации по управлению использованием спектра, которые должны оплачиваться. Некоторые примеры приводятся ниже.

- *Сбор за выдачу сертификата соответствия типа (кроме стран, работающих в соответствии с директивой R&TTE)*

Это вид оплаты, которую администрации взимают за сертификацию отдельного изделия или серийно производимых изделий, представляющих собой оконечное 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 оценка соответствия основывается на процедурах самостоятельного заявления о соответствии оборудования, которое делает пользователь. Следовательно, выручка от этих сборов может оказаться незначительной или вообще отсутствовать.

- *Сбор за аккредитацию*

В некоторых странах испытания оконечного или стационарного радиооборудования проводятся независимыми аккредитованными испытательными лабораториями, которые не являются частью администрации. В этом случае плата за проведение испытаний должна перечисляться непосредственно этим лабораториям, а не в доход администрации.

- *Сборы за обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС)*

В связи с регулированием ЭМС у администраций возникли затраты на надзор за рынком. Некоторые администрации предпочли установить сбор за обеспечение ЭМС с оборудования, подпадающего под этот тип регулирования, или с его производителей.

- *Сборы за инспекционный контроль*

В некоторых случаях администрации инспектируют установки до или после ввода оборудования в эксплуатацию обладателем лицензии. 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)*

Что касается 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 выдачу свидетельства о праве на эксплуатацию.

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 изыскали 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;
- 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 у государственной организации по управлению использованием спектра возможностей и ресурсов, а также опыта, почерпнутого 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 счесть, 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 людские 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;
- обеспечить консультирование государственного органа по вопросам управления 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, режим обслуживания в порядке очередности может оказаться неприемлемым и потребуются другие механизмы, например тендеры, конкурсы с ценовыми предложениями, аукционы и лотереи.

6.3.1 Обслуживание в порядке очередности

Наиболее часто используемый администрацией алгоритм присвоения частот – обслуживание в порядке очередности. 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 затрат) с методами регулирования спроса (например, установление тарифов административными средствами).

6.3.2 Конкурсы

Этот метод 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. В случае радиовещания

указывается информация о программах, в том числе о количестве часов, выделенных под детские, образовательные, новостные программы и т. д. 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.

6.3.2.1 Конкурсы с ценовыми предложениями

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 в целях уменьшения монетарной составляющей их предложений, со стороны правительства было бы осмотрительным исследовать ценность спектра и установить нижний предел такой составляющей (минимальное ценовое предложение).

Как и при проведении тендера, достоинством конкуренции ценовых предложений 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 сложнее, поскольку финансовая составляющая – 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 и 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.

6.3.3 Аукционы

Аукционы представляют собой механизм присвоения спектра, при котором соискатели лицензий в конечном счете самостоятельно определяют сумму платы. При этом конечная цена спектра зависит только

от ситуации на рынке и частот, предоставляемых победителю торгов. Критерии допуска к аукциону устанавливаются главным образом администрациями. Они могут быть аналогичны условиям конкурсов с ценовыми предложениями или лотерей (см. следующий пункт). Основные отличительные особенности аукционов, обусловившие широкое их распространение по всему миру, таковы.

- Вообще говоря, аукционы стимулируют 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 надлежащая практика ведения бизнеса должна удерживать их от слишком высоких ставок.
- Аукционы обеспечивают более быструю и эффективную процедуру присвоения частоты спектра относительно традиционных тендерных торгов или конкурсов с ценовыми предложениями. Проведение аукционов возможно даже при большом числе участников, и они могут считаться объективной и прозрачной процедурой лицензирования. Как следствие, аукционы сокращают возможности для фаворитизма. Прозрачность аукциона снижает вероятность оспаривания его итогов в судебном порядке.
- Чем больше критериев и ограничивающих условий предусмотрено процессом проведения аукциона, тем более это повлияет на субъективную ценность лицензий (цена на торгах может пойти вниз). В некоторых случаях, чтобы ясно определить эксплуатационные ограничения лицензии на использование частот, администрациям может потребоваться прибегнуть к использованию некоторых средств управления использованием спектра, которые они прежде полагали ненужными, – например, специализированных средств контроля за использованием спектра, баз данных рельефа местности, средств автоматизированного анализа помех.

Чтобы аукцион проходил без сбоев, 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 других администраций в этой области, 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 оборудования электросвязи и конечных пользователей.

В зависимости от сложности аукциона может быть желательным применение автоматизированной системы 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 руководителей управления использованием спектра и потенциальных участников в условиях, приближенных к реальным.

Существует несколько видов аукционов, например:

- "английский" аукцион – аукционист увеличивает цену до тех пор, пока не останется единственный участник торгов;
- аукцион первой цены – участники торгов подают предложения в закрытом виде, и самая высокая цена побеждает;
- аукцион второй цены – участники торгов подают предложения в закрытом виде, и участник, предложивший самую высокую цену, выигрывает, но уплачивает 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";
- одновременный многоаундовый аукцион – применяется Федеральной комиссией по связи США. 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 раундом, когда предложения снова принимаются по всем лотам. По завершении каждого раунда не всегда выявляется участник, предлагающий самую высокую цену, но к моменту закрытия

торгов он определяется однозначно. Процесс продолжается до тех пор, пока в каком-либо раунде не поступает новых предложений ни по одному из лотов. Этот вариант сложнее однораундовых аукционов, но предоставляет участникам торгов большую маневренность, позволяя объединять лоты различными способами, а кроме того, будучи прозрачнее процесса закрытых торгов, он снижает остроту проблемы "проклятия победителя", позволяя участникам торгов увереннее делать ставки;

– одновременный комбинаторный многораундовый аукцион –

это по сути тот же метод, что и одновременный многораундовый аукцион, но с возможностью "комбинаторных" ставок, то есть отдельных ставок на комбинацию лотов. Если между лотами имеется взаимосвязь, такая возможность может быть большим преимуществом для участника аукциона. Побочный эффект этого – усложнение организации аукциона и необходимость в компьютерной поддержке и специальных алгоритмах;

– комбинаторный тактовый аукцион (ССА) –

в первой декаде XXI века среди регуляторных органов в области использования спектра начали стремительно завоевывать популярность комбинаторные тактовые аукционы (ССА) как предпочтительный формат проведения аукциона по лицензированию всех видов спектра (в основном для подвижной связи). Примеры стран, применявших этот формат, – Соединенное Королевство, Нидерланды, Австрия, Швейцария и Дания. Комбинаторный тактовый аукцион призван устранить один из главных недостатков одновременного многораундового (SMR) и английского аукционов, заключающийся в том, что каждая очередная ставка участника аннулирует все его предыдущие ставки. Кроме того, по итогам этих аукционов участник может оказаться недовольным своей позицией или ценой. Комбинаторный тактовый аукцион решает эту проблему, придавая каждой ставке в каждом раунде обязательную силу (учитываются все ставки во всех раундах) и предоставляя участникам один последний шанс сделать ставку после окончания аукциона на первом этапе. По сути комбинаторный тактовый аукцион представляет собой сочетание тактового аукциона и однораундового закрытого аукциона. На первом этапе ("тактовая фаза") аукциона определяются примерные цены и спрос со стороны участников. За ним следует закрытый комбинаторный дополнительный раунд (второй этап), ставки в котором ограничены теми, которые уже сделаны на первом этапе. При таком подходе устраняется "синдром раскаяния" покупателя в последнем раунде, а участники получают эффективную оценку цены. Крупный недостаток этого формата аукциона – его невероятная сложность для восприятия участниками. Для определения победителей на втором этапе (в закрытом комбинаторном дополнительном раунде с ограничением ставок по итогам первого этапа) необходимо программное обеспечение. Необходимо, чтобы участники доверяли этому формату аукциона и системе проведения торгов и были уверены, что им не придется переплачивать, делая ставки исходя из истинной субъективной ценности лицензий. Алгоритмы и система проведения торгов определяют победителей аукциона, сделавших наивысшие ставки за лицензии. Таким образом, в этом случае отсутствует стимул делать ставку выше истинной субъективной ценности ради итогового выигрыша (как в английском аукционе или одновременном многораундовом аукционе). Комбинаторный характер аукциона позволяет также ставить на пакеты лицензий с отдельной ставкой на определенный объем спектра.

Преимущества аукционов

Преимущество аукционов в том, что они позволяют выдавать лицензии тем, кто оценивает их наиболее высоко, и одновременно извлекать доход. Но при этом доход не обязательно будет высоким, так как величина ставок зависит от множества 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 зоне оценивается наиболее высоко операторами подвижной радиосвязи, но распределен радиовещательным компаниям, то доходы и экономические выгоды, полученные от использования этого спектра, будут ниже, чем в случае, если бы операторам подвижной радиосвязи было разрешено участвовать в аукционе.

Увеличение в масштабе всей страны количества служб, действующих на основании лицензии, полученной в результате аукционных торгов, санкционирует преимущественное использование спектра для оказания услуг, пользующихся наивысшим спросом. Однако широкое определение служб имеет потенциальный

недостаток – увеличение затрат на координацию помех между обладателями лицензии на использование частот в смежных участках спектра и в соседних зонах. 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.

Недостатки

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 для социально желательных услуг (военные нужды, общественное радиовещание), 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. Одним из случаев, уже упоминавшимся выше, является отсутствие конкуренции за ресурсы спектра. Это наблюдается, например, в сетях фиксированной радиорелейной связи, где существует много отдельных линий, в которых используются узконаправленные антенны и которые имеют конкретное местоположение, или там, где вероятные операторы не видят реальной возможности добиться возврата вложенных средств за разумное время. Второй случай – когда поставщики социально желательных услуг, использующих спектр (например, в интересах национальной обороны или научных исследований), могут испытывать трудности с оценкой стоимости спектра. Если все поставщики услуг, использующих спектр, будут обязаны получать к нему доступ через аукционы, результатом может стать недостаточный объем предоставления этих услуг обществу. Преодолеть эту трудность можно, если правительство будет само участвовать в конкурентной борьбе за спектр. В конце концов, правительство приобретает на рынке товары и услуги для осуществления других социально желательных видов деятельности, как, например, полицейские автомобили и услуги аренды правительственных зданий.

Если бы аукционы по лицензированию глобальных или международных спутниковых систем проходили во многих странах, потенциальные поставщики услуг должны были, вероятно, затратить значительные средства на то, чтобы принять участие в каждом аукционе, причем такой громоздкий процесс с неизбежностью задержал бы внедрение остро необходимых услуг. Кроме того, последовательно проводимые аукционы могли бы создать значительную неопределенность для потенциальных поставщиков услуг – у них не было бы уверенности в том, что они смогут победить на аукционах во всех странах, где планируется предоставлять услуги. Если бы такая неопределенность была достаточно серьезной, это могло бы задержать предоставление таких услуг и воспрепятствовать развитию международных спутниковых систем. С другой стороны, эта неопределенность имеет место и во всех других методах лицензирования спектра. При проведении конкурса у потенциального поставщика услуг также нет уверенности в том, что он сможет получить лицензию во всех странах, в которых хотел бы. Можно даже утверждать, что на аукционе поставщик услуг в большей степени контролирует исход (наивысшую ставку), чем в неясном процессе конкурса.

Ограничения, свойственные аукционам

Если администрация решает использовать аукционы, она должна осознавать, что обычно чем больше правил, условий или ограничений применяется в отношении использования спектра, выставляемого на аукционные торги, тем меньше будет финансовый доход от аукциона. Соответственно, 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 и здесь вероятен компромисс, поскольку ограничение предложения приведет к сужению ассортимента услуг, оказываемых потребителям, более высоким ценам на потребительские товары и общему снижению экономической эффективности.

Чтобы стимулировать конкуренцию, может оказаться необходимым предоставить дополнительные гарантии для принимающих участие в аукционе. Например, в определенных ситуациях некоторые или все потенциальные участники торгов могут быть доминирующими 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, может смягчить остроту этой проблемы, хотя и ограничивает число участников.

Как правило, выручка аукциона идет в общий бюджет, а затем по итогам бюджетного процесса определяется, на какие цели пойдут вырученные средства – например, на снижение национального долга или на инвестиции в новые секторы либо виды деятельности.

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 присвоения 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. Реальный недостаток лотерей проявляется, когда выигранные лоты (лицензии) имеют реальную рыночную стоимость. В таком случае победители лотереи могут извлечь прибыль, продав полученные лицензии на вторичном рынке, а это упущенная выгода для государственной казны, в которую можно было выручить ту же рыночную стоимость, выбрав другую процедуру присвоения, например аукцион. На практике механизм лотерей не получил большого распространения.

6.4 Установление тарифов на 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 рынка электросвязи 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 затратные принципы взимания платы и нерыночные методы присвоения могут оказаться неоптимальным решением для управления процессом предоставления доступа к ресурсам спектра, поскольку в основном они не дают никакого стимула для достижения определенных целей администрации. Рассмотренные в настоящем разделе методы взимания платы направлены, в частности, на обеспечение влияния на поведение пользователей спектра. Будучи правильно использованы, они:

- обеспечивают прозрачный механизм содействия эффективному использованию спектра;
- предупреждают накопление пользователями разрешений на использование спектра, которые им в действительности не требуются;
- стимулируют переход в альтернативные полосы частот, когда это желательно;
- 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 конкурсов, в том числе с ценовыми предложениями) 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 на 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 Стимулирующие тарифы на использование спектра

Один из подходов к установлению тарифов на использование спектра предусматривает учет экономической стоимости использования спектра в структуре тарифов.

Стимулирующие тарифы – это попытка решения задач управления использованием спектра ценовыми методами, то есть создания стимулов для эффективного использования спектра. Преимуществом метода стимулирующих тарифов является то, что он до определенной степени отражает факт ограниченности и дифференциальную ренту (экономическую стоимость) спектрального ресурса. Следовательно, при использовании этого метода размеры платы за присвоение не ограничиваются затратным подходом, а структура тарифов разрабатывается таким образом, чтобы приблизить их к рыночной стоимости ресурсов спектра. Конечной целью стимулирующих тарифов является поощрение эффективного использования спектра, а также приведение спроса на частоты в равновесие с предложением путем:

- побуждения 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 тарифов 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 методика расчета, например, может учитывать ряд критериев.

– *Диапазон частот*

Тариф может меняться в зависимости от частот, чтобы побудить пользователей к развертыванию новых служб в менее дефицитных областях спектра или к переносу действующих служб в те диапазоны, где имеются свободные участки. Однако администрациям нужно сознавать, что для работы некоторых служб (например, ВЧ-связи, метеорологических служб) требуются определенные частоты или диапазоны частот.

– *Ширина полосы частот*

Тариф меняется соответственно объему занятого пользователем спектра. 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 платы за каждый канал в случае фиксированных служб и служб ведомственной подвижной радиосвязи.

– *Исключительность пользования*

Имеет два аспекта. Во-первых, при прочих равных критериях тариф для пользователей спектра с исключительным доступом к каналу радиосвязи должен быть выше, чем для пользователей, довольствующихся совместным использованием полосы частот. Во-вторых, в случае совместного использования полосы частот при прочих равных критериях тариф для пользователей спектра, использующих значительное количество оборудования радиосвязи, должен быть выше, чем для пользователей, довольствующихся малым количеством оборудования, поскольку первые занимают ресурсы спектра в большей степени, чем

последние (первые снижают возможности последних по использованию спектрального ресурса).

– *Географическое местоположение*

На территориях с высокой плотностью населения (например, в центральной части городов) с операторов взимается более высокая плата, чем 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 покрытия*

Тариф зависит от зоны покрытия передатчика (определяемой как территория, на которой не могут работать другие службы, поскольку она используется обладателем лицензии, а ее площадь ограничивается зоной покрытия плюс буферная защитная зона). Понятие зоны покрытия может также использоваться в отношении числа обслуживаемых абонентов (потенциальных зрителей или слушателей).

– *Транкинговые системы радиосвязи*

Имеются различия в тарифах на использование производительных транкинговых систем и традиционных систем радиосвязи.

Недостаток стимулирующих тарифов состоит в том, что никакая формула, даже самая сложная, не позволяет учесть всех переменных аспектов рынка.

Необходимо весьма осторожно подходить к установлению размера платы за выдачу лицензии, чтобы не допустить значительных различий между величиной платы и рыночной стоимостью. Кроме того, разработка методики расчета стимулирующих тарифов может оказаться непростой задачей, поскольку она должна точно отражать изменения в использовании радиочастотного спектра на всей территории страны. Наконец, стимулирующие тарифы могут быть пригодны не для всех служб.

6.4.1.1 Стимулирующие тарифы на основе альтернативных издержек³⁷

Для определения ценности того или иного участка спектра в процессе установления тарифов на использование спектра часто применяется метод альтернативных издержек (цены, возможности). Тариф, установленный по методу альтернативных издержек, есть попытка смоделировать рыночную стоимость спектра исходя из расчетной стоимости *наилучшей альтернативы этому спектру*. Например, альтернативой приобретению лицензии на частную подвижную радиосвязь (PMR) для службы такси может быть подписка на услуги оператора связи стандарта GSM. Стоимость этой подписки и есть альтернативные издержки, исходя из которых можно установить стоимость лицензии на PMR. Этот процесс может потребовать проведения финансового анализа, исследования спроса и предложения в целях определения оценочной стоимости и высокой квалификации исполнителей. Методики расчета тарифов на основе альтернативных издержек 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.

Чрезвычайно трудно разработать методику расчета стимулирующих тарифов, которая учитывала бы все факторы, влияющие на цену ресурсов спектра в каждом конкретном месте, и столь же затруднительно создать точную модель торгов – затраты на соответствующий анализ могут превысить затраты на проведение торгов "вживую". При таком моделировании приходится оценивать решения отдельных потребителей и каким-то образом конструировать на их основе работающую модель. Финансовые исследования или прогнозы могут быть в некоторой степени полезны, но моделирование рынка всегда остается неблагодарной работой. Тем не менее такие методы могут иметь преимущества перед затратными методами с точки зрения управления использованием спектра, так как позволяют сбалансировать спрос и предложение и способствуют росту экономического благосостояния. Кроме того, тарифы на общие лицензии на основе альтернативных издержек могут действовать в течение

³⁷ См. Заключительный отчет МСЭ-D 1998 года (ИК2) (Документ 3).

продолжительного периода времени, тогда как аукционы обычно применяются для единовременного присвоения определенного количества лицензий с определенным сроком действия.

6.4.1.2 Стимулирующие тарифы на основе совокупного дохода пользователей

Тариф может также исчисляться как процентная доля от совокупного дохода компании. Используемая для расчета тарифа величина совокупного дохода компании должна быть напрямую связана с использованием компанией ресурсов спектра, чтобы избежать трудностей при учете и проведении аудиторских проверок. Чем ближе тариф, основанный на совокупном доходе пользователей, к реальной экономической стоимости спектра, тем в большей степени достигаются цели, которые упоминаются в пункте "Стимулирующие тарифы на использование спектра".

В Таблице 6-1 представлены преимущества и недостатки традиционных затратных и более новых рыночных подходов к взиманию платы за использование спектра.

ТАБЛИЦА 6-1

Методы	Преимущества	Недостатки
Простые сборы	Применимы ко всем пользователям. Не требуют длительного анализа и исследований в целях установления методов расчета и тарифных ставок в зависимости от применения ресурсов радиочастотного спектра. Легко реализуются, частично или полностью возмещают 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
Сбор на возмещение затрат	Пользователи спектра оплачивают только расходы, которые понес на них орган по управлению 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. Ввиду юридических или практических ограничений (например, в случае освобождения от лицензирования или общей лицензии) может оказаться, что не всю деятельность органа по управлению использованием спектра можно финансировать за счет сборов на возмещение затрат
Тариф 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 эффективное использование спектра в случае, если доходы пользователя не зависят от объема используемого спектра. Может рассматриваться как дополнительный налог
Стимулирующие тарифы	Стимулируют эффективное использование спектра. Возмещают часть или всю стоимость затрат на оформление частотной лицензии, хотя преследуют другие цели	Для приблизительной оценки рыночной стоимости ресурсов спектра могут потребоваться значительные усилия. Не могут применяться ко всем без исключения службам
Тариф на основе альтернативных издержек	Дает точную оценку рыночной стоимости ресурсов спектра. Стимулирует эффективное использование спектра. Является стимулирующим тарифом	Требует сбора и анализа огромного количества данных. Применит только к части спектра (учитываются только пользователи и проекты, соперничающие за конкретную полосу частот)

6.5 Права на использование спектра

Установление тарифов на использование спектра подвело некоторые администрации и держателей лицензий к пересмотру прав и полномочий, предоставляемых лицензией, – в частности, их объема, способа определения и возможности торговли ими. В общем случае имеется либо безлицензионный спектр, не требующий получения отдельных лицензий, либо лицензируемый спектр. Только в последнем случае лицензии могут быть предметом торговли и предусматривают конкретные права на использование спектра, такие как длительность использования, определенные права на использование частот в приграничных районах, иногда обязательства по развертыванию. Могут также устанавливаться условия и обязательства, касающиеся совместного использования лицензируемого спектра с другими пользователями.

6.5.1 Определение прав на использование спектра

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 границами. Кроме того, хотя термин "продажа спектра" часто употребляется вместе с сочетанием "конкурсные торги", в действительности это только абстрактная идея. Практически это выдаваемая лицензия, а аукцион – только рыночный инструмент для выдачи лицензий.

Объем прав, приобретаемых пользователем спектра, определяется полученной лицензией со всеми его условиями и исключениями. Пользователь наделяется этими правами при присвоении ресурсов спектра. Права на использование спектра обычно включают подробные технические или эксплуатационные характеристики радиосистемы, которую предполагается разместить в определенном пункте или в пределах определенной территории.

При использовании традиционных методов выдачи лицензий полагалось, что администрации, помимо прочего, имеют право менять условия лицензии, занимаются урегулированием жалоб на возникновение помех и несут ответственность за выполнение соответствующих международных согласований по использованию спектра. Установление платы за использование спектра, например посредством аукционов, приводит соискателя к вопросу об объеме условий, которые он должен выполнять. Такие вопросы возникают в силу того, что:

- пользователь спектра рассматривает лицензию в качестве актива³⁸ (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 спектра, тем ценнее лицензия, и наоборот;
- перед каждым аукционом 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, которые остаются за администрацией. Если условия противоречат положению о правах на использование спектра или не в полной мере отражают права, предоставляемые лицензией, то они могут:
 - препятствовать проведению аукциона;
 - породить сомнения в ценности лицензии, став впоследствии предметом спора между держателем лицензии и администрацией, что может также вылиться в судебный иск к администрации или требование о возмещении.

Четкое определение прав на использование спектра чрезвычайно важно для проведения аукциона и последующего процесса продажи. Некоторая степень гибкости в определении прав на использование спектра безусловно желательна, за некоторыми ограничениями. В частности, право держателя лицензии изменять предоставляемые им услуги, особенно при наличии нескольких близко расположенных границ между странами, может привести:

³⁸ Использование термина "активы" в настоящем разделе не вполне соответствует его стандартному бухгалтерскому определению.

- к возникновению технических проблем и помех, связанных с работой служб различных типов в той же самой полосе частот или на той же частоте;
- к неблагоприятным последствиям для текущих пользователей этих услуг, если держатель лицензии изменит свои услуги, чтобы извлечь выгоду из перемен рыночной конъюнктуры.

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 трансграничных помех, возникающая, если национальные присвоения сделаны не в соответствии с положениями Статьи 5 РР.

В последнем случае держатель лицензии может столкнуться с практическими проблемами при изменении предоставляемой услуги, поскольку ему с высокой вероятностью необходимо окупить первоначальные инвестиции в соответствующую услугу/систему, а решение о переходе к представлению новой услуги требует учета количества лет, оставшихся до окончания срока действия лицензии. Кроме того, на окупаемость инвестиций (как в текущую, так и в намеченную к внедрению услугу) могут влиять и другие факторы, например доступность нового оборудования для предоставления намеченной услуги, время, необходимое для ее развертывания, и новое абонентское оборудование. Но в условиях конкуренции, способствующих максимизации прибыли, сам держатель лицензии располагает наилучшими возможностями для принятия таких решений.

6.5.2 Роль администрации в определении прав на использование спектра

Права на использование спектра, сохраняемые за администрацией, весьма важны для нее и для любого соискателя лицензии на использование спектра. Они также важны для администраций соседних стран³⁹. Следовательно, предоставляя держателю лицензии более широкие права и, возможно, допуская изменение некоторых аспектов предоставляемых услуг или их технических характеристик, администрация должна обеспечить соблюдение прав соседних стран, а также пользователей соседних частот в своей стране. С точки зрения международной координации администрации следует сохранять за собой необходимые права:

- для выполнения роли связующего звена при международном взаимодействии по вопросам радиосвязи;
- принятия ответственности за все радиосигналы, возникающие на подведомственной территории;
- выполнения обязательств по международным соглашениям и договорам (например, Уставу МСЭ), в том числе для освобождения ресурса 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.

6.5.3 Срок действия лицензий

Срок действия лицензий различен в разных странах. Обычно он составляет 1, 5, 15 и даже 20 лет, хотя некоторые специальные виды лицензий могут выдаваться на более короткий срок, а в отдельных странах – на неопределенный период с ежегодной уплатой сборов. Ежегодная уплата сборов не означает, что срок действия лицензий равен одному году. Лицензии с большим сроком действия по умолчанию не предполагают больших гарантий их сохранения, 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. В конечном счете в условиях аукционов, тарифного стимулирования и возможности торговли лицензиями наилучшие характеристики

³⁹ 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.

будет иметь бессрочное лицензирование, поскольку правительству целесообразно как можно меньше вмешиваться в течение децентрализованного рыночного процесса.

6.5.4 Передаваемые права на использование спектра

Никакой способ присвоения частот не позволяет предусмотреть появление новых претендентов на спектр, способных более удачно его использовать. Поэтому администрации нуждаются в механизме, обеспечивающем эффективное использование спектра. Есть два способа решения этой проблемы, исследованные в ряде стран.

- *Передаваемые права на использование спектра* – возможность полной или частичной передачи прав держателем лицензии третьей стороне.
- *Гибкие права на использование спектра* – предоставление держателю лицензии возможности изменять права на использование спектра, а значит, возможности изменять метод модуляции, предельную плотность населения в зоне обслуживания, мощность передачи, частоты и т. д.

Эти подходы могут сочетаться.

В некоторых странах передача прав или гибкие права на использование спектра с разрешения администрации допускаются существующим законодательством. Однако это требует непосредственного участия администрации в процессе принятия решений, что вносит ограничения и задержки.

Во избежание ненужных ограничений при реализации прав на использование спектра и для обеспечения уверенности в их полной экономической эффективности определение прав на использование спектра должно быть не только максимально четким, но и как можно более гибким. Наименее ограничительное определение позволяет держателю лицензии формировать набор услуг, который он хотел бы предоставлять конечным пользователям, если только он не создает помех другим пользователям спектра. Если взять другую крайность, более жесткое определение прав на использование спектра ограничивает возможность передачи прав 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 нахождении компромисса между экономической эффективностью и ограничением на технические характеристики. В некоторых обстоятельствах такого компромисса можно достичь, предоставив держателям лицензий возможность договариваться относительно прав на излучение путем переговоров.

6.5.5 Вторичный рынок

Введение передаваемых прав на использование спектра в пределах заданных условий лицензий и конкретного географического района может привести к формированию вторичного рынка. Степень динамичности этого рынка будет зависеть от спроса и предложения на частоты и лицензии в определенном диапазоне частот, а также структуры рынка в стране. Для существования вторичного рынка очевидным образом необходимы как передаваемые права на использование спектра, так и лицензии с достаточной гарантией их сохранения и достаточно длительным сроком действия. Возможность торговли спектром способствует его эффективному использованию за счет предоставления держателям лицензий механизма, позволяющего извлекать экономическую выгоду из спектра, который более не требуется или может быть продан с большей прибылью, чем способен получить текущий держатель лицензии.

Любую передачу прав необходимо регистрировать в органе управления использованием спектра с записью в соответствующий "реестр частот и владельцев", и, как и на любом другом рынке, нужен также "антимонопольный орган", который бы обеспечивал справедливую конкуренцию и предотвращал доминирование на рынке. В частности, необходимо законодательство о конкуренции, которое исключало бы монополизацию спектра доминирующими держателями лицензий с накоплением запасов спектра и образованием картельного сговора. По мере развития рынка спектральных ресурсов вероятно возникновение потребности в создании новых организаций для торговли частотами и, возможно, оказания маркетинговых услуг в этой сфере.

ТАБЛИЦА 6-2

Установление тарифов на использование спектра

Темы	Подтемы	Номер пункта
Стимулирующие тарифы на использование спектра ("ценность" спектра)	– "экономические переменные" для вычисления тарифов (методика расчета тарифов):	п. 6.4; п. 6.4.1
	– ширина полосы частот	п. 6.4.1b)
	– исключительные права	
	– географическое местоположение	
	– зона покрытия	п. 6.4.1a)
	– и т. д.	п. 6.4.1c)
	– тарифы на основе совокупного дохода	
	– тарифы на основе альтернативных издержек	
Тарифы на основе затрат	– на основе всех видов систем/ расчетных методик распределения затрат	п. 6.2.2.2 п. 6.2.3
Простые сборы	Простой сбор за право использования общественного ресурса	п. 6.2.2.1 п. 6.3.4
Аукционы	Выигрывает предложивший лучшую цену	п. 6.4.2
Конкурсы с ценовыми предложениями		п. 6.3.2
Конкурсы		
Продажа на вторичном рынке	Права на использование частоты передаются новому пользователем после уплаты покупной цены прежнему пользователю	п. 6.5.3 п. 6.5.1.4 п. 6.5.1.5

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.

6.5.6 Регулирование изменений в финансировании управления использованием спектра

Рост или снижение экономических выгод от использования радиосвязи зависит от рациональности использования спектра и эффективности управления им. Введение платы за спектр и прав на его использование может существенно повлиять на процесс управления использованием спектра.

На самом деле проведение аукционов, установление платы за использование спектра и торговля правами являются результатом перехода от традиционного "командно-административного" режима управления использованием спектра к режиму, основанному на рыночных механизмах. В конечном счете, главная цель такого перехода состоит в том, чтобы предоставить потенциальному или фактическому держателю лицензии право самостоятельно определять способ использования и необходимый объем спектра для максимизации своей прибыли в рыночно-ориентированной конкурентной среде ("децентрализованное распределение"). Это требует от администраций нового мышления и новой культуры, направленной на сокращение роли администраций и отказ от детального определения, кто может использовать частоты, на каких условиях и при каких обстоятельствах. Такой новый подход и изменения представляются необходимыми на глобальном конкурентном рынке ИКТ, где темпы технического прогресса и инноваций очень высоки. Более гибкий, рыночно-ориентированный подход к управлению использованием спектра обеспечит большие экономические выгоды для общества.

6.5.7 Затраты на перераспределение спектра (как метод управления использованием спектра)

Перераспределение – инструмент управления использованием спектра, позволяющий предвидеть временной график доступности частот для новых соискателей. Этот вопрос изучается 1-й Исследовательской комиссией МСЭ-R (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.1603). Пример процесса перераспределения спектра основывается на опыте Франции. Однако общие выявленные принципы вполне могут применяться в других странах (см. Приложение 2). Следует также иметь в виду, что в условиях меняющегося режима, когда возможности торговли правами расширяются, инструмент перераспределения спектра центральным правительством может потерять в относительной значимости.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

К ГЛАВЕ 6

**Опыт установления тарифов на использование спектра
(Новая Зеландия)**

Схема управления использованием спектра, основанная на строгом соблюдении принципов свободного рынка, введена в Новой Зеландии Актом радиосвязи в 1989 году. Общациональные 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 получает 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 уплачивает 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 (Франция)

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 полезность 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 $U_{уступ}$ и $U_{получ}$ означают соответствующую пользу (включая личную выгоду и социальную значимость) для оператора, освобождающего спектральный ресурс, и для оператора, его замещающего. Пусть $C_{освобожд}$ означает затраты на перераспределение для уступающего права:

если $U_{получ} > U_{уступ} + C_{освобожд}$, то переуступка оптимальна в социальном и экономическом аспектах,

если $U_{получ} < U_{получ}$, то переуступка не является оптимальной в социальном и экономических аспектах, и

если $U_{уступ} < U_{получ} < U_{уступ} + C_{освобожд}$ 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 $C_{освобожд}$ является частью стоимости перераспределения.

В частности, в области телекоммуникаций доход от продажи оборудования, необходимость котором 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 Cd . 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 Cd ;
- пользователь отказывается от использования частот в пользу альтернативной проводной системы, а оценку делают только для величины Cs – 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 Ci – это издержки, понесенные пользователем при освобождении частотной полосы. Ci равно Cd , если пользователь обязан занять другую частотную полосу, или меньшему из Cd и Cs , если пользователь имеет возможность применить проводное решение.

3.2 Остаточная балансовая стоимость Vcr

В этом методе учитывается амортизация оборудования, освобождающего спектр пользователя на основе остаточной балансовой стоимости Vcr этого оборудования. Стандартное определение остаточной балансовой стоимости единицы оборудования выглядит как

Vcr = цена приобретения готового к использованию оборудования – амортизация.

Vcr 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 Vcr .

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 отсутствие какой-либо необходимости изменения полосы частот. Пусть cr – 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 Vcr , и который должен освободить эту полосу при передислокации. Освобождение полосы означает, что он вынужден израсходовать сумму, равную Ci (см. пункт 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 Vcr (см. пункт 3.2). Если бы он продолжал работать в прежней полосе, то вынужден был бы израсходовать сумму cr (см. пункт 3.3). Следовательно, имеем следующую зависимость:

Стоимость перераспределения = дополнительная стоимость для пользователя,
обязанного освободить полосу частот = $C_i + V_{cr} - C_r$.

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 учета⁴⁰ (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, $U_{\text{получ}} > U_{\text{уступ}} + C_{\text{освободж}}$), освобождающего ресурс, пользователь имеет пять альтернатив.

- *Освобождающий ресурс пользователь прекращает деятельность.* Освобождающий ресурс пользователь предлагает услугу, ценность которой для общества является незначительной, 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 различных применений.
- *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.

⁴⁰ 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.).

- 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 (металлического или волоконно-оптического кабеля 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.

Стоимость перераспределения спектра была проанализирована по результатам проведенной во Франции работы по "развязыванию" 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 год 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 или 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 внесут 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, то есть в сентябре 2001 года.

Министерства и независимые органы (или делегированные для этой цели организации), извлекающие выгоду при перераспределении частот, подписывают конвенцию о перераспределении 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 перераспределения, – это главным образом оператор France Telecom и Министерство обороны. Другими 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;
- выдачу распоряжений CAF – Комиссии по присвоению частот (*Commission d'Assignment des Fréquences*), которая подотчетна ей и 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 в целях оптимизации его использования общественными и ведомственными пользователями и представляет предложения по правилам электромагнитной совместимости, по планированию использования спектра и стандартам, необходимым для гарантии надлежащего функционирования систем радиосвязи.

CSPR объединяет представителей заинтересованных подразделений, а также операторов сетей связи общего пользования и заинтересованных представителей промышленности.

CSPR действует с помощью четырех подкомиссий:

- *CCE* – Комиссии по электромагнитной совместимости (*Commission de Compatibilité électromagnétique*);
- *CVS* – Комиссии по оценке спектра (*Commission de Valorisation du Spectre*);
- *CRDS* – Комиссии по ревизии спектра (*Commission des revues du Spectre*);
- *CFRS* – Комиссии по фонду перераспределения спектра (*Commission du Fonds de Réaménagement du Spectre*).

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, полученном в заинтересованных комиссиях, и с гарантией абсолютной прозрачности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

К ГЛАВЕ 6

Пример аукциона на право использования спектра (Республика Корея)

1 Введение

Аукцион на право использования спектра – это способ определения цены за присвоение частоты на рынке коммерческой подвижной связи на конкурентной основе в условиях, когда установить стандартную рыночную цену затруднительно.

В прошлом присвоение частот для подвижной связи производилось с установлением платы в административном порядке, но размер устанавливаемой таким образом платы не мог в полной мере отразить экономическую и рыночную стоимость частот. Ввиду повышения спроса на ограниченный частотный ресурс было решено прибегнуть к присвоению частот на рыночной основе посредством аукциона.

По существующим оценкам, аукционы на право использования спектра для операторов подвижной связи являются эффективным методом присвоения частот в условиях рыночной конкуренции за ограниченный спектральный ресурс.

Республика Корея хотела бы поделиться с другими странами своим разнообразным опытом присвоения частот для нужд подвижной службы, накопленным за относительно короткое время.

2 Историческая справка

План пересмотра Закона о радиоволнах, предусматривающий, в частности, введение системы аукционов на право использования спектра, был одобрен в июле 2010 года, а пересмотренный закон вступил в силу 1 января 2011 года.

В новой редакции Закона присвоение частот на основе ценовой конкуренции (например, посредством аукциона) было определено как приоритетный метод. Вместе с тем в особых обстоятельствах, когда конкурентный спрос на соответствующие частоты отсутствует, сохраняется возможность присвоения частот операторам подвижной связи с установлением платы за спектр в административном порядке вместо проведения аукциона.

В последнем случае следует учитывать потенциальную экономическую выгоду от использования спектра, исходя из диапазона и полосы частот системы. Кроме того, нужно учитывать следующие факторы:

- эффективность использования радиочастотного ресурса;
- финансовые возможности подателя заявки;
- технические возможности подателя заявки;
- технические характеристики присваиваемых частот, влияние соответствующего распределения частот на рынок электросвязи и все другие необходимые аспекты.

3 Метод проведения аукциона

Аукцион по продаже прав на использование трех диапазонов частот – 800 МГц, 1,8 ГГц и 2,1 ГГц – проводится параллельно по методу одновременного аукциона на повышение. Победитель определяется по итогам более чем одного раунда торгов, как описано в пункте 6.4.1.

Минимальная ставка означает нижнюю границу диапазона возможных ставок и повышается при переходе к следующему раунду.

Минимальная ставка является начальной ценой первого раунда, а со второго раунда рассчитывается путем прибавления шага предложения к первой ставке предыдущего раунда.

По окончании каждого раунда регистрируется наивысшая ставка за каждый диапазон частот. Затем в начале следующего раунда всем участникам торгов объявляется минимальная ставка за каждый диапазон частот.

4 Процесс проведения и результаты аукциона на право использования спектра

4.1 Первый аукцион на право использования спектра

Август 2011 года.

4.2 Частоты, предназначенные к присвоению

К присвоению по итогам аукциона предназначались частоты в диапазонах 800 МГц (ширина полосы частот 10 МГц), 1,8 ГГц (ширина полосы частот 20 МГц) и 2,1 ГГц (ширина полосы частот 20 МГц).

Ширина присваиваемой полосы частот не может превышать 20 МГц на оператора.

4.3 Дата присвоения

Присвоение диапазона частот 800 МГц состоялось 1 июля 2012 года. Присвоение диапазонов частот 1,8 и 2,1 ГГц было намечено на дату объявления результатов аукциона. Период использования частот установлен равным 10 годам со дня подачи уведомления о присвоении.

4.4 Минимальная конкурентная цена

Минимальные ставки составляли 261 млрд. вон за диапазон частот 800 МГц, 445,5 млрд. вон – за диапазон 1,8 ГГц и 445,5 млрд. вон за диапазон 2,1 ГГц. Частоты, предназначенные к присвоению, и результаты аукциона приведены в Таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Частоты, предназначенные к присвоению, и результаты аукциона

Диапазон	Частота (МГц)		Дата присвоения	Период использования присвоения	Итоговая цена
	Верхняя полоса	Нижняя полоса			
800 МГц	819–824	864–869	1 июля 2012 года	10 лет	261 млрд. вон (компания А)
1,8 ГГц	1755–1765	1850–1860	Дата уведомления	10 лет	995 млрд. вон (компания В)
2,1 ГГц	1920–1930	2110–2120	Дата уведомления	10 лет	445,5 млрд. вон (компания С)

4.5 В Корее реализованная система аукционов считается успешной и взята за основу для будущей политики коммерческого присвоения частот.

5 Заключение

Рассмотрев процесс проведения и результаты аукциона, правительство Кореи признало, что процесс был стабильным и привел к более справедливому и эффективному присвоению частот.

Библиография

Документы МСЭ-R

Отчет МСЭ-R SM.2012 Экономические аспекты управления использованием спектра

Документы СЕПТ

Доклад 53 ЕСС "Распределение затрат и системы учета, используемые для финансирования администраций радиосвязи в странах СЕРТ"

ГЛАВА 7

Автоматизация работ по управлению использованием спектра**Содержание**

	<i>Стр.</i>
7.1 Введение.....	213
7.2 Применение автоматизации в управлении использованием спектра.....	213
7.2.1 Когда необходима автоматизация процесса управления использованием спектра.....	214
7.2.2 Преимущества автоматизации процесса управления использованием спектра.....	215
7.3 Главные компоненты автоматизированной системы управления использованием спектра.....	216
7.4 Переход к компьютеризированной системе	218
7.5 Заключение	220
Справочные документы	221
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Компьютеризированная система управления использованием спектра МСЭ (SMS4DC).....	222
1 Введение.....	222
2 Разработка и характерные особенности SMS4DC	222
3 Основные функции SMS4DC.....	223
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Управление использованием спектра в Малайзии (исследование конкретной ситуации).....	225
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Описание системы управления и контроля за использованием спектра (SAAGER).....	227
1 Введение.....	227
2 Система управления использованием спектра.....	228
3 Контроль за использованием спектра	233
4 Использование системы в CONATEL.....	237
5 Опыт других организаций по применению автоматизированной системы управления использованием спектра, используемой в CONATEL.....	239
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Программное обеспечение и пример автоматизации управления использованием спектра в Центральной и Восточной Европе.....	241
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Национальное управление использованием спектра в Турции.....	245
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Обновление предыдущих систем для управления использованием спектра.....	255
1 Общие сведения	255
2 Постановка задачи.....	255
3 Исходная ситуация.....	256

	Стр.
4	Навстречу современной унифицированной и интегрированной системе..... 257
5	Расширенная система управления использованием частот 261
6	Переход к FMS 262
7	Будущее..... 262
8	Заключение 263
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Национальная система управления и контроля за использованием спектра в Перу	
	264
1	Введение..... 264
2	Описание системы управления использованием спектра 266
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Национальная система управления и контроля за использованием спектра в Республике Ботсвана	
	274
1	Введение..... 274
2	Описание системы управления использованием спектра 275
3	Описание системы контроля за использованием спектра 281
ПРИЛОЖЕНИЕ 9 Компьютеризированные технические средства и автоматизированные гармонизованные процессы, используемые в СЕПТ.....	
	287
1	Введение..... 287
2	SEAMCAT..... 287
3	EFIS 288
Библиография..... 293	

7.1 Введение

Когда количество данных велико, а требования к аналитическим исследованиям сложны и разнообразны, применение методов автоматизации становится 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 небольшие потребности в области управления использованием спектра или небольшие базы данных. Бюро развития электросвязи (БРЭ) финансировало разработку компьютерной программы под названием система управления использованием спектра для развивающихся стран – SMS4DC, которая теперь доступна на многих языках. В Приложении 1 к настоящей главе дается краткое описание системы SMS4DC, а подробнее она описывается в Приложении к Справочнику МСЭ по компьютерным методам управления использованием спектра.

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. Она не призвана заменить Справочник МСЭ-R по автоматизированным методам управления использованием спектра (2015 год) или Рекомендации, подготовленные 1-й Исследовательской комиссией МСЭ-R по этой теме.

7.2 Применение автоматизации в управлении использованием спектра

Независимо от размера, частоты или сложности процесса управления использованием спектра компьютеры должны использоваться частично или полностью во всех видах работ по управлению 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 помочь в выполнении различных функций по управлению использованием спектра. Эти функции включают:

- частотное планирование;
- распределение частот;
- присвоение частот и выдачу лицензий на их использование;
- координацию частот;
- международная нотификация;
- стандарты, спецификации и разрешения на применение оборудования;
- контроль за использованием спектра;
- хранение и обработку данных управления использованием спектра;
- статистическую и расширенную отчетность;
- предоставление возможности для подачи радиочастотных заявок;
- оплату и автоматическое уведомление при продлении;
- расчеты ЭМС, включая параметры распространения 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 целях выработки общего подхода к сбору, обслуживанию и поиску данных при управлении использованием спектра могли бы использоваться следующие категории данных:

- данные о распределении частот;
- данные о присвоении частот;
- данные о владельцах лицензий на использование частот;
- данные о характеристиках оборудования;
- данные об оплате;
- географические данные о местности;
- данные о координации частот;
- данные частотной нотификации;
- данные контроля за использованием спектра;
- данные об обеспечении соблюдения обязательств в области использования спектра.

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 следующее.

- Существование регуляторной инфраструктуры для управления использованием спектра. Это означает, что полномочия по управлению использованием спектра и его 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 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 людских 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 Ганта 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 рассматривается возможность привлечения подрядчиков, необходимо проверить историю 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.

В целях 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 согласованности запросов на присвоение частот с национальной и международной таблицей распределения радиочастот и соответствующими примечаниями 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 о присвоении частот за счет выбора подходящих каналов с учетом мелких деталей, например характеристик местности;
- автоматическая и децентрализованная интерактивная выдача и продление лицензий с выставлением счетов (закон должен признавать действующими электронные подписи);
- надлежащая обработка данных контроля за использованием спектра (см. Справочник МСЭ-R по радиоконтролю, Женева, 2002 год);

- организация более оперативного выставления счетов клиентам за использование спектра с выдачей платежных документов;
- более точная подготовка заявок и их электронная подача в МСЭ для автоматической проверки правильности данных;
- обеспечение электронного обмена данными между администрациями или между администрацией и МСЭ (см. Рекомендацию ИТУ-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, 2015 год). 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

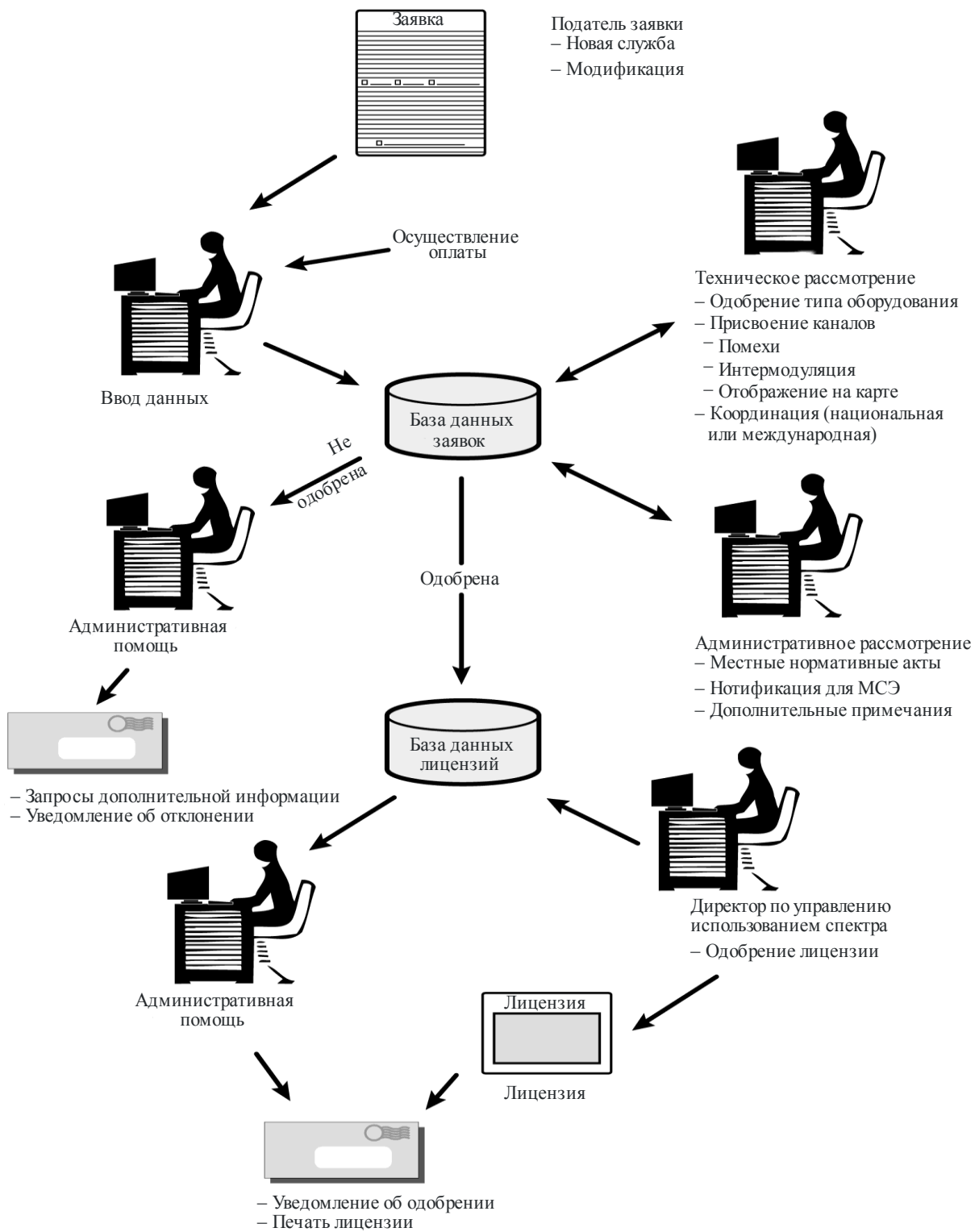
Для того чтобы оценивать применение компьютерных систем к определенной ситуации управления использованием спектра, необходимо проанализировать различные типы имеющихся аппаратных средств и программного обеспечения. Пример компьютерной системы управления использованием спектра показан на Рисунке 7.1.

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 также 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 использовать определенные модели инженерно-технической поддержки использования спектра, должны тщательно следить за тем, чтобы все необходимые данные для этих моделей были бы всегда доступными и актуальными. Необходимо тщательное проектирование формата данных и баз данных, включая методологию модификации, для получения адекватного результата на выходе любого компьютеризированного модуля инженерно-технической поддержки использования 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, подлежащие 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 ITU-R SM.668 и МСЭ-R 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.1370 содержит руководство по проектированию и разработке автоматизированных систем управления использованием спектра. Частными компаниями и БРЭ было разработано программное обеспечение, соответствующее руководящим указаниям, приведенным в Рекомендации МСЭ-R SM.1370. Как отмечалось выше, разработанное БРЭ программное обеспечение получило название SMS4DC. БРЭ организовало семинары по обучению администраций эффективной работе с этим программным обеспечением.

В результате автоматизации регуляторный орган должен получить в свое распоряжение следующие средства:

- 1) систему, облегчающую обработку заявок и выдачу лицензий;
- 2) систему учета для сбора платы;
- 3) средства инженерно-технического анализа для проведения исследований в целях исключения воздействия помех. По возможности следует поощрять стандартизацию, чтобы граничащие друг с другом страны приходили к единому заключению относительно заявок на присвоение частот службам в приграничных областях;
- 4) географические карты и географическую информационную систему для целей отображения;
- 5) легкодоступный и простой интерфейс к средствам контроля за использованием спектра;

Более подробную информацию о средствах, подлежащих автоматизации, см. в Рекомендации МСЭ-R SM.1370.

Регуляторный орган не должен рассчитывать на автоматизацию следующих функций:

- 1) автоматическое присвоение частот;
- 2) автоматизированное частотно-территориальное планирование;
- 3) обеспечение качества обслуживания в сотовых системах.

7.4 Переход к компьютеризированной системе

Переход от ручных методов анализа к автоматизированным имеет многочисленные преимущества и становится обязательным, поскольку обработки требует все больший объем данных.

Перед началом перехода к автоматизированной системе должны быть приняты во внимание следующие факторы:

- прежде чем приступать к автоматизации системы, необходимо проанализировать существующую инфраструктуру, спланировать и осуществить ее перенос. 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 средств на развитие и долгосрочные приложения;

- е) наличие поставщика компьютерного оборудования, способного осуществлять локальную и долгосрочную поддержку и обслуживание как оборудования (аппаратных средств), так и программ (программного обеспечения);
- ф) поиск компромисса относительно уровня требуемых данных;
- первоначально переход от ручного процесса к автоматизированному создаст новые виды проблем;
- начальный период системного развития и выполнения может быть дорогостоящим. Пользователь должен уяснить, что прежде чем он сможет воспользоваться всеми преимуществами и финансовыми выгодами от автоматизированной системы, потребуется некоторое время.

Каждая администрация использует собственный набор документов (лицензии, заявки, планы распределения, счета и т. д.) в своей деятельности по управлению использованием спектра. Зачастую эти документы выполнены на бумажных носителях, хотя некоторые из них уже существуют 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:
 - неповторяющиеся данные (иногда называемые справочными данными), такие как частотные планы, планы распределений и т. д.;
 - повторяющиеся 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). Тогда эти данные могут 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 применение автоматизированных систем управления использованием спектра становится насущной необходимостью. В настоящее время доступны компьютерные системы, обладающие требуемыми возможностями обработки и хранения данных, которые осуществляют значительную работу по разумной стоимости.

Рекомендация МСЭ-R SM.1370, содержащая руководство по проектированию автоматизированной системы управления использованием спектра (ASMS), была разработана 1-й Исследовательской комиссией МСЭ-R и должна браться за основу администрациями при проведении тендеров на поставку таких систем. БРЭ предлагает программное обеспечение системы управления использованием спектра для развивающихся стран, SMS4DC, соответствующее требованиям этой Рекомендации.

Исследования конкретных ситуаций, которые могут помочь администрациям, рассматривающим возможность автоматизации, приведены в Приложениях 2–9 к этой главе. Надеемся, что эти результаты дадут полезную информацию и помогут избежать распространенных ошибок 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 Контроль за использованием спектра (Женева, 2011 год)
Руководство МСЭ-R по автоматизированным методам управления использованием спектра
(Женева, 2015 год)

Документы МСЭ-R

Rec. ITU-R SM.668 Electronic exchange of information for spectrum management purposes
Rec. ITU-R SM.1047 National spectrum management
Рек. МСЭ-R SM.1370 Руководство по проектированию и разработке автоматизированных систем
управления использованием спектра
Рек. МСЭ-R SM.1413 Словарь данных по радиосвязи для целей заявления и координации
Рек. МСЭ-R SM.1537 Автоматизация и интеграция систем радиоконтроля в автоматизированное
управление использованием спектра

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

К ГЛАВЕ 7

**Компьютеризированная система
управления использованием спектра МСЭ
(SMS4DC)****1 Введение**

Бюро развития электросвязи Международного союза электросвязи (БРЭ МСЭ) предлагает компьютерную программу, с помощью которой администрации развивающихся стран смогут эффективнее выполнять свои обязанности по управлению использованием спектра. Эта программа известна под названием система управления использованием спектра для развивающихся стран (SMS4DC). SMS4DC задумана как недорогая система управления использованием спектра начального уровня, но вместе с тем представляет собой весьма сложное программное средство с множеством технических особенностей и функций.

Цель программного обеспечения SMS4DC состоит в том, чтобы дать развивающимся странам инструмент для эффективного управления использованием спектра (прежде всего для радиовещательной, фиксированной и сухопутной подвижной служб) и тем самым ускорить развитие в этих странах технологий беспроводной связи.

2 Разработка и характерные особенности SMS4DC

Первое разработанное МСЭ-R и МСЭ-D программное средство для управления использованием спектра под названием базовая автоматизированная система управления использованием спектра (BASMS) было выпущено в 1995 году. Это программное обеспечение было написано на языке FoxPro и работало под управлением операционной системы MS-DOS. Более поздняя версия (выпущенная в 1997 году) для ОС Windows – WinBASMS – бесплатно предоставлялась развивающимся странам. Система WinBASMS была спроектирована с расчетом на простоту в использовании и обслуживании одним пользователем. Она удовлетворяла большинству функциональных требований, определенных в Справочнике МСЭ по управлению использованием спектра на национальном уровне.

В 2002 году 1-я Исследовательская комиссия одобрила новую Рекомендацию ITU-R SM.1604, призывающую модернизировать/усовершенствовать систему WinBASMS. Кроме того, на ВКРЭ-02 было принято решение о дальнейшей разработке компьютеризированной системы управления использованием спектра. Система SMS4DC представляет собой дальнейшее развитие системы WinBASMS, разработанной по спецификациям Бюро развития электросвязи (БРЭ) МСЭ и Бюро радиосвязи (БР) на основе предыдущей Рекомендации ITU-R SM.1048.

Ответственность за оказание помощи в реализации этого аспекта программы, а также мониторинг этого процесса и представление отчетности о его ходе была возложена на объединенную группу МСЭ-R и МСЭ-D по Резолюции 9 ВКРЭ-02. Добровольная группа экспертов провела ряд неформальных встреч, стараясь выработать спецификации для такой модернизации. В рамках этой группы была подготовлена подробная техническая спецификация с изложением задач расширенной базовой системы и основных требований к усовершенствованной системе. Сводная техническая спецификация была представлена БРЭ для реализации в конце 2004 года. На основании этих окончательных технических спецификаций было разработано и выпущено новое программное обеспечение SMS4DC, предназначенное для управления частотными присвоениями сухопутной подвижной, фиксированной и радиовещательной службам, а также для координации частот земных станций (см. процедуры в Приложении 7 к РР).

SMS4DC может использоваться для поддержки функциональных требований, определенных в Справочнике МСЭ по управлению использованием спектра на национальном уровне.

Следует подчеркнуть, что для успешной установки и использования системы SMS4DC администрация должна уже располагать работающими юридическими, регуляторными и техническими механизмами управления спектром на национальном уровне. Кроме того, хотя система автоматизирует многие технические процессы, окончательный выбор и принятие решения относительно присвоения частоты остается за инженером. Поэтому чтобы принимать грамотные решения, эксплуатационный персонал

должен обладать достаточными знаниями для понимания регуляторных и технических процессов, составляющих основу работы SMS4DC, и правильной интерпретации алгоритмов.

К основным особенностям SMS4DC относятся:

- удобный графический интерфейс пользователя (GUI);
- встроенная карта мира МСЭ в цифровой форме (IDWM);
- возможность установки в сетевой среде;
- наличие различных уровней доступа пользователей;
- применение цифровой модели рельефа местности (DTM) на сервере или рабочих станциях;
- ведение общей иерархической административной базы данных;
- несколько встроенных моделей распространения радиоволн;
- демонстрация результатов расчетов на цифровой модели местности;
- формирование электронных бланков уведомления БР;
- расчет радиопомех;
- присвоение частот;
- учет региональных/национальных таблиц распределения частот;
- учет региональных соглашений в технических расчетах;
- возможности планирования частот;
- интерфейс к базам данных ИФИК БР;
- составление отчетов, содержащих обширную информацию;
- использование модулей МСЭ для расчета координационных контуров вокруг земных станций;
- управление выставлением счетов за использование спектра;
- расчет бюджета линии;
- ведение журнала действий пользователей для аудиторского контроля;
- пользовательский интерфейс на английском и французском языках (вскоре ожидается выход испанской версии);
- связь с программным обеспечением для контроля за использованием спектра Argus (R&S) и Esmeralda (Thales);
- интерфейс к картам Google™ Earth;
- расчеты по Соглашению GE06.

3 Основные функции SMS4DC

- *Административная функция.* Эта функция реализована на основе системы управления реляционной базой данных (СУРДБ), обеспечивающей целостность и непротиворечивость административных данных. В ее рамках предусмотрены разделы пользовательского интерфейса для выполнения всех административных задач, включая ведение записей о заявках на частоты, частотных присвоениях и лицензировании, радиопомехах, частотных измерениях и взимании платы за использование спектра. В настоящий момент программа доступна на английском языке. С течением времени она будет переведена на французский, испанский и русский языки.
- *Функция инженерно-технического анализа.* Эта функция предусматривает усовершенствованные средства анализа для обработки поданных заявок на присвоение частот, а также возможность расчета помех приемнику, создаваемых одним или несколькими передатчиками при заданных условиях.
- *Графический интерфейс пользователя.* Удобный для пользователя интерфейс с отображением цифровой модели рельефа местности (DTM), возможностью импорта географических карт в стандартных форматах (включая карту мира) и их отображения, множеством функций ввода и элементов меню, возможностью назначения новых станций на карте, а также поиска и отображения станции или группы станций на карте.

Подробная информация о системе SMS4DC приведена в Справочнике МСЭ по компьютерным методам управления использованием спектра.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

К ГЛАВЕ 7

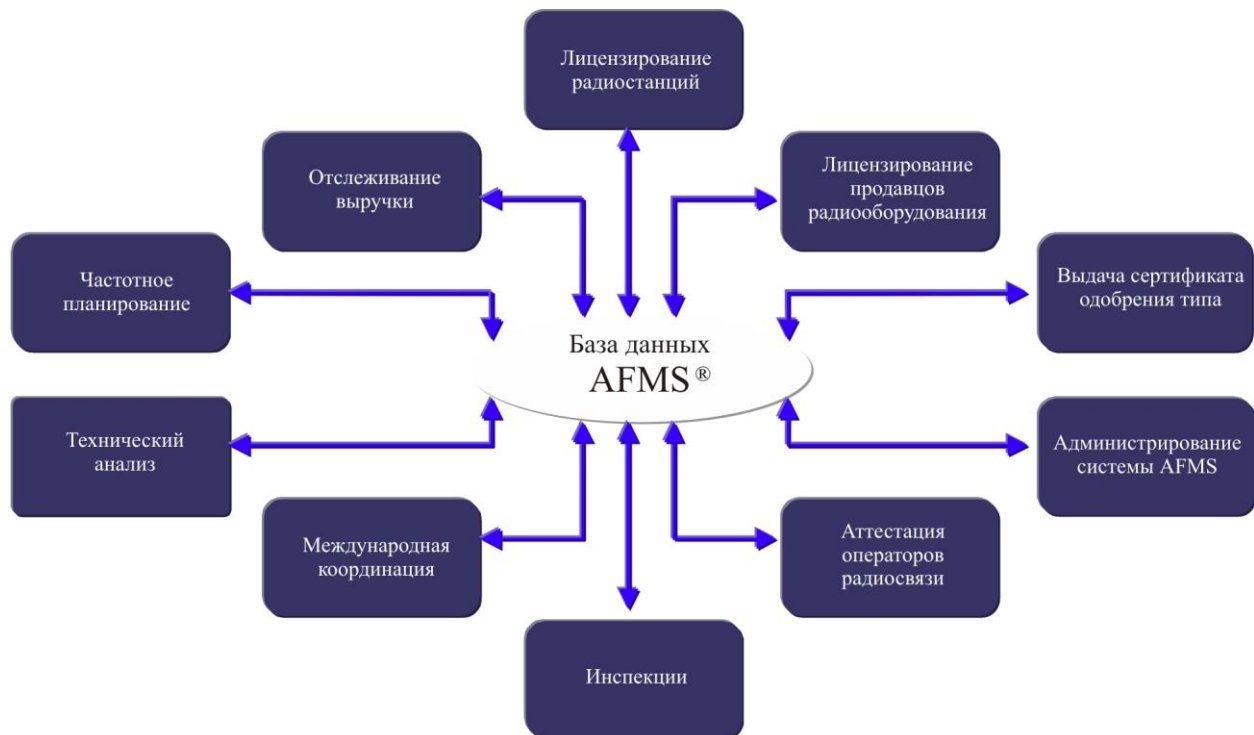
Управление использованием спектра в Малайзии (исследование конкретной ситуации)

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 администрирования и контроля доходов, планирования частот, технического анализа, координации частот и нотификации, контроля за использованием спектра, лицензирования дилеров, выдачи разрешений, 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 Telecommunicasi Malaysia (JTM). Система была полностью интегрирована и состояла из всеохватывающей системы управления использованием спектра, действующей в централизованной VAX-сети, расположенной в Куала-Лумпуре, которая включала интерфейс системы контроля за использованием спектра.

РИСУНОК 7.2

Модули AFMS



До установки AFMS малайзийское правительство осуществляло регистрацию частот 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.

Установка системы оказалась 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 частот 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 возможности обучения, для чего в течение 1990-х годов было заключено множество контрактов. В 1999 году, когда МСЭ спонсировал выставку Telcom-99 в Женеве, Швейцария, Малайзия одобрила контракт на модернизацию компьютерных систем в JTM, который был преобразован в Малайзийскую комиссию по связи и мультимедиа (МСМС). Благодаря прогнозированию малайзийского правительства текущий контракт учитывает важные положения о консультации и обучении управлением использованием спектра.

Вследствие создания эффективной базы данных частотных присвоений и выданных лицензий, а также использования эффективных и современных методов управления 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, плата за которую основана на принципе возмещения расходов, могут использоваться на финансирование программы управления использованием спектра.

Успех инициативы управления использованием спектра в Малайзии обусловлен прежде всего пониманием со стороны малайзийского правительства необходимости передачи не только технологий, но и знаний.

Адрес веб-сайта МСМС <http://www.cmc.gov.my>.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

К ГЛАВЕ 7

Описание системы управления и контроля за использованием спектра (SAAGER)**1 Введение**

В этом Приложении описывается автоматизированная система управления и контроля за использованием радиочастотного спектра (SAAGER), применяемая Национальной комиссией электросвязи (CONATEL) Венесуэлы. SAAGER – полностью отвечающая требованиям МСЭ система управления и контроля за использованием спектра; ее аппаратные средства соответствуют рекомендациям, приведенным в Справочниках МСЭ-R по управлению использованием спектра и контролю за использованием спектра или же превосходят их. 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.
- Новейшие технологии, отвечающие требованиям МСЭ и допускающие расширение, как того требует неуклонный рост инфраструктуры электросвязи Венесуэлы.
- Возможность сотрудничества с соседними странами по проблемам присвоения частот и радиопомех.

Контроль и техническая проверка электромагнитного излучения

- Выполнение всех рекомендуемых МСЭ радиоэлектрических измерений.
- Предотвращение и устранение помех в ходе развертывания и эксплуатации важнейших служб, таких как мобильные телефоны, наземные радиорелейные линии, частная подвижная радиосвязь и беспроводные абонентские линии.
- Составление списка не соответствующих требованиям сигналов и их характеристик для персонала службы контроля за использованием спектра.
- Выявление незаконных операторов и обеспечение возможности привлечения их к юридической ответственности в виде штрафов, а также обеспечение защиты законных операторов спектра от воздействия помех.

Радиолокация электромагнитного излучения

- Определение линий пеленга и местоположения источников мешающих, незаконных или других не соответствующих требованиям сигналов для обеспечения выполнения венесуэльских правил радиосвязи.

Стандартизация оборудования электросвязи

- Ведение базы данных одобренных типов оборудования электросвязи для исключения выдачи лицензий на неодобренное оборудование в Венесуэле.

Система состоит из следующих объектов и оборудования, количество которых обозначено в круглых скобках

- *Национальный центр управления (1)*. Расположен в Каракасе и является центральным элементом системы, где находится база данных системы управления использованием спектра; выдает рабочие задачи, руководит работой станций контроля за использованием спектра; получает и обобщает результаты.
- *Вспомогательные центры управления (5)*. Расположены в Каракасе, Маракайбо, Кристобале, Сан-Фелипе и Матурине; имеют возможность контроля за использованием спектра и технической проверки в диапазонах ВЧ/ОВЧ/УВЧ.

- *Мобильные модули (10)*. В каждом вспомогательном центре управления два мобильных модуля обеспечивают возможности контроля за использованием спектра в диапазонах ВЧ/ОВЧ/УВЧ, три модуля обеспечивают возможности радиопеленгации в диапазонах ВЧ/ОВЧ/УВЧ и семь – в диапазонах ОВЧ/УВЧ.
- *Портативные наборы оборудования (10)*. Обеспечивают техническую проверку.

Места расположения объектов показаны на карте Венесуэлы, приведенной в пункте 3.5 настоящего Приложения.

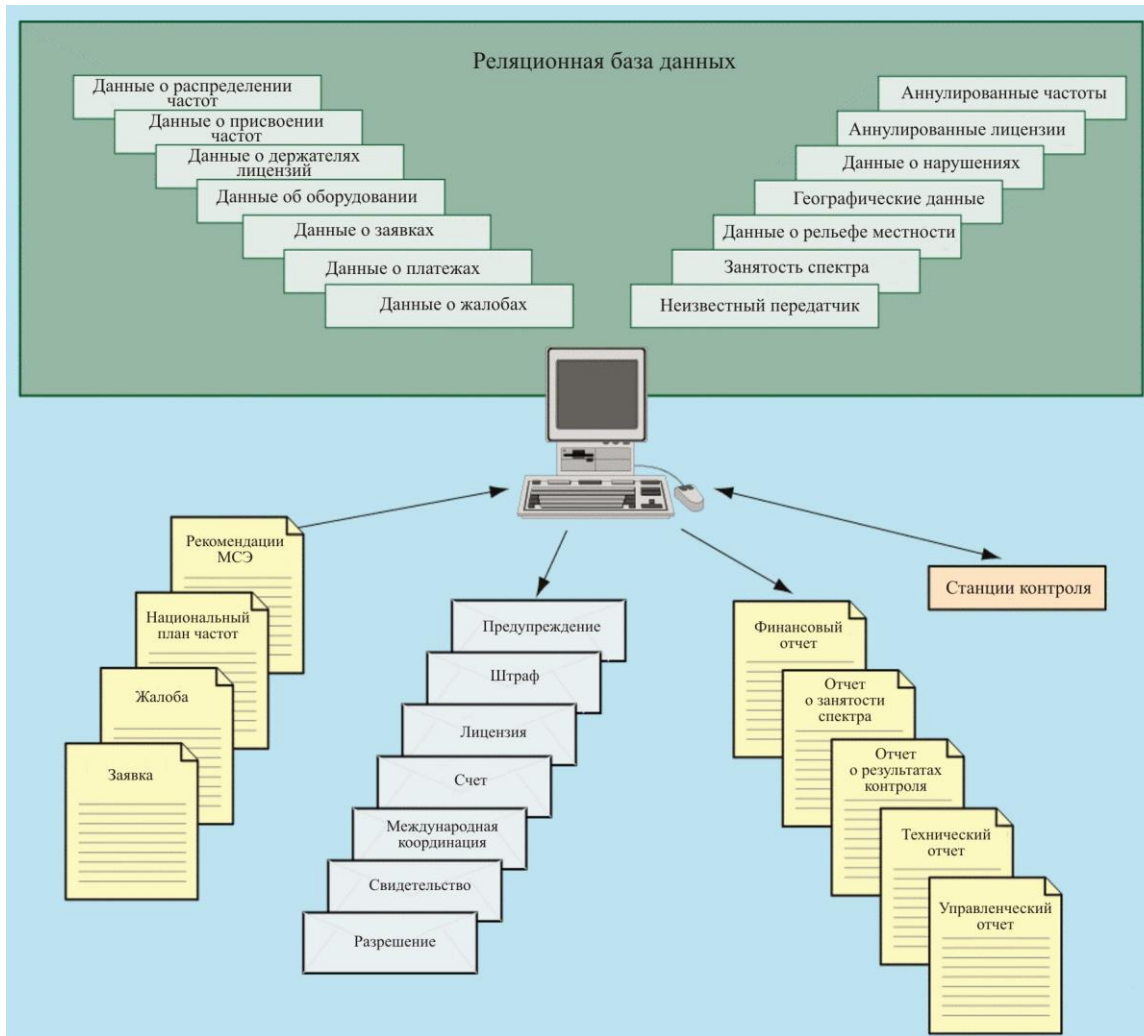
2 Система управления использованием спектра

Этот раздел дает функциональное описание системы управления использованием спектра. На Рисунке 7.3 показан алгоритм программного обеспечения управления.

2.1 Обработка заявок

Типичный пример обработки заявки на выдачу лицензии, включая процесс получения заявки и ввода ее в систему, присвоения частоты и выдачи лицензий, схематически показан 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 также для внесения изменений в ранее выданные лицензии или в заявку, ожидающую решения. Экран ввода заявки показан на Рисунке 7.4.

РИСУНОК 7.3
Алгоритм работы программной системы управления



Nat.Spec.Man-7.03

РИСУНОК 7.4
Форма заявки

Formulario de la Solicitud

Información de la Solicitud

- # Solicitud: 6
- Condiciones: Pendiente
- Tipo de Solicitud: Servicio Nuevo
- Codigo Expediente: VEN-335
- Fecha de la Solicitud: 1/4/86
- Prioridades de la Solicitud: 3
- Naturaleza del Servicio: RTV
- Clase de Servicio: RADIODIFUSION TELEVISION
- Tipo de Licencia: Resolución - Mod
- No. De Radicación Original: []
- Notes: []

Información del Usuario

- # Usuario: 6
- Tipo de Usuario: Solicitante
- Apellidos: []
- Nombre: []
- C.I./RIF: J-4568908
- Ciudad Emitida: []
- Compañía: Venezolana de Televisión
- Dirección Comercial: Ubr. Los Ruices Edificio VTV
- Dirección Residencia: []
- Municipio: []
- Ciudad: CARACAS
- Estado: DISTRITO FEDERAZ
- Zone Postal: 1001
- País: Venezuela
- Núm. de Teléfono: 02 4568900
- Núm. de Fax: 02 4568901
- Fecha: 1/28/00
- Notes: []

Buttons: **Agregar Usuario**, **Borrar Usuario**

Record: 1 of 1

Bottom Bar: **Detalles de la Estación**, **Uso Oficial**, **Operador**, **Agregar Solicitud**, **Cerrar**

Nat.Spec.Man-7.04

2.2 Присвоение частот

Оператор имеет доступ к разнообразным встроенным функциям, помогающим в процессе присвоения частот. Эти функции:

- показывают возможные каналы для конкретного оборудования и службы;
- осуществляют поиск существующих частотных присвоений в базе данных лицензий и отображают результаты для различных возможных каналов;
- выполняют расчет 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 воздействия помех 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 средств инженерно-технического анализа спектра ASMS.

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 хранится в одной базе 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). В рамках запросов на координацию создается постоянная запись и регистрируется в базе данных.

2.3 Лицензирование

Большинство функций по обработке и выдаче 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;
- выдачу временной лицензии или разрешения.

2.4 Инженерно-техническая поддержка использования спектра

Для помощи операторам в соответствии с Рекомендациями МСЭ автоматизированная система управления использованием спектра была оснащена набором мощных средств инженерно-технического анализа. Эти инструментальные средства используются для изучения радиочастотного спектра и включают расчет электромагнитной совместимости (ЭМС), характеристик радиоканала и зоны покрытия станции. Средства

анализа используются для обработки заявок на частотные лицензии, запросов на координацию и жалоб на помехи. в таблице 7-1 показаны алгоритмы и модели, которые являются постоянными в системе, и частотные диапазоны и типы служб, которые они охватывают.

ТАБЛИЦА 7-1

Модели распространения в модуле инженерно-технического анализа

Диапазон частот	Модель распространения	Комментарий
0,15–3 МГц	GRWAVE	GRWAVE вычисляет напряженность электрического поля и потери на распространение наземной волны по искривленной, однородной, гладкой земной 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 инженерно-технического анализа. Эта программа может вычислить MUF, LUF и FOT для связи пункта с пунктом в диапазоне 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	В Техническом примечании 101 Федеральной комиссии по связи США (ФКС) документируется использование моделей дифракции одиночного и двойного граничного края, где известны основные территориальные особенности для конкретной трассы распространения
До 40 ГГц	SEAM	Акроним для модели анализа единственного излучения. Вычисляет потери на распространение и напряженность электрического поля СВЧ-сигналов, используя модель распространения в свободном пространстве или над гладкой поверхностью Земли
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

Средства инженерно-технического анализа объединены с программой отображения ArcView от компании ESRI. Она позволяет системе отображать расчетную информацию на географической и топографической картах. Программа при необходимости отображения автоматически активизируется системой.

Модуль инженерно-технического анализа выполняет следующие функции, не ограничиваясь ими:

- построение профилей пути луча базовой станции и диаграммы зоны охвата;
- анализ воздействия помех по совмещенному каналу, соседнему каналу и по промежуточной частоте;
- анализ интермодуляции третьего порядка мультиплексированного сигнала;
- шумовой анализ снижения чувствительности приемника для защиты от перегрузки/передатчика;

- предоставление оператору возможности анализировать потенциальные частотные присвоения, выбранные для принятых заявок;
- предоставление оператору возможности анализировать потенциальные частотные присвоения в связи с поступающими запросами на координацию;
- автоматическое использование заданного по умолчанию алгоритма/модели для анализируемых полосы частот и типа службы;
- обеспечение интерактивной работы с инструментальными средствами;
- предоставление оператору возможности обновлять фактические системные технические записи по завершении анализа;
- извлечение данных о занятости спектра из базы данных контроля за использованием спектра;
- предоставление менеджеру системы возможности менять используемую модель;
- предоставление менеджеру системы возможности обновлять входные данные для более адекватного представления местных условий;
- отображение результатов анализа распространения сигнала на встроенной в систему цифровой карте.

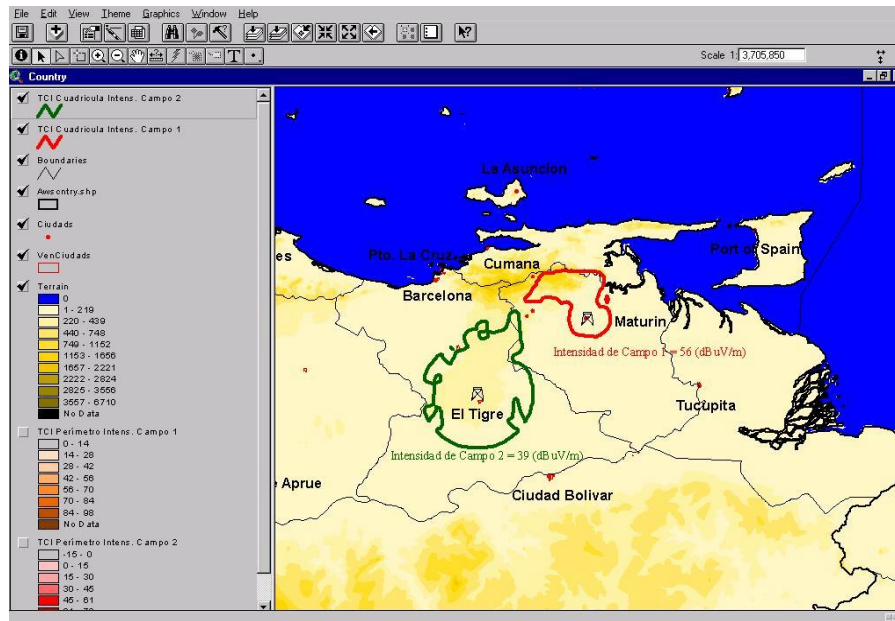
2.5 Инженерно-технические отчеты

Аналитик по инженерно-технической поддержке использования спектра обращается к соответствующему модулю для анализа электромагнитной обстановки и формирования отчетов. 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 линии связи и потерь на распространение; | – профиль рельефа местности; |
| – анализ распространения радиоволн; | – анализ интермодуляции; |
| – контур напряженности электрического поля; | – инструмент анализа ЭМС; |
| – теневой график; | – анализ высоты антенны; |
| – анализ зоны обслуживания; | – планирование частот для радиорелейных линий связи; |
| – анализ воздействия помех; | – спутниковое Приложение 7; |
| – чертеж рельефа местности; | – спутниковое Приложение 8. |

На Рисунке 7.5 показан пример отчета, формируемого в системе.

ТАБЛИЦА 7.5
Анализ воздействия помех



Nat.Spec.Man-7.05

3 Контроль за использованием спектра

Система управления использованием спектра объединена с системой контроля за использованием 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 контроля за использованием спектра. Каждая из станций контроля загружает точную копию базы данных управления. Это позволяет станциям контроля иметь самую последнюю информацию относительно заявок на частоты.

Системное программное обеспечение выполняется в стандартной среде клиент-сервер Windows NT и представляет собой отвечающее требованиям МСЭ решение для стоящих перед администрацией задач контроля за использованием спектра. Программное обеспечение контроля за использованием спектра обеспечивает возможность выборки, отображения и сохранения результатов измерения, произведенных системой контроля. 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 контроля за использованием спектра:

- линии пеленга для измеряемого эфирного сигнала;
- расстояние до источника измеряемого сигнала и его местоположение;
- местоположение лицензированных передатчиков из базы данных.

Отображение включает список измеренных параметров сигнала. Оператор имеет возможность напечатать копию с монитора. Программное обеспечение контроля за использованием спектра обеспечивает возможность выборки, отображения и сохранения результатов измерений, произведенных системами контроля. Для каждого сеанса контроля доступна следующая информация:

- измеренное значение частоты сигнала;
- измеренное значение напряженности поля;
- измеренные значения параметров модуляции;
- измеренное значение ширины занимаемой полосы частот;

- измеренное направление прихода сигнала.

3.1 Возможности программного обеспечения

Программное обеспечение содержит следующие возможности.

Средства измерений – обеспечивают возможность точного измерения параметров сигнала в соответствии с Рекомендациями МСЭ. Измерения используются для проверки соответствия требованиям лицензии и могут выполняться по заданному графику.

Средства управления устройствами – служат для поиска, определения и документирования параметров конкретных передатчиков, обычно нелегализованных пиратских систем или источников помех. В их состав входят пеленгаторы, способные определить местонахождение необходимого передатчика.

Инструментальные средства – используются для опроса, обнаружения и отображения спектра 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 нарушений (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.

Средство диагностики (VITE) – используется для получения данных о текущем состоянии сервера (фиксированной, подвижной или портативной станции контроля).

3.2 Использование средств измерений

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. (ПРИМЕЧАНИЕ. Пеленгаторы могут работать как "экстренно", так и "по графику".)
- Режим "по графику" (календарный) позволяет клиенту резервировать интервалы времени на выбранном сервере для выполнения плановых измерений. 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. Отчеты о результатах измерений содержат всю информацию о схеме и параметрах измерений, а также сводку результатов, в том числе описание задачи, дату, время, частоту, ширину полосы частот, идентификацию, запрошенные измерения, тип, результат и графические данные. Для измерения могут быть выбраны один или несколько параметров из следующего перечня: ширина занимаемой полосы частот, модуляция, напряженность поля, частота и направление.

Измерения полностью соответствуют Рекомендациям МСЭ и *Справочнику по контролю за использованием спектра*. Измерения этих параметров автоматически повторяются и их результаты усредняются в соответствии со значениями, выбранными пользователем. Доступны следующие методы усреднения: линейное усреднение, вычисление среднеквадратического значения (RMS) и удержание максимума.

3.3 Отображение карты и управление

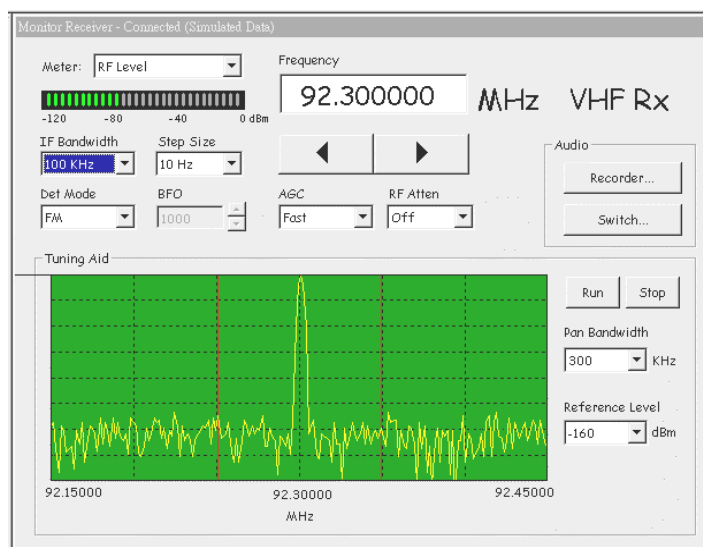
В окне карты отображаются сетевые станции контроля за использованием спектра, результаты действий радиопеленгатора и местоположения передатчиков (с эллипсами погрешности). Система содержит множество карт. Оператор имеет возможность отобразить множество слоев (города, регионы, реки и т. д.) Венесуэлы, выбирая кнопку "Слой". Оператор может приблизить изображение, удалить его, панорамировать, поместить в центр или выполнить на нем измерения.

3.4 Приемник контроля

Оператор может управлять встроенными приемниками контроля при помощи виртуальной панели управления (VCP), показанной на Рисунке 7.6. Органы управления VCP соответствуют тем, которые имеются в типичных автономных приемниках, и обеспечивают интерактивное управление модулем приемника, позволяя в реальном масштабе времени наблюдать измеряемый сигнал. Информация о состоянии приемника и органы регулировки частоты, модуляции и амплитуды отображаются на том же самом экране. Компьютер также оснащен встроенным аудиокоммутатором и звуковой платой. Запись звука ведется в цифровой форме в формате (.wav), и полученные записи могут передаваться на все станции.

РИСУНОК 7.6

Экран приемника контроля за использованием спектра



Nat. Spec. Man-7.06

Оператор имеет доступ к множеству экранов, которые позволяют наблюдать интересующие частоты. Один из таких экранов – панорама спектра (Pan). Это отображение зависимости амплитуды сигнала от частоты в системе ортогональных координат. На графике могут также отображаться данные ПЧ в полосе частот до 10 МГц. Оператор может использовать этот экран для просмотра и идентификации широкополосных сигналов, изучения взаимосвязи между сигналами в радиочастотном спектре и поиска источников помех.

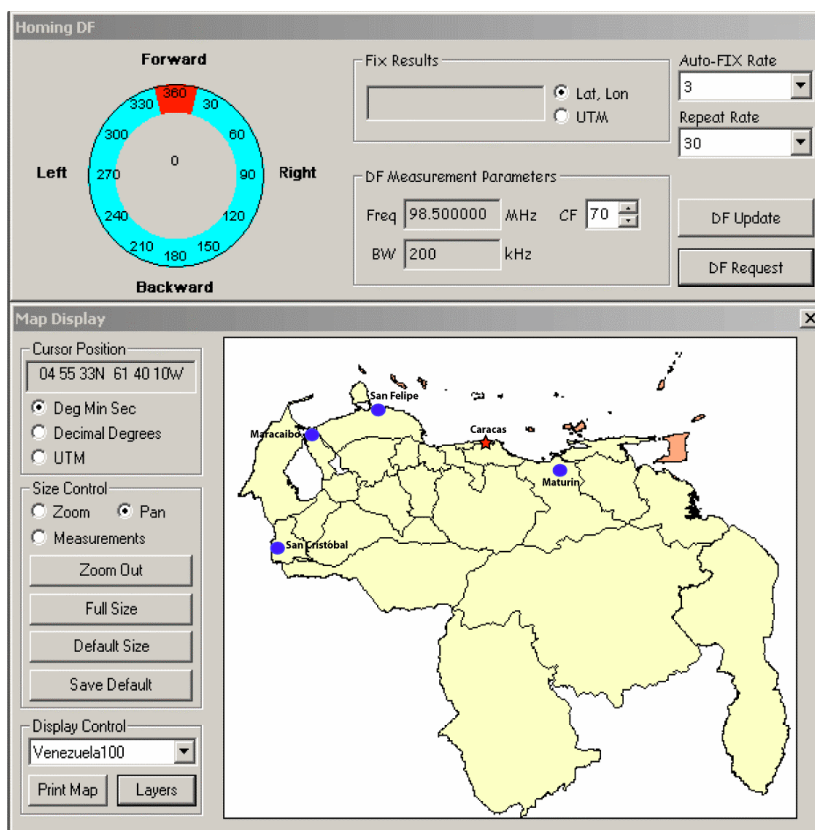
3.5 Радиопеленгатор (DF)

Система радиопеленгации позволяет быстро и эффективно находить местоположение передатчиков, используя станции контроля за использованием спектра. Система способна вычислять результаты от двух или более станций, а также использовать одиночную подвижную станцию для последовательного наведения радиопеленгатора.

Функция последовательного наведения радиопеленгатора позволяет одиночной подвижной станции контроля во время движения осуществлять последовательную радиопеленгацию и измерение мощности сигнала. По результатам этих измерений подвижная станция контроля постепенно определяет местоположение передатчика (Рисунок 7.7).

РИСУНОК 7.7

Пример окна радиопеленгатора с картой



Nat.Spec.Man-7.07

3.6 Моделирование контроля за использованием спектра для обучения

Программное обеспечение контроля за использованием спектра 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 контроля. Он также помогает действующим операторам приобретать навыки контроля за использованием спектра 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 реально доступных в сети аппаратных средств контроля за использованием спектра.

3.7 Функции системы контроля за использованием спектра

Система контроля за использованием спектра выполняет все рекомендованные МСЭ измерения, включая измерения параметров сигнала (частоты, напряженности электромагнитного поля и плотности потока мощности, типа модуляции и занимаемой полосы частот), выполняет пеленгацию и определяет степень занятости спектра. Автоматическая система измерений полностью автоматизирует этот процесс, так что операторам не приходится учить и запоминать различные правила измерения или тратить время на их соблюдение.

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 контроля за использованием спектра является блок автоматического обнаружения нарушений (AVD). AVD – мощный инструмент, который осуществляет проверку лицензированных передатчиков на соответствие требованиям и обнаруживает несанкционированную передачу. AVD использует в своей работе данные о выданных лицензиях (частотных присвоениях), взятые из базы данных. AVD определяет, соответствуют ли параметры передатчика требованиям на допуски относительно назначенной центральной частоты и ширины 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 данных нет информации о выдаче соответствующих лицензий. AVD может выполнять измерения на одной-единственной частоте или в пределах диапазона частот, указанных оператором. На Рисунке 7.8 показан типичный экран результатов AVD.

3.8 Отчеты

Система формирует отчеты о параметрах сигнала, занятости спектра и результатах других измерений.

4 Использование системы в CONATEL

Внедрение новой объединенной системы управления и контроля за использованием спектра существенно изменило стиль работы CONATEL. До введения в действия этой системы выдача лицензий и обработка счетов были трудоемким процессом, на который часто требовались недели. Все записи должны были выполняться вручную, и невозможно было предсказать, как новые передатчики будут взаимодействовать с уже действующими. Инженерно-технический анализ должен был проводиться с применением карманного или портативного оборудования, которое имело ограниченные возможности и никак не было интегрировано с системой управления.

С внедрением новой системы выдача лицензий и обработка счетов могут быть осуществлены в течение нескольких часов. Со встроенными средствами инженерно-технического анализа и полным доступом к возможностям контроля за использованием спектра, 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 нарушений

Automatic Violation Detection Results

AVD Tasks Station Name: 8067_TEST_3

Task	START		STOP		Status
	Date	Time	Date	Time	
43552	08/14/2001	23:49	08/14/2001	23:55	Completed

Get Results
Terminate Delete

Results
Run Comparison
Export Load

AVD Results Task: 43552 Station: 8067_TEST_3

	Ctr Freq	Chan	Result	Freq	Fr Dev Hz	%Occp	BW kHz
49	103.700	390	Compliant	103.699	398	100	60.249
50	103.900	400	Not Found	0.000	0	0	0.000
51	104.300	420	Not Found	0.000	0	0	0.000
52	104.500	430	Compliant	104.499	73	100	110.088
53	104.700		Unlicensed (High Usage)	104.775	75444	100	55.572
54	104.900	440	Compliant	104.899	103	100	151.892
55	105.100	450	Non Compliant (Freq)	105.030	69370	100	70.780
56	105.300	460	Compliant	105.299	349	100	129.738
57	105.700	470	Compliant	105.700	139	100	108.469
58	105.900		Unlicensed (High Usage)	105.846	53638	100	199.144
59	106.100	480	Compliant	106.100	102	100	124.246
60	106.300	490	Not Found	0.000	0	0	0.000
61	106.500	500	Compliant	106.500	210	100	113.533

Tolerances: Fr Dev 2000 Hz BW 200 kHz %Occp 0 Band # 1

Reports: Save Preview Print

Nat.Spec.Man-7.08

Полностью объединенная система управления и контроля за использованием спектра обеспечивает высококачественное управление, систему отчетности и обмена данными; она позволяет использовать информацию и от системы управления, и от станций контроля. Система использует возможности AVD для изучения жалоб клиентов и для того, чтобы найти передатчики, которые нарушают условия, установленные в разрешениях (диапазон частот, мощность и т. д.).

4.1 Жалобы и обнаружение нарушений

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 повторение той, которая уже поступала прежде. Как только жалоба определена как новая, используется программное обеспечение контроля за использованием спектра для сбора данных измерений на стороне потерпевшей станции для дальнейшего исследования. Широкий диапазон средств инженерно-технического анализа представляет собой часть объединенного программного обеспечения и используется для анализа жалобы.

Существуют три формализованные записи работы с информацией по жалобе – форма жалобы, инспекционная форма и форма нарушения.

- Форма жалобы включает информацию, касающуюся как причины жалобы, так и лица, подавшего жалобу.
- Инспекционная форма используется для записи информации об инспекционных проверках, 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 системе управления и контроля за использованием спектра. При проектировании системы была предусмотрена возможность расширения. Система проектировалась как модульная и имеет широкий набор базовых функциональных возможностей, позволяющих легко приспосабливать ее 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, используемой в 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 органами во всем мире, включая Зимбабве, Колумбию, Намибию, Мавританию, Доминиканскую Республику и Уганду. Данный раздел описывает некоторые из преимуществ, которые эти пользователи получили от системы.

Вот ряд примеров того, как эта система позволила автоматизировать и усовершенствовать деятельность этих администраций по управлению использованием спектра.

- 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, присвоить частоту и одобрить 90 заявок.
- 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 была приобретена система, описанная в этом Приложении, администрация получила объединенную базу данных и смогла унифицировать процессы одобрения и 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 с использованием небольших отдельных программ на базе электронных таблиц. Система позволила поддерживать объединенную базу данных всех своих клиентов и всех их источников дохода.

Другие примеры, относящиеся к конкретным темам, рассматриваются далее.

5.2 Обработка заявок

Система предусматривает ввод данных и обработку заявок таким образом, 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

* Ссылки:

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.

Spectrum Management Systems, <http://www.tcibr.com/PDFs/710webs.pdf>.

непосредственно из системы. Эти формы затем заполняются претендентами. Данные из этих форм затем легко вводятся в систему.

5.3 Присвоение частот

Система помогает оператору выполнять функции присвоения частоты, описанные в главе 3 этого Справочника. Все администрации, использующие эту систему, нашли чрезвычайно полезными преимущество автоматического поиска по базе данных для других передатчиков, работающих на заявляемой частоте, и помощь, 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 Лицензирование

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 осуществлении новых частотных присвоений.

5.6 Инженерно-техническая поддержка использования спектра

Система содержит мощные средства, призванные помочь операторам в осуществлении функций инженерно-технической поддержки использования спектра, описанных в главе 5 этого Справочника. Администрации, которые используют эту систему, нашли эти средства особенно полезными для того, чтобы ответить на вопросы "Что будет, если?" при составлении планов использования частот.

5.7 Контроль за использованием спектра

Интегрированная система выполняет функции контроля за использованием спектра, описанные в главе 4 этого Справочника. Возможно, самым важным преимуществом полностью интегрированной системы является модуль автоматического обнаружения нарушений. Интегрированная система может сравнить результаты измерений, полученные от системы контроля за использованием спектра, с информацией о выданных лицензиях из базы данных системы управления использованием спектра, 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 и контроля за использованием спектра, и нашли его чрезвычайно полезным инструментом, помогающим операторам обнаруживать передатчики, работающие без разрешений или с нарушением установленных условий использования спектра.

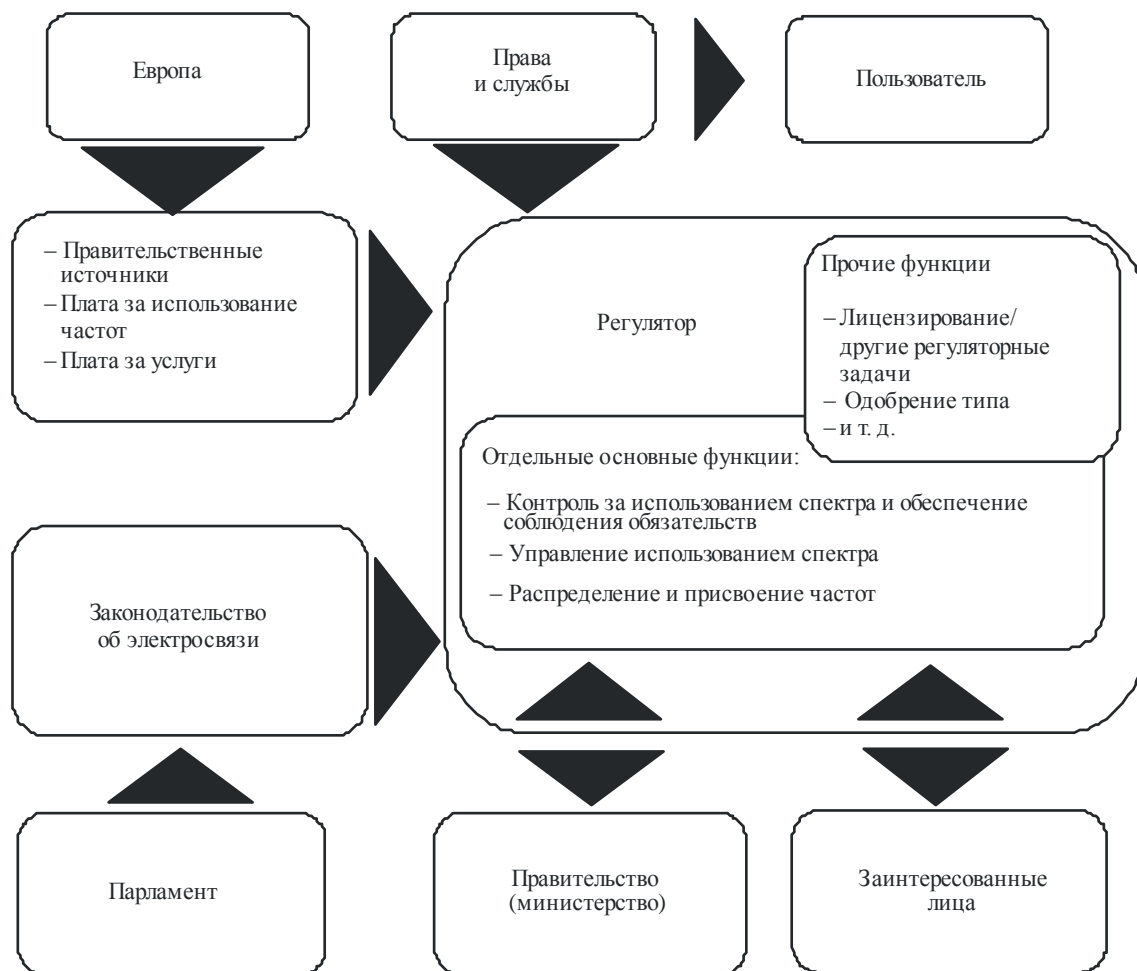
ПРИЛОЖЕНИЕ 4

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, осуществляемом в рамках международной программы, финансируемой Европейским союзом, по анализу проблем и поиску решений в области управления и контроля за использованием спектра. 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 электросвязи, является частью более широкой политической, юридической и деловой среды.



Nat. Spec. Man-7.08-bis

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 (то есть 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 надлежащего управления.

Финансовая независимость – один из эффективных путей для достижения независимости функционирования NRA. Необходимый доход для работы национального регуляторного органа может быть получен за счет платы 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, достигнутый к 1998 году 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 институциональной структуры;
- решение вопросов финансирования;
- подготовка кадров;
- приобретение необходимых технологических инструментальных средств.

То, как каждая участвующая страна решает эти вопросы, определяет ее подход к модернизации. Проект SMFM (Управление и контроль за использованием спектра) попытался исследовать эти подходы.

Главные общие выводы в разных странах указывают, что:

- профессиональный штат регуляторного органа в целом хорошо осведомлен о новых целях;
- процесс изменения регуляторного режима рискует потеряться среди других процессов изменений;
- 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 платежей 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 создание стандартного интерфейса для управления использованием спектра (Р-интерфейс) между странами, 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 трансграничное 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. Участники этого 12-месячного проекта – 11 стран в Центральной и Восточной Европе – 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 счете, 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 как внутренняя структура данных, так и способы хранения данных становятся незначительными и невидимыми.

Принципы Р-интерфейса предлагают согласованный подход для решения 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 рельефа местности. 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 в странах – участницах 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. Орган управления в области электросвязи в Турции разработал многопозиционную Национальную систему контроля за использованием спектра, которая выполняет следующие функции:

- надзор за радиосигналами;
- измерение занятости спектра;
- измерение параметров передатчиков теле- и радиовещания;
- поиск нарушений правил использования спектра;
- определение и отображение зоны покрытия 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 в области инженерно-технической поддержки использования спектра, моделирования распространения радиоволн и методов просмотра геопрограммированных данных для решения поставленных перед регуляторным органом задач. Турецкий орган управления в области электросвязи, который подобен Федеральной комиссии по связи США, подписал контракт на поставку и использование системы NFMS с Центром исследований в области связи и управления использованием спектра (ISYAM) Университета Bilkent в Анкаре, учитывая его опыт в изучении методов инженерно-технической поддержки использования спектра применительно к электросвязи – в частности по составлению частотных планов, присвоению частот и их использованию.

Национальная система контроля за использованием спектра (NMS) включает в себя Национальный центр управления (NCC) в Анкаре и семь региональных центров контроля за использованием спектра (RMC), расположенных в различных городах Турции. В системе имеются фиксированные и подвижные станции контроля за использованием спектра, а также подвижные системы измерения параметров радиовещательных сигналов и подвижные станции контроля с пеленгаторами и приборами контроля за использованием спектра, подобными тем, что есть на фиксированных станциях. Система контроля за использованием спектра – 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 контроля за использованием спектра охватывает частоты от 10 кГц до 2,5 ГГц.

Контракт на проект был подписан в мае 1998 года. После разработки подробной спецификации, определения требований и проведения анализа 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 пользователей NFMS 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

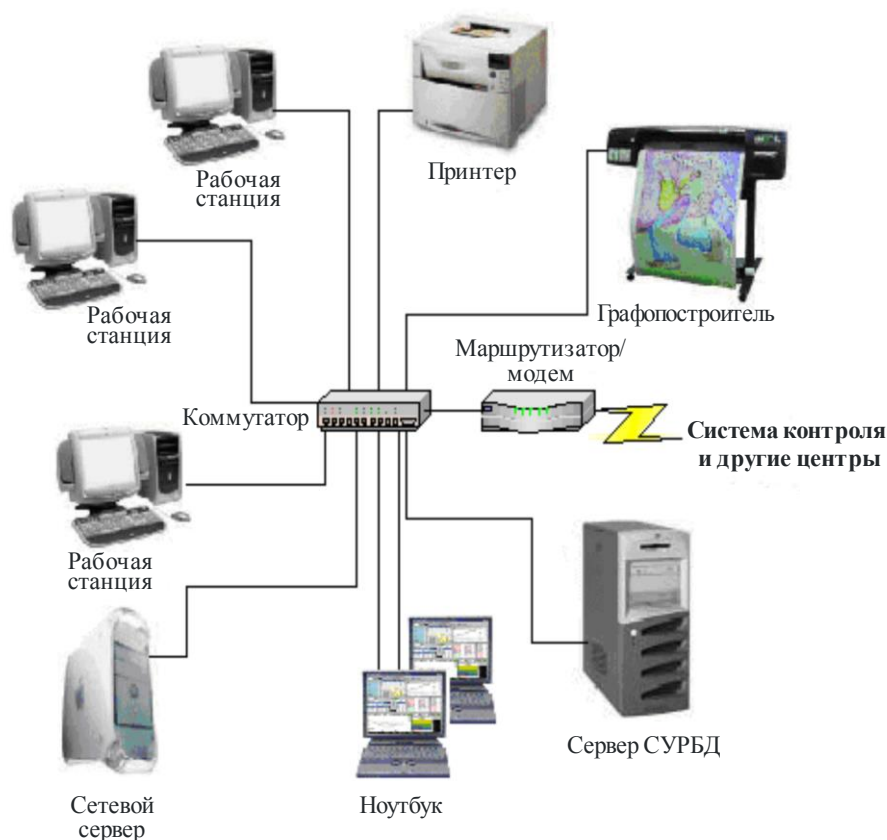
NFMS и ее компоненты имеют трехуровневую модульную структуру:

- *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 компьютерным технологиям управления использованием спектра 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 базой 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



Nat.Spec.Man-7.09

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 СУРБД, 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 стандартом разработки программного обеспечения IEEE J-STD, а управление проектом и подготовка документации осуществлялись в соответствии с сертификационными требованиями стандарта ИСО 9001:1994.

Стандартизация разработки и документации проекта, а также управление конфигурацией проекта позволили успешно применить принципы разработки программного обеспечения к процессам жизненного цикла программного обеспечения, а следовательно, не дали возможности упустить какую-либо деталь и в проекте и в стадиях его выполнения, что дало желаемую надежность и качество программного обеспечения.

Для анализа и проектирования системы использовались имеющиеся в распоряжении разработчиков CASE-средства, с тем чтобы можно было легко осуществить модификацию и переработку системных компонентов в случае необходимости. Программа NFMS была разработана и внедрена как независимая от выбранной системы управления базой 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 управления в области электросвязи, позволило получить высокоэффективную, вовремя завершенную систему, отвечающую техническим спецификациям.

Прикладное программное обеспечение

Два важных компонента в NFMS – *система инженерно-технической поддержки и контроля за использованием спектра (BilSpect)* и *информационная система управления (MIS)*, которые работают в тесной связке друг с другом, совместно используя данные. Эти системы имеют графические интерфейсы с расширенными функциональными возможностями, такими как проверка правильности данных, интерактивная помощь и просмотр данных, что и требуется от высокотехнологичного прикладного программного обеспечения.

BilSpect

Система инженерно-технической поддержки и контроля за использованием спектра (BilSpect) была разработана как объединение двух больших компонентов, а именно системы поддержки контроля за использованием спектра (MSS) и системы инженерно-технической поддержки использования спектра (SES).

Система поддержки контроля за использованием спектра (MSS)

Система поддержки контроля за использованием спектра обеспечивает возможность автоматизации и интеграции национальной системы контроля за использованием спектра с национальной системой управления использованием спектра, как описано в Рекомендации МСЭ-R SM.1537. MSS автоматически управляет измерениями, выполняемыми на различных станциях контроля за использованием спектра, и отображает собранные в ходе контроля данные измерений в табличной или графической форме.

Используя MSS, оператор в региональном центре контроля за использованием спектра может автоматически измерять занятость спектра, выявлять несанкционированные станции или проверять соответствие параметров радиостанции условиям выданной лицензии согласно еженедельному графику работ для каждой удаленной станции контроля. Станции контроля получают измерительные задачи через базу данных, а после выполнения предписанных измерений передают результаты в центр контроля за использованием спектра для статистического анализа или графического отображения. MSS имеет функцию автоматического обнаружения нарушений и выдает сигнал тревоги при обнаружении в эфире несанкционированных сигналов и 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 занятости полосы частот показывает частоты по оси x и значения занятости частоты (в процентах) по оси y . Диаграмма занятости отдельной частоты показывает значение занятости (в процентах) частоты по оси y в зависимости от времени по оси x . Таблица времени максимальной нагрузки содержит расчетные средние значения занятости для данной частоты за один час, начиная с каждой четверти часа, и показывает час наиболее высокой занятости в пределах 24-часового временного интервала. Если значения занятости частоты доступны за период больше, чем 24 часа, то таблица показывает период максимальной нагрузки отдельно для каждого дня.

В тех случаях, когда существует подозрение относительно незаконного использования частоты, три радиопеленгаторные (DF) станции ведут измерения на этой частоте, 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 инженерно-технической поддержки использования спектра (SES)

Система инженерно-технической поддержки использования спектра включает в себя различные программные модули для операторов, выполняющих задачи инженерно-технической поддержки использования спектра для автоматизированного управления использованием частот, как описано в

Рекомендации МСЭ-R SM.1370. Эти модули используются для анализа распространения радиоволн, воздействия помех и состояния канала, присвоения и планирования частот, проведения расчетов для международной координации, работы с базой данных и создания информативных отчетов. Система SES объединена с программным обеспечением Географической информационной системы (GIS), что позволяет отобразить результаты анализа на экране на фоне выбираемой пользователем карты, используя любой тип растра или векторных геопространственных данных. Система имеет следующие функциональные возможности:

- прогнозирование распространения радиоволн по цифровым данным о топографии местности и моделям распространения радиоволн, рекомендованным МСЭ;
- расчет зон покрытия станций с отображением их на цифровых картах;
- анализ СВЧ-линий связи и расчет коэффициента готовности линии с использованием метода, описанного в Рекомендации ITU-R P.530;
- для служб наземного цифрового радиовещания и телевидения (T-DAB и DVB-T) – расчет уровней полезных сигналов и помех, усиления за счет сети и вероятности покрытия для одночастотной сети;
- анализ помех внутри служб аналогового радио/телевидения и сухопутной подвижной службы;
- анализ помех между службами аналогового телевидения и T-DAB или DVB-T;
- расчет совместимости между службой звукового радиовещания в полосе приблизительно 87–108 МГц и воздушными службами в полосе 108–137 МГц согласно Рекомендации ITU-R SM.1009;
- анализ интермодуляционных помех и десенсibilизации;
- планирование частот для службы аналогового радио- и телевидения;
- автоматический расчет потенциальных частотных присвоений для каналов сухопутной подвижной связи, работающих в полосе ВЧ (2–30 МГц), с использованием программы ICERAC, разработанной американским Национальным управлением электросвязи и информации (NTIA).
- нахождение и отображение на карте приграничных станций, которые могут потребовать международной координации;
- ведение записей в базе данных о действиях по координации с соседними странами;
- генерация форм нотификации МСЭ для частотных присвоений, требующих международной координации, в бумажном или электронном формате со всеми данными, подлежащими передаче в МСЭ;
- расчет координационных расстояний для радиостанций, работающих в полосах НЧ/СЧ по методу, описанному в Заключительных актах регионального соглашения (Женева, 1975 год);
- расчет координационных контуров для земных станций геостационарных спутниковых сетей согласно Регламенту радиосвязи МСЭ и определение наземных радиостанций, действующих внутри этого контура и совместно использующих ту же самую полосу частот;
- просмотр и обновление национальной и международных (то есть региональной и глобальной) таблиц распределения частот, а также поиск по ним;
- операции с записями о частотных присвоениях в базе данных, такие как просмотр, обновление, запрос, генерация отчетов.

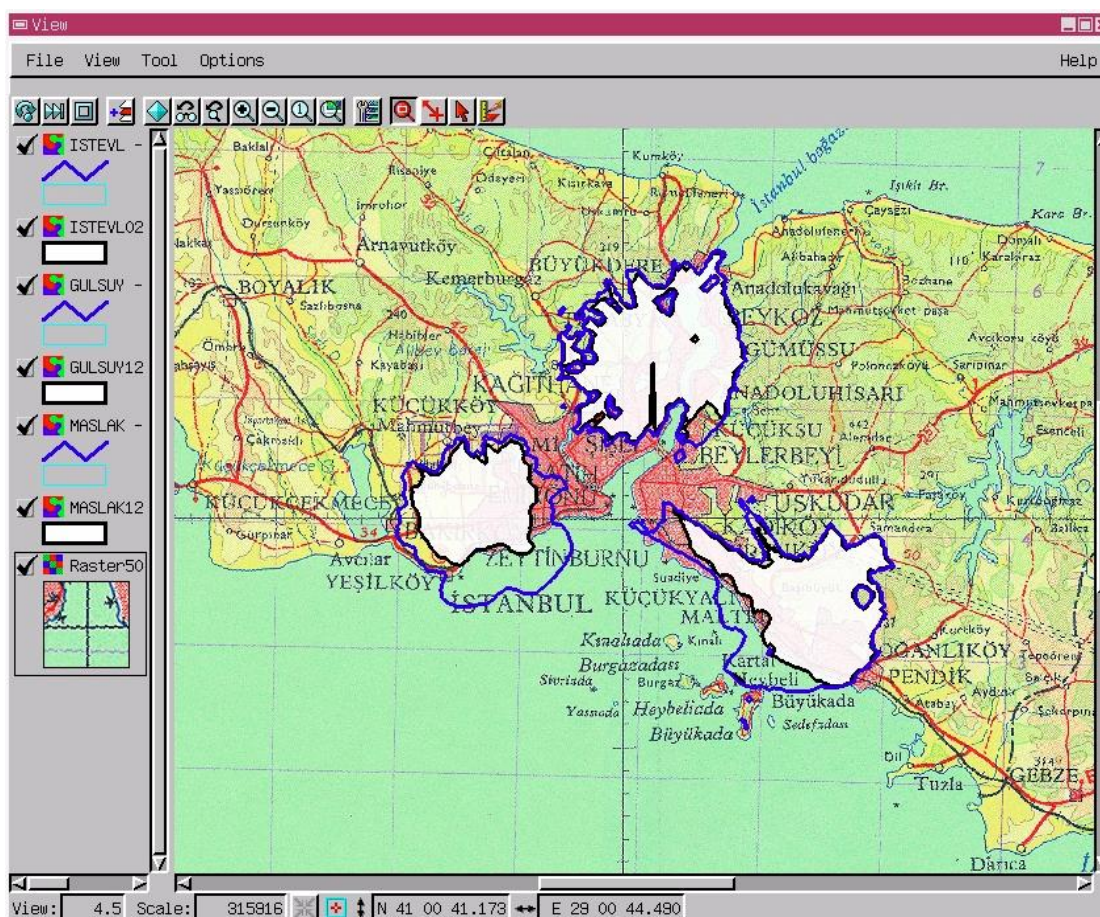
SES содержит полезные инструментальные средства анализа, помогающие операторам в процессе присвоения частот. Система имеет следующие особенности.

- Как только анализ распространения сигнала передатчика будет 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 также 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 рельефа местности.

- Может быть выполнен анализ потенциального воздействия помех между существующими и новыми станциями в предположении, что каждую станцию, учитываемую при анализе, можно рассматривать и как источник, и как приемник помех.
- По результатам анализа помех с использованием защитных отношений по совмещенному и соседнему каналам для каждой станции может быть рассчитана и отображена на карте зона покрытия при отсутствии помех, как показано на Рисунке 7.10.
- Для предложенной станции могут быть автоматически определены потенциальные частоты, на которых не будет помех, если такие частоты имеются.
- Для служб сухопутной подвижной связи в диапазонах ОВЧ/СВЧ рассчитывается зона покрытия базовой станции и радиус действия двусторонней оперативной связи. Область, в которой возможна двусторонняя связь, может быть отображена на карте.

РИСУНОК 7.10

**Беспомеховые зоны покрытия трех базовых станций
службы сухопутной подвижной связи**



Nat.Spec .Man-7.10

Информационная система управления (MIS)

MIS – объединенный набор подсистем, приспособленный для автоматизации всех административных задач регуляторного органа электросвязи. Эта система отвечает требованиям регуляторного органа к управлению административными данными – от ввода данных до выполнения запросов и генерации отчетов. Она представляет собой законченное, целостное и простое в использовании решение для управления использованием спектра, поддерживающее на высоком уровне следующие административные функции:

- обработку заявок;

- обработку лицензий;
- обработку платежей;
- обработку отчетов;
- обработку жалоб на помехи;
- обеспечение безопасности;
- присвоение частот.

Обязательной политикой проекта должно быть создание системы, которая удовлетворяла бы будущим требованиям, а также 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.

Заявки на лицензии могут различаться в зависимости от типа радиостанций. Для этой цели были разработаны и внедрены две подсистемы – *модуль управления выдачей лицензий на радиостанции* и *модуль управления выдачей лицензий на любительские радиостанции*. Дополнительно для регистрации станций и выдачи лицензий для гражданских полос частот была разработана отдельная подсистема – *модуль управления сертификацией станций гражданского диапазона*.

Некоторые органы власти также выдают различные разрешения для фиксированных, подвижных и любительских радиостанций, проводя экзамены для кандидатов. Для решения этих задач были разработаны *модуль управления выдачей удостоверений операторам* и *модуль управления выдачей удостоверений радиолюбителям*. Для того чтобы работать с иностранными любительскими радиодиапазонами, выпущенными для временного (на ограниченный срок) использования в пределах страны, был разработан *модуль управления выдачей удостоверений иностранным радиолюбителям*.

Каждый упомянутый выше модуль имеет свои собственные функции обработки заявления, выдачи лицензии, оплаты, сообщения и безопасности.

Модуль управления обработкой 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 на оборудование и выдачей лицензий на использование реализует выполнение еще одной основной задачи управления использованием спектра. Он регистрирует заявки на испытание оборудования и результаты испытаний оборудования в целях регистрации и регулирования применения оборудования, разрешенного к использованию регуляторным органом 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, а также для записи и подготовки удостоверений о соответствии оборудования.

Для управления взиманием платы, пеней и штрафов на верхнем уровне был разработан *модуль управления оплатой* с расширенными возможностями. Он предназначен для обработки данных о взимании платы за выдачу лицензий на радиостанции и других соответствующих платежей, а также для генерации финансовой ведомости MIS.

В процессе обработки заявок на присвоение частот модуль управления выдачей лицензий на радиостанции взаимодействует с *системой инженерно-технической поддержки использования спектра (SES)*, выполняя требуемые шаги процесса выдачи лицензии начиная с получения заявки на выдачу лицензии, осмотра места размещения радиостанции, присвоения частоты и, наконец, заканчивая выдачей лицензии.

Периодически или в заранее определенные даты все радиостанции посещаются 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 управления контролем*. С помощью этого модуля пользователь может узнать все подробности о выдаче лицензий, присвоенных частотах, параметрах станции и задолженностях.

В большинстве случаев регуляторные органы находят полезным контролировать правовой статус неуплаченных лицензионных сборов, пеней за просрочку и штрафов. *Модуль юридического контроля* – это специально созданная для этой цели подсистема, работающая совместно с другими подсистемами MIS.

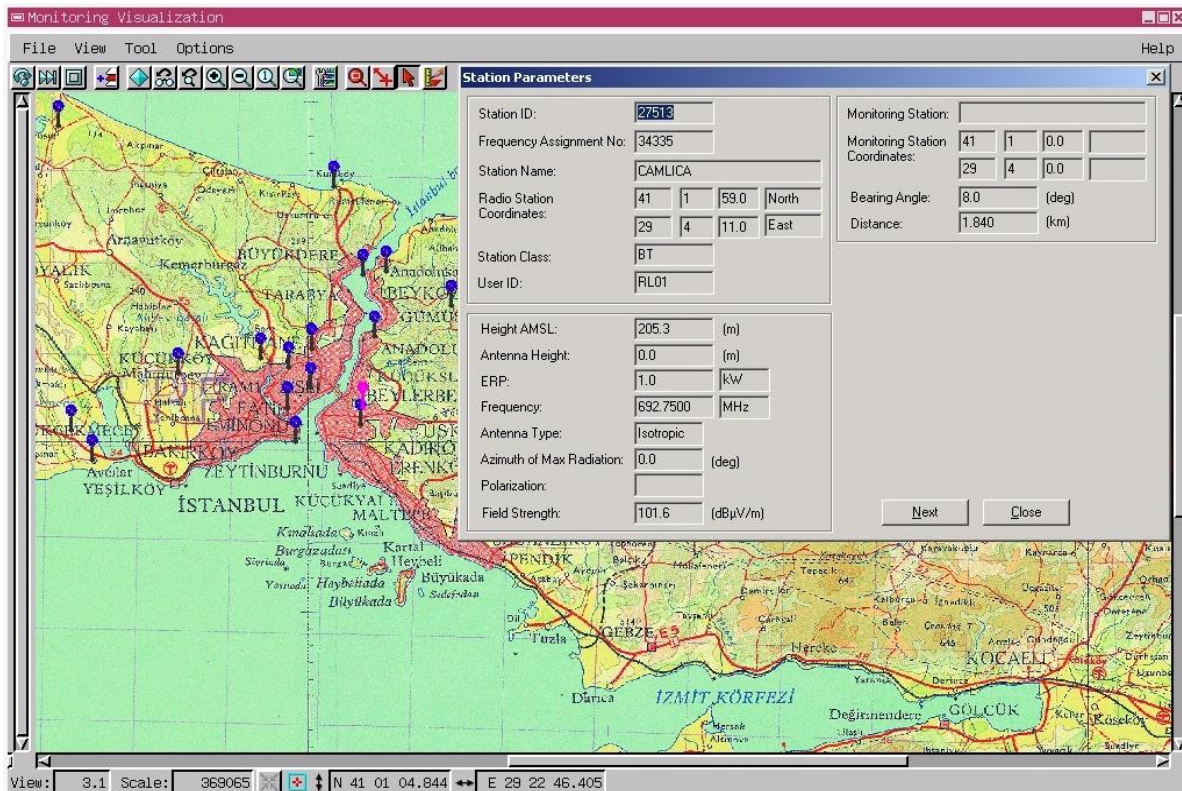
Модуль поддержки управления MIS – еще одна уникальная подсистема, которая дает возможность менеджеру MIS создавать в пределах определенной организационной структуры профили пользователей, назначать имена пользователя и пароли, определять для пользователя права доступа и права манипуляции данными начиная от запрета на использование определенной подсистемы и заканчивая ограничением некоторых функций, таких как просмотр записи, удаление записи и получения распечатки сообщений. Таким образом менеджер может управлять защитой системы и использовать интерфейсы контроля за использованием спектра, 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 модули:

- управления выдачей лицензий на радиостанции;
- управления выдачей лицензий на любительские радиостанции;
- управления выдачей удостоверений радиолюбителям;
- управления выдачей удостоверений операторам;
- управления выдачей удостоверений иностранным радиолюбителям;
- управления сертификацией станций гражданского диапазона;
- управления оплатой;
- управления обработкой жалоб на помехи;
- юридического контроля;
- управления стандартами на оборудование и выдачей лицензий на использование;
- управления контролем;
- поддержки управления MIS.

Система MIS была также объединена с *системой инженерно-технической поддержки и контроля за использованием спектра*. Используя функции поиска по базе данных и Географическую информационную систему (GIS) с соответствующим программным обеспечением, пользователи могут найти в базе данных записи 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 определенном географическом районе Турции, программное обеспечение обращается к базе данных выдачи лицензий, находит станции, удовлетворяющие заданным критериям, и отображает их на карте с определяемыми пользователем символами. Выбирая мышью 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



Nat.Spec.Man-7.11

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 контроля за использованием спектра* и *Национальный центр управления*. Данные для этих центров копируются ежедневно.

В настоящее время в базе данных NFMS 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 частот и управления" составляет 553 624, по всей территории Турции имеется только 119 228 частотных присвоений для лицензированных станций. Количество записей в рабочей базе данных управления станциями контроля за использованием спектра

возрастает до нескольких миллионов в зависимости от типа и числа измерительных задач, назначенных станциям контроля.

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 Общие сведения****1.1 Введение**

Это Приложение фокусирует внимание на обновлении старых и разработке новых программных систем в области управления использованием спектра. В частности, мы описываем здесь процесс разработки программы Telcordia, целью которой было создание расширенной системы управления использованием спектра⁴¹ (FMS) для одного из ее клиентов. Изучение модернизации и обновление 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 отчетов 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 "Руководство по проектированию и разработке автоматизированных систем управления использованием спектра".

Как правило, система управления использованием спектра выполняет функции, относящиеся к следующим общим категориям:

- административные функции, такие как ведение записей, обработка запросов, создание отчетов и т. д.;
- инженерно-технический анализ, например анализ моделей распространения радиоволн, анализ воздействия помех, анализ линии связи, анализ зоны покрытия и т. д.;
- поддержка работы с географическим картами, облегчающая планирование спектра и разрешение проблем, связанных с помехами;
- финансовые функции, такие как обработка платежей, бухгалтерский учет и выставление счетов.

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 средств инженерно-технической поддержки. Множество функций выполнялось вручную. Эта FMS была разработана, чтобы объединить базу данных, функции инженерно-технической поддержки, финансовые функции, GIS и формирование отчетов в простом приложении клиент-сервер. Система должна была быть гибкой, модульной, и базироваться на проверенной технологии баз данных.

Чтобы помочь клиенту справиться с переходом на новую унифицированную и интегрированную систему, были произведены следующие работы:

⁴¹ В главе 7 термин "система управления использованием спектра" относится к общей системе, которая автоматизирует задачи управления использованием спектра. Термин "расширенная система управления использованием частот" относится к конкретной системе, разработанной и описанной в этом Приложении.

- анализ деятельности клиента;
- совместная с клиентом разработка требований к FMS;
- разработка FMS;
- развертывание FMS на объекте;
- эксплуатация FMS и обучение клиента перед передачей ему программного обеспечения FMS.

3 Исходная ситуация

Ситуацию, которая существовала перед введением FMS, характеризовали разнородное программное обеспечение и среда данных. В следующих ниже пунктах дается 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 инженерно-технической поддержки и выдачи лицензий для радиорелейных линий и спутниковых систем 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 расширенных радиотехнических расчетов (WARE) предоставляла средства для радиотехнических расчетов, анализа спектра и решения задач по использованию спектра в диапазоне 150 МГц – 2 ГГц. Технические возможности WARE позволяли применять это программное обеспечение для любых неспециализированных систем радиосвязи пункта со многими пунктами, включая системы PCS, BETRS, подвижной, сотовой и других видов связи. Система WARE была написана на языке C.
- **Рабочая станция ARC**
Расширенная система радиokoордации (ARC) предоставляла средства для радиотехнических расчетов в диапазоне СВЧ и решения задач по использованию спектра в диапазоне 2–40 ГГц. Система 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 правительства США.** Они включали MSAM и REC533 для ВЧ-распространения.
- **Набор программ на Фортране и C от МСЭ-R.**
- **Программы на Фортране, предоставленные клиентом,** включая программы для координации спутниковых сетей.

3.2 Разнородная среда данных

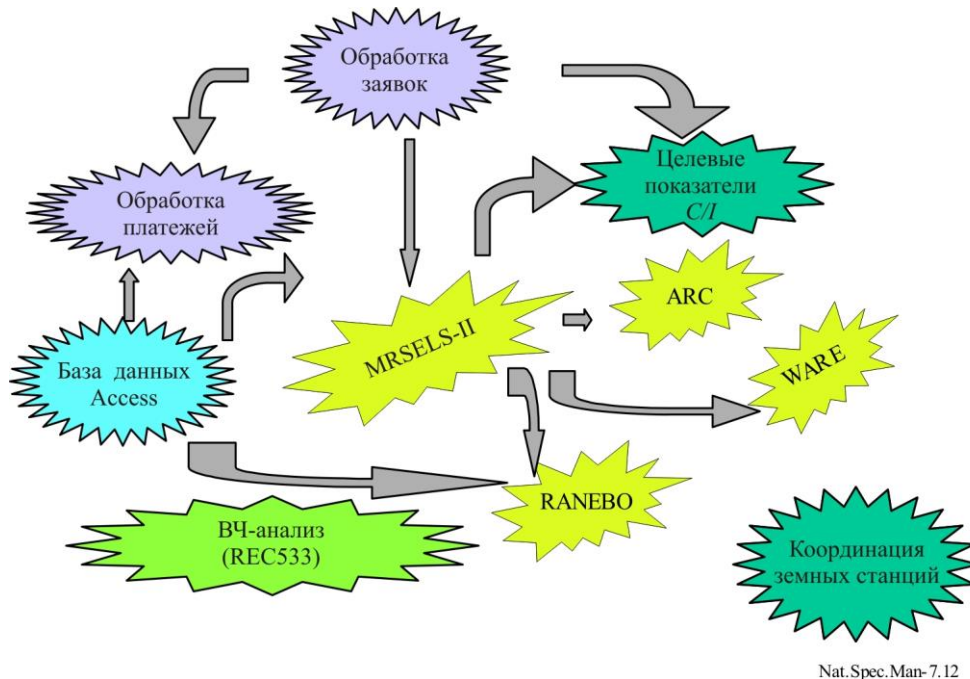
Данные, используемые для управления использованием спектра, имели несколько источников происхождения:

- *базы данных клиента* – главным источником данных была совокупность нормализованных баз данных клиента. Для различных служб использовались различные базы данных;
- *МСЭ-R* – данные, имеющие отношение к распределению спектра, определениям служб 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 друг от друга, и если должны были использоваться все системы, то требовались значительные ручные корректировки. Кроме того, поскольку эти системы базировались на различных платформах, 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 предоставляет единообразный интерфейс пользователя для всех служб.

РИСУНОК 7.13

Иллюстрация унифицированной и интегрированной расширенной системы управления использованием спектра



Nat.Spec.Man-7.13

Преимущества унифицированной и интегрированной системы

- *Снижение требований к обслуживанию.* Поддержка единственной базы данных является менее дорогостоящим делом, чем поддержание нескольких.
- *Повышение 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 количества пользовательских ошибок.* Автоматизированная интегрированная система может обеспечить автоматизированную проверку и анализ представленных данных.
- *Единообразие интерфейса и программного кода.* Современные методы проектирования объектно-ориентированного программного обеспечения облегчают создание единого интерфейса пользователя. Общие для всех функций задачи ведут себя тождественно.
- *Модернизация.* Дополнительное преимущество интеграции 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 включает также моделирование данных и методы управления. В системах управления использованием спектра обычно отмечается достаточная общность элементов данных для различных служб и функций, так же как и схожесть процедур управления использованием спектра для различных служб. В результате унификация выполнима и может закончиться существенным усовершенствованием деятельности 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 (СУРБД) была выбрана Oracle8i™. На выбор СУРБД Oracle® 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.
- Для манипуляции данными GIS было выбрано ПО MapInfo Professional®, а для представления данных в пределах приложения – компоненты MapInfo MapX®. В качестве подсистемы GIS было выбрано ПО Oracle® Spatial. Преимущество этого выбора – хорошая интеграция, обеспеченная Oracle Spatial, Oracle и MapInfo между их изделиями.
- Инженерно-технические и финансовые функции были реализованы на языках программирования PL/SQL™, C++ и Фортране. Этот выбор диктовался выбором СУРБД, составом предыдущего программного обеспечения и целью построения объектно-ориентированной архитектуры.
- В качестве серверной операционной системы использовалась ОС Microsoft® Windows NT®4. Клиент требовал систему Windows NT, так как клиент будет управлять системой в конце проекта, и проектируемая загрузка на FMS была умеренной. Хотя FMS базируется на системе Windows NT, независимость от платформы была важной целью для разработки FMS. Перенесение FMS на платформу Unix должно быть несложным процессом.

4.2 Анализ деятельности клиента

Первым шагом разработки интегрированной системы был анализ деятельности 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 созданием приложения компания и клиент рассмотрели существующие программные системы, чтобы решить, какие части сохранить, какие части использовать повторно и какие части разработать.

4.3 Уроки, извлеченные в процессе создания приложения

Ниже описываются некоторые решения относительно повторного использования функциональных возможностей и программного обеспечения, принятые при разработке приложения, и излагается их мотивировка.

- 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, вероятно, было бы трудно разработать несколько лет назад. Компания работала с группой Oracle GIS, чтобы разработать функцию отображения географической карты, интегрированную приложением.
- Существующий код С многократно использовался, если был технически приспособлен для этого. Однако для языка C++ большинство кодов С было модернизировано в целях объектно-ориентированного проектирования. В некоторых случаях существующий код С 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 кода, связанного 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 написанную на языке Фортран программу в виде библиотеки;
 - вариант 2* – преобразовать в язык С, используя автоматизированное инструментальное средство, такое как f2c; или
 - вариант 3* – преобразовать в язык С++ 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 С++ (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 программы С++ 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 невозможным. 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 нотификации, 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 сценарии на Perl и PL/SQL.
- Данные Access были перенесены в Oracle, объединяя приложения Microsoft® Excel и Access посредством COM-автоматизации. Кроме того, были разработаны сценарии PL/SQL для преобразования данных в пределах Oracle.
- Особенно 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.

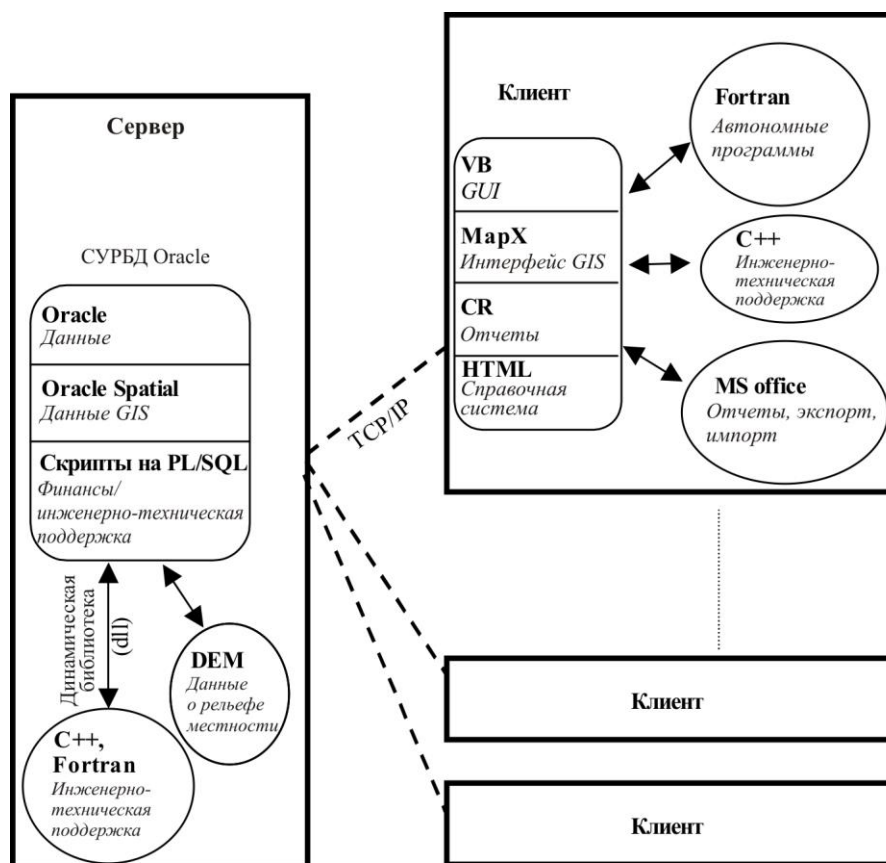
Осуществление ссылочных ограничений данных, таких как иностранные ключевые и первичные ключевые ограничения, требовало разработки автоматизированных процедур определения

местонахождения пересечения или дублирования информации и переименования, 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 частот

Результатом этих усилий было создание расширенной системы управления использованием частот (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



Nat.Spec.Man-7.14

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 любое средство инженерно-технической поддержки, просто заменив библиотеку. Это важно в управлении использованием спектра, где некоторые 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 о рельефе местности, подкачав в нее новые файлы.

FMS – программная система, которая автоматизирует разнообразные задачи управления использованием спектра, в том числе:

- присвоение новых частот;
- разрешение проблем, связанных с помехами;

- расчет и сбор платы за использование частот;
- инженерно-технический анализ;
- обеспечение соответствия международным и национальным регламентам;
- оценку характеристик линии связи;
- координацию земных станций;
- приграничную координацию и нотификацию;
- создание отчетов, форм заявок, расчет платы, выдачу лицензий и выставление счетов;
- выполнение запросов и поиск;
- обеспечение безопасности.

Программное обеспечение FMS выполняет три основные функции.

- Административная функция включает такие возможности, 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 частот 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 инженерно-технического анализа позволяет рассчитать воздействие помех между передающими системами, оценить зону покрытия 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 инженерно-технических расчетов FMS использует объединенные цифровые базы данных рельефа местности.

6 Переход к FMS

Заключительный шаг состоит в передаче клиенту прав системного администрирования новой системы. Хотя клиент намеревался управлять новой системой сам, был предусмотрен переходный период, в течение которого системное администрирование FMS осуществлял 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. Кроме того, 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 частот (FMS). Разработка этой системы была сложной задачей по многим причинам, включая следующее:

- требовалось тесное сотрудничество клиента и компании, для того чтобы определить системные требования, включая интерфейс пользователя, средства инженерно-технической поддержки, 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 повысил эффективность работы и способность быстро и точно выполнить задачи, которые изначально были чрезвычайно трудоемкими.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

К ГЛАВЕ 7

**Национальная система управления и контроля
за использованием спектра в Перу****1 Введение**

Это Приложение описывает опыт внедрения системы управления и контроля за использованием спектра в интересах Министерства транспорта и связи (МТС) Перу (www.mtc.gob.pe). Руководство проектом осуществлял МСЭ (www.itu.int) в интересах МТС. Главный подрядчик проекта – корпорация THALES (ТСС), Франция (www.thalesgroup.com), при этом система контроля за использованием спектра 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 Описание системы

Проект заключался во внедрении законченной системы "под ключ", которая должна была быть поставлена в Перу для одного национального центра в Лиме и на первом этапе (до 2002 года) для шести региональных центров, система может быть расширена для других регионов. На Рисунке 7.15 показана общая архитектура существующей сети.

Национальный центр включает

программное обеспечение управления и контроля за использованием спектра в следующем составе:

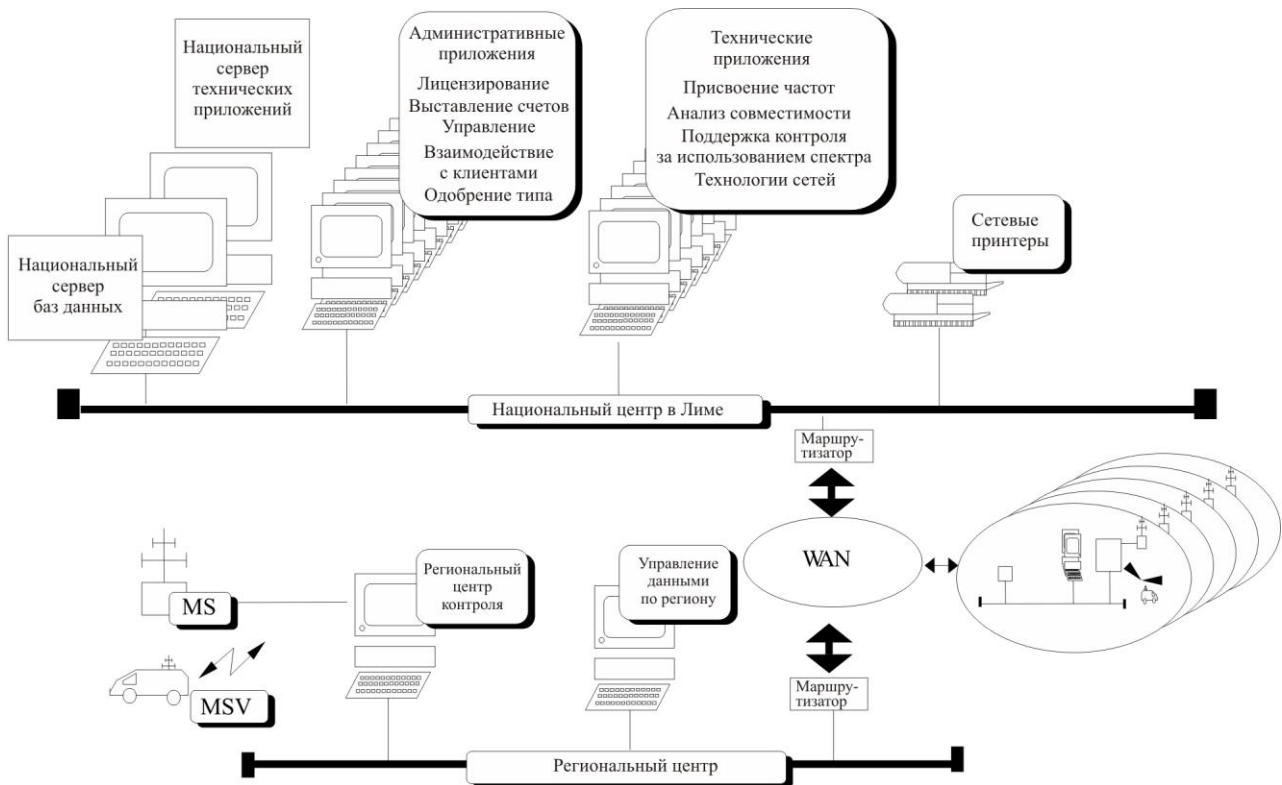
- национальная база данных;
- инструментальные средства технического анализа;
- административные инструментальные средства;
- интерфейс к системе контроля за использованием спектра;
- национальное программное обеспечение контроля за использованием спектра.

Региональный центр включает

- программное обеспечение управления и контроля за использованием спектра: административные инструментальные средства, интерфейс к программному обеспечению для контроля за использованием спектра;
- оборудование.

РИСУНОК 7.15

**Общая архитектура системы управления и контроля
за использованием спектра в Перу**



Nat. Spec. Man- 7.15

1.2 Преимущества, ожидаемые Министерством транспорта и связи

С помощью этой полностью интегрированной системы Министерство транспорта и связи (МТС) намеревается обеспечить высокоэффективное управление использованием национального радиочастотного спектра и контроль за его использованием 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 важным, 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 и контроля за использованием спектра поможет удовлетворять требования пользователей спектра и администраций.

Эта система должна помочь МТС в осуществлении следующих основных видов деятельности:

- разработка политики и правил;

- координация международных конференций и собраний;
- планирование, распределение и присвоение частот;
- выдача лицензий, выставление счетов и автоматическое уведомление о продлении;
- координация частот и заявления о присвоении частот;
- инженерно-техническая поддержка (анализ электромагнитной совместимости, вычисление отношения C/I , прогнозирование распространения радиоволн);
- инспекция, управление использованием спектра, наблюдение и контроль за использованием спектра;
- сбор статистики и расширенная отчетность;
- измерение параметров и определение местоположения передатчиков в соответствии со Справочником МСЭ-R по контролю за использованием спектра.

Эта деятельность осуществляется в столице страны Лима, а некоторые из них также в шести региональных центрах.

2 Описание системы управления использованием спектра

2.1 Реализация проекта

Реализация этого проекта была запланирована в несколько этапов. Первый этап охватил национальный центр в столице Лима. Второй и третий этап включали шесть 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 правилами, Регламентом радиосвязи и Отчетами 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 виды деятельности:

- управление технологическим процессом и обработка заявок;
- автоматизация административных задач;
- определение частотного плана;
- распределение частот;
- присвоение частот;
- выдача лицензий и разрешений;
- одобрение типа и сертификация оборудования;
- выставление счетов, обработка платежей и автоматическое уведомление о продлении;
- международная координация и нотификация;
- инженерно-техническая поддержка использования спектра, прогнозирование зоны покрытия, анализ электромагнитной совместимости, вычисление отношения C/I ;
- обработка жалоб, планирование инспекций и контроль за использованием спектра;
- интерфейс между системами управления использованием спектра и контроля за использованием спектра;
- статистическая и расширенная отчетность.

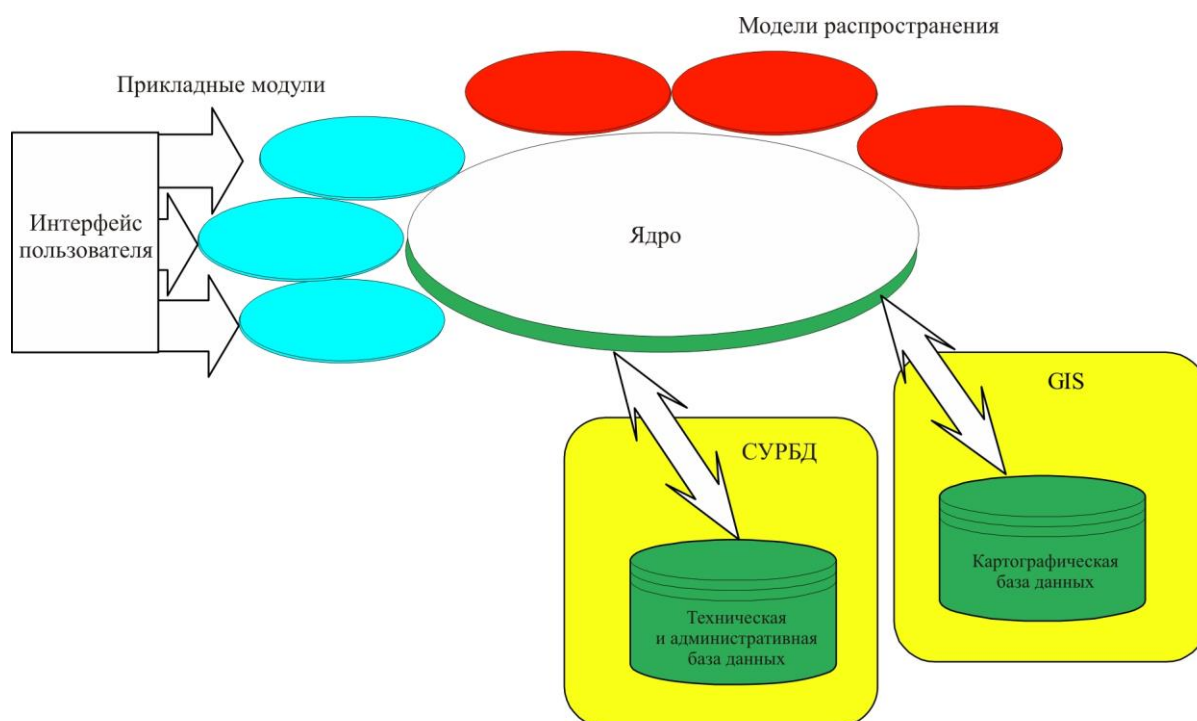
Главные технические особенности системы:

- интегрированная система управления использованием спектра с единым пакетом программ и единой базой данных для выполнения административных и технических задач;

- соответствие требованиям Рекомендаций и Отчетов МСЭ;
- учет международных соглашений о координации;
- несколько мощных моделей распространения;
- возможность инженерно-технического анализа, анализа электромагнитной совместимости (ЭМС) и расчета отношения C/I ;
- мощная система управления реляционными базами данных (ORACLE);
- высокоразвитый графический интерфейс пользователя (GUI);
- географическая информационная система (GIS) с широкими функциональными возможностями;
- гибкость, удобство для пользователя, надежность;
- многопользовательская архитектура, многозадачность;
- многоязычная, многооконная среда клиент-сервер;
- кросс-платформенность, открытая архитектура.

Система состоит из различных функциональных элементов, показанных на следующей схеме.

РИСУНОК 7.16

Функциональная схема системы

Nat.Spec.Man-7.16

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) использует **картографическую базу данных** для получения достоверной географической информации.

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, которым назначена конкретная задача. Они используют функции ядра.

Система является многопользовательской и многозадачной и обладает свойствами многоязычной и многооконной среды клиент-сервер.

Организация меню использует подход на основе задач, который упрощает и оптимизирует понимание и использование приложения.

2.3 Администрирование пользователей системы и управление безопасностью

Управление безопасностью было важным аспектом для МТС по многим причинам, в том числе по следующим:

- систему могут использовать несколько человек из различных отделов МТС;
- не каждый пользователь имеет права на выполнение всех доступных операций;
- в базе данных находятся финансовые отчеты;
- ряд других причин.

Система реализована с учетом следующих соображений:

- каждого пользователя в пределах системы должен назначать системный администратор;
- первый уровень идентификации обеспечивается операционной системой на рабочей станции, с которой пользователь может обратиться к системе;
- второй уровень идентификации обеспечивается прикладной программой при доступе к СУРБД (ORACLE);
- третий уровень определяется правами, предоставленными пользователю для работы с данными.

2.4 Административные функции

Административные функции, поддерживаемые системой согласно потребностям МТС, перечислены ниже:

- интерфейс ввода данных и определение данных;
- управление данными о пользователях спектра;
- управление технологическим процессом и обработка заявок;
- управление международной координацией;
- одобрение типа и сертификация оборудования;
- лицензирование;
- выставление счетов, обработка платежей и автоматическое уведомление 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 также 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 пользователях 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, выдаче удостоверений и разрешений, обработке платежей и выставлению счетов, международной координации, нотификации, инженерно-технической поддержке использования спектра и т. д.

2.4.4 Управление международной координацией

Радиочастоты не ограничены геополитическими границами. Поэтому необходимо координировать частотные присвоения на региональном и международном уровнях. Для того чтобы выполнять эту задачу, МТС должно:

- вести 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 о координации и создавать соответствующие электронные и бумажные формы нотификации, требуемые соответствующими службами МСЭ.

2.4.5 Одобрение типа и сертификация оборудования

Этот модуль позволяет управлять одобрением типа и сертификацией радиооборудования на основе национальных и международных стандартов. Удостоверения на оборудование напечатаны в требуемых форматах.

2.4.6 Лицензирование

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 (любительской, морской, воздушной, сухопутной подвижной, радиовещательной и т. д.), станции (стационарной, мобильной, носимой и т. д.) и пользователя (правительственной организации, службы безопасности, корпоративной 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.;
- вести точные и своевременные записи в базе данных лицензий на использование частот и нотификации. Как указано выше, такая база данных и ее производные должны быть компьютеризированы. Выдача лицензии базируется на успешном присвоении частот;
- выдавать требуемые отчеты и статистику в надлежащем виде;
- 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 и структуру лицензионных платежей исходя из типа службы, станции, пользователя, зоны покрытия, 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 Выставление счетов, обработка платежей и автоматическое уведомление о продлении

Сюда относится хранение всей информации, связанной с платежами, – выставленные счета, оплаченные счета, неуплаченные суммы и т. д. Когда лицензия выдается или изменяется, детали выставления счета сохраняются, и размер платы рассчитывается, 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 взысканием долгов по оплате, используя библиотеку штрафов и процентов, и может вычислить долги клиентов. Счета печатаются в требуемых форматах.

2.5 Средства технического анализа

МТС Перу внедрило следующие технические модули:

- технический интерфейс ввода данных;
- модуль инженерно-технической поддержки, анализа электромагнитной совместимости (ЭМС) и расчета отношения C/I ;
- модуль присвоения частот.

2.5.1 Технический интерфейс ввода данных

Поддерживается дружелюбный интерфейс, основанный на концепциях графического интерфейса пользователя (GUI) и возможности визуального понимания всех элементов, имеющихся на экране. Цель состоит в том, чтобы дать системному оператору возможность работать в эффективной и безопасной среде. Меню приложения обычно структурируются по выполняемым задачам. Например, интерфейс управления данными используется, чтобы создавать и редактировать площадки и станции, или для того, чтобы выбирать их перед созданием вычислительной модели, и т. д.

2.5.2 Инженерно-техническая поддержка, анализ электромагнитной совместимости (ЭМС) и расчет отношения C/I

Как администрация, отвечающая за управление использованием спектра в Перу, МТС должно:

- устанавливать политику и регламенты на основе результатов технического анализа и планов, представленных группой инженерно-технической поддержки;
- готовить и координировать международные конференции и встречи, основанные на данных и результатах исследований, представленных группой инженерно-технической поддержки;
- создавать инженерно-технические лаборатории, оснащенные средствами испытания, обслуживания и калибровки; организовывать НИОКР и т. д.;
- вести актуальный перечень оборудования с одобрением типа и технически приемлемого оборудования;
- координировать и присваивать частоты, выдавать лицензии на использование частот радиостанциям на основании их технических параметров, результатов исследований и анализа ЭМС и воздействия помех, а также результатов проверки правильности проектирования системы;
- цель анализа ЭМС и воздействия помех состоит в том, чтобы изучить воздействие предложенных частотных присвоений на среду действующих частотных присвоений (на национальном и международном уровнях). 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 инженерный расчет системы для оценки выполнимости минимальных требований для данного проекта сети. Хотя задачей МТС и не является реализация законченного проекта системы, цель инженерного расчета состоит в том, чтобы гарантировать такое положение дел, при котором технические параметры системы разумны, достаточны и оптимальны для данного способа эксплуатации и предложенного местоположения;
- осуществлять инспекции и контроль за использованием спектра на основании рекомендаций от группы инженерно-технической поддержки.

Чтобы помочь МТС в решении вышеупомянутых задач, в составе ELLIPSE Spectrum предусмотрены модули с функциями расчета зоны покрытия станции и сети, зоны покрытия данного пункта, зоны покрытия трассы, исследования ЭМС, расчета параметров интермодуляции, вычисления отношения C/I 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 частот

МТС должно быть способно:

- поддерживать точную и актуальную базу данных частотных присвоений. С увеличением числа пользователей частот и радиослужб становится важно иметь электронную базу данных, используя современные инструментальные средства управления реляционной базой данных. Присвоение частот базируется на национальной политике, регламентах и национальных правилах частотного планирования. Национальная база данных должна содержать административную, географическую и техническую информацию обо всех национальных присвоениях частот;
- 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 для совместного использования. 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 (э.и.м.), 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 к системе контроля за использованием спектра

Оператор, выполняющий задачи технического контроля за использованием спектра, имеет возможность обратиться к техническим данным системы управления использованием спектра, которые ему требуются для его повседневной работы. Он может также использовать данные контроля для обновления базы данных управления использованием спектра.

Информационный обмен между системами управления и контроля за использованием спектра осуществляется путем электронной передачи файлов. Система управления посылает в систему контроля за использованием спектра списки параметров, которые должны быть измерены (контрольный список). Система контроля возвращает список несоответствий, выявленных при измерении этих параметров, в выходном файле (проверочный список) вместе с результатами соответствующих измерений.

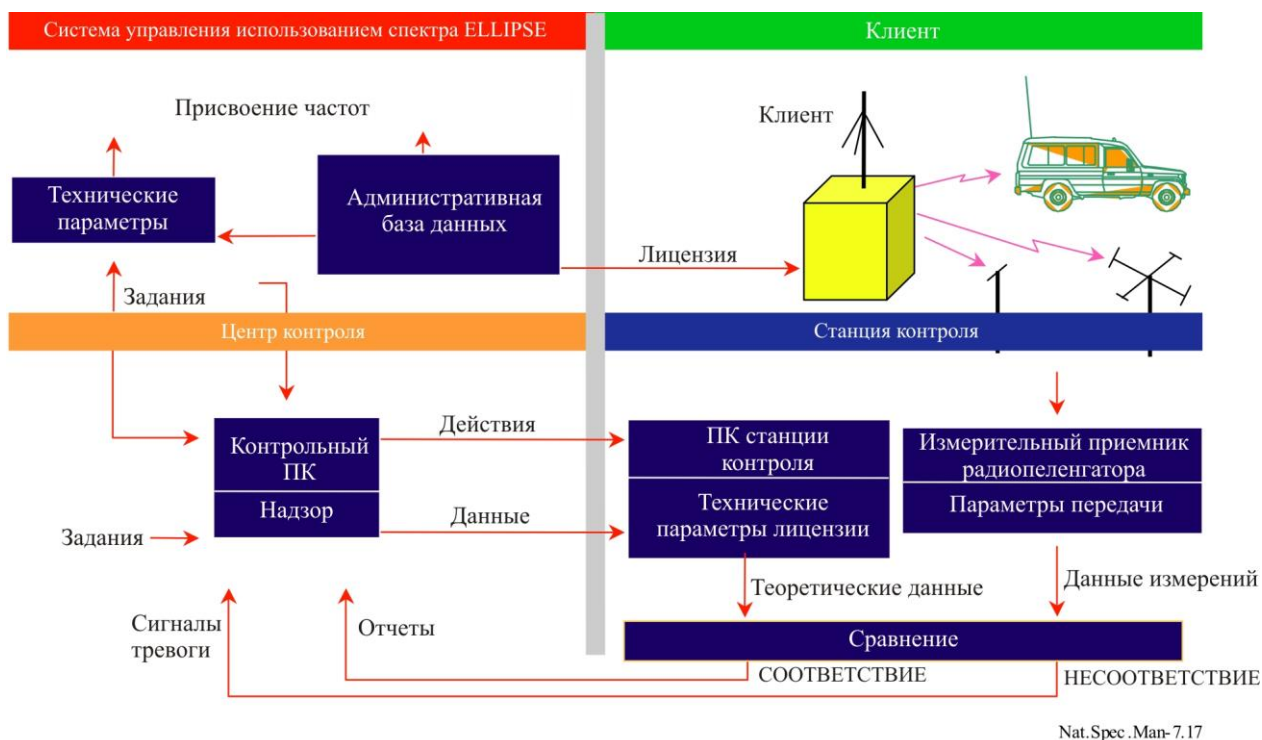
Можно рассмотреть два рабочих сценария:

- сеанс технического контроля за использованием спектра по инициативе оператора системы управления использованием спектра;
- сеанс технического контроля за использованием спектра по инициативе оператора системы контроля.

Эти действия могут быть инициализированы и запущены из национального центра или из каждого регионального центра.

РИСУНОК 7.17

**Обработка информации и информационный обмен
между системой управления использованием спектра
и системой контроля за ним**



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 покрытия и ЭМС. Они используются также для отображения конфигурации топологии сети и результатов технических исследований дружественным к пользователю путем.

Ниже перечислены различные типы данных, используемые GIS:

- цифровая модель рельефа местности, или DTM (уровень земли для каждого местоположения выше уровня моря);
- цифровая модель возвышений, или DEM (высота застройки выше уровня земли);
- наземные объекты (озера, леса, застройки, открытые территории и т. д.);
- планиметрическая база данных (административные границы, населенные пункты, реки, дороги и т. д.);
- цифровая база данных изображений (отсканированные карты и ортофотоснимки);
- информация из программы МСЭ IDWM (например, 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 всей стране и при этом вести очень точные вычисления для столицы Лимы. На последующих этапах реализации 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 новых методов работы и обработки или адаптации к ним необходимо обеспечить надлежащее обучение для операторов системы, ранее работавших с бумажными документами и выполнявших ручную обработку и/или применявших различные неинтегрированные 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 реализации проекта и системных действий.

Эффективные современные системы управления и контроля за использованием спектра позволяют МТС успешнее решать повседневные задачи по управлению и контролю за использованием спектра и должным образом выполнять свои функции в соответствии с международными и национальными регламентами и рекомендациями. Будущие планируемые этапы должны помочь в децентрализации процесса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

К ГЛАВЕ 7

**Национальная система управления и контроля
за использованием спектра в Республике Ботсвана****1 Введение**

Цель настоящего Приложения – дать описание системы управления использованием спектра, применяемой Регуляторным органом связи Ботсваны (BOCRA).

BOCRA – орган, учрежденный Законом о регулировании связи Ботсваны. Полномочия этого органа включают, среди прочего, обеспечение рационального использования радиочастотного спектра в стране путем применения надлежащих процессов управления его использованием. В 2006 году BOCRA приобрел автоматизированную систему управления использованием спектра, разработанную в соответствии с проводимой политикой в области управления использованием спектра. На сегодняшний день эта система претерпела ряд модернизаций, направленных на удовлетворение новых требований к управлению использованием спектра, связанных с лицензированием новых технологий.

В состав данной системы управления использованием спектра, показанной на Рисунке 7.18, входят следующие компоненты:

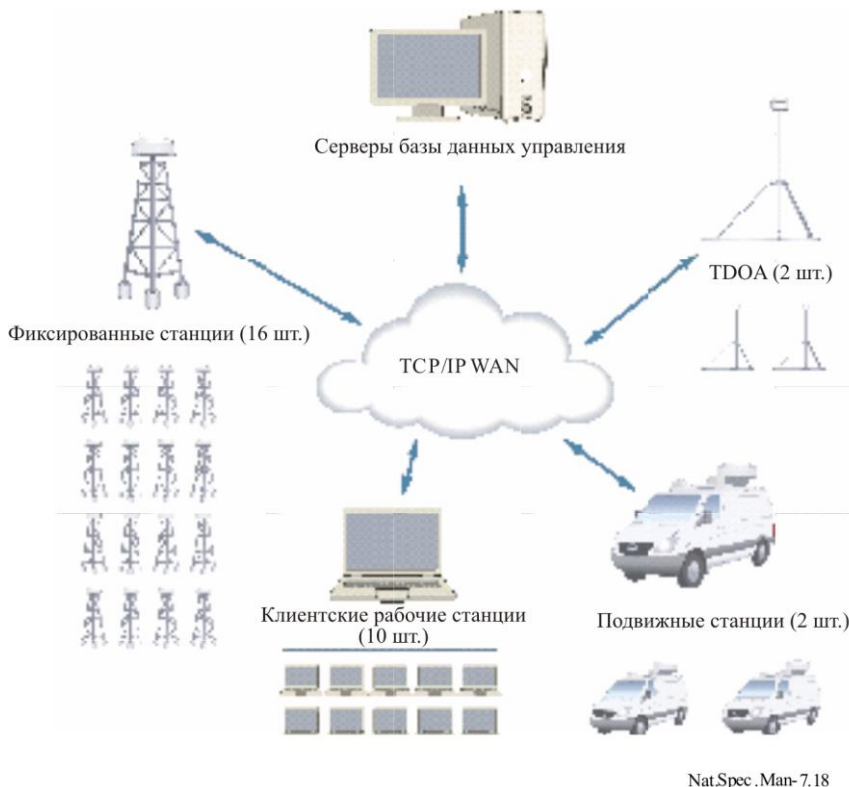
- одна (1) автоматизированная система управления использованием спектра с веб-интерфейсом (ASMS), размещенная в головном офисе BOCRA;
- одна (1) система контроля за использованием спектра (SMS), состоящая из 16 фиксированных и 2 подвижных станций контроля, распределенных по всей территории страны, а также 2 датчиков TDOA, которые работают в связке с фиксированными станциями в столице страны для обеспечения возможности применения гибридного метода определения географического местоположения источника сигнала по разнице во времени прихода и углу прихода сигнала (TDOA/AOA).

Все аппаратное и программное обеспечение системы поставлено компанией TCI (США) и спроектировано как единый программно-аппаратный комплекс в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1537.

Эта система позволяет BOCRA эффективно управлять использованием радиочастотного спектра в Ботсване, выполняя следующие функции:

- составление и ведение перечня допустимых видов использования различных полос частот в соответствии с национальным частотным планом;
- ведение полного перечня радиооборудования, принадлежащего каждому держателю лицензии, с указанием серийного номера и позывного сигнала;
- выдача разрешений на использование каждого частотного присвоения в соответствии с национальным частотным планом и ведение соответствующих записей;
- анализ предлагаемых частотных присвоений на предмет возможных помех санкционированным пользователям спектра;
- проведение всех рекомендуемых МСЭ радиоэлектрических измерений;
- обнаружение не соответствующих требованиям, несанкционированных или мешающих сигналов и определение их характеристик;
- определение местоположения источника не соответствующих требованиям, несанкционированных или мешающих сигналов для оперативного разрешения проблем и защиты интересов законных пользователей спектра.

РИСУНОК 7.18
Компоненты системы ВОСРА



2 Описание системы управления использованием спектра

2.1 Общий обзор

В состав автоматизированной системы управления использованием спектра (ASMS) ВОСРА входят следующие компоненты:

- один (1) веб-сервер ASMS, подключенный к локальной вычислительной сети ВОСРА и к интернету. На сервере размещены веб-сайт ВОСРА для онлайн-подачи заявок, а также база данных системы управления;
- десять (10) клиентских рабочих станций, распределенных между центральным офисом администрации и зданием центра управления контролем за использованием спектра. Клиентское программное обеспечение ASMS установлено на всех рабочих станциях, а дополнительный пакет средств анализа установлен на нескольких из них.

Назначение системы управления – помочь в планировании спектрального ресурса и управлении его использованием. На момент первоначального развертывания этой системы ВОСРА нес ответственность лишь за регулирование электросвязи. Теперь же в круг его полномочий входит регулирование электросвязи, ИКТ, радиовещания и почтовых услуг. Данная система была модернизирована в целях обеспечения возможности лицензирования других служб. Централизация в целом облегчила выполнение поставленных перед ВОСРА задач, поскольку лицензии на услуги, радиостанции и системы взаимосвязаны, и теперь имеется единое представление, позволяющее получить сведения о клиентах, являющихся держателями разных видов лицензий. В данный момент система имеет следующие функциональные возможности:

- ведение национального плана распределения частот, который может отображаться в табличной или графической форме;
- ведение административных записей обо всех подателях заявок с указанием имени, почтового адреса и контактной информации;

- обработка заявок на получение лицензий на радиостанции, системы и услуги, а также лицензий на продажу оборудования электросвязи. В рамках этой функции ведутся записи обо всех частотных присвоениях пользователя с указанием местоположения, частоты, мощности и других технических параметров, требуемых МСЭ;
- расчет характеристик распространения сигнала передающих станций и анализ возможных помех между ними;
- автоматический расчет платы за все лицензии и формирование типовых счетов. В рамках этой функции производится обработка платежных квитанций и синхронизация информации о выставленных счетах и платежах с системой бухгалтерского учета ВОСРА;
- ведение записей о проверках соответствия, таких как инспекции, и устранение выявленных нарушений;
- составление административных и технических отчетов;
- ведение перечня одобренного (по процедуре одобрения типа) оборудования, на основании которого заполняются поля "производитель/модель" в формах заявок;
- реализация интерфейса к системе контроля за использованием спектра для содействия в выявлении не соответствующих требованиям несанкционированных сигналов;
- возможна онлайн-обработка лицензий на системы и услуги следующих видов: РТО (оператор сети электросвязи общего пользования), VANS (сетевые услуги с добавленной стоимостью), РТН (частная сеть электросвязи). Предусмотрено также сохранение всех сопутствующих материалов, представленных в электронной форме при подаче заявок, а также любой информации, запрошенной в ходе оценки заявок;
- возможна онлайн-подача следующих видов жалоб:
 - жалобы в отношении любых лицензированных операторов, лицензии которым выданы ВОСРА;
 - жалобы по не относящимся к лицензированию вопросам;
 - сообщения о нарушениях условий лицензии.

Эта система спроектирована в соответствии с руководящими указаниями, содержащимися в Рекомендации МСЭ-R SM.1370.

2.2 Архитектура

В основе системы управления использованием спектра лежит вычислительная модель клиент-сервер. На веб-сервере ASMS используется СУБД Microsoft® SQL Server® и ПО веб-сайта Microsoft IIS. Клиентское программное обеспечение ASMS написано специально для этой системы на различных языках платформы Microsoft и использует компоненты из ESRI™ для пространственного отображения результатов технического анализа и Sage™ – для сопряжения с системой бухгалтерского учета ВОСРА.

Веб-сервер и принтер для печати документов ASMS располагаются в здании головного офиса ВОСРА. Клиентские рабочие станции ASMS подключены через офисную ЛВС. Эти десять рабочих станций распределены между головным офисом и центром контроля за использованием спектра, который расположен в другом здании в столице и соединен с головным офисом по линии СВЧ-связи. Клиентское программное обеспечение ASMS и SMS установлены на каждой рабочей станции.

Веб-сервер ASMS принимает через интернет заявки, поданные пользователями. Он также соединен с SMTP-сервером ВОСРА, посредством которого по электронной почте подателям заявок и администраторам передаются уведомления об одобрении заявок и продлении лицензий, а также общие оповещения о статусе.

В системе реализовано множество уровней защиты, в том числе парольная защита, членство в группах безопасности, шифрование, а также методы обеспечения безопасности данных при передаче по сети и противодействия несанкционированному доступу к системе.

2.3 Клиентское программное обеспечение ASMS

Клиентское программное обеспечение ASMS предоставляет пользователям удобный интерфейс к базе данных системы управления. Оно получает информацию из заявок на лицензии, жалоб на помехи и других

источников и соотносит ее с данными, хранящимися в базе данных. По итогам этой работы могут формироваться различные полезные документы, такие как счета, уведомления, лицензии, свидетельства и управленческие отчеты. Этот процесс показан на Рисунке 7.19.

Пользовательский интерфейс клиентского приложения ASMS построен на базе меню. Каждое меню верхнего уровня содержит набор связанных друг с другом функциональных возможностей. Меню верхнего уровня и их функциональность описываются в следующих пунктах.

2.3.1 Бухгалтерский учет

Меню "Бухгалтерский учет" предоставляет доступ к административным данным клиентов и функциям системы, связанным с выставлением счетов. Оно позволяет, при необходимости, создавать счета вручную и регистрировать платежные квитанции. Пользователь может изменять фиксированные суммы, взимаемые за оказание различных услуг, а также константы, используемые при расчете платы. Это же меню содержит функции для ведения главной бухгалтерской книги ASMS с двойной записью. Наконец, оно позволяет открыть интерфейс к системе бухгалтерского учета BOGRA, с помощью которого синхронизируются главные бухгалтерские книги ASMS и BOGRA.

2.3.2 Обработка заявок

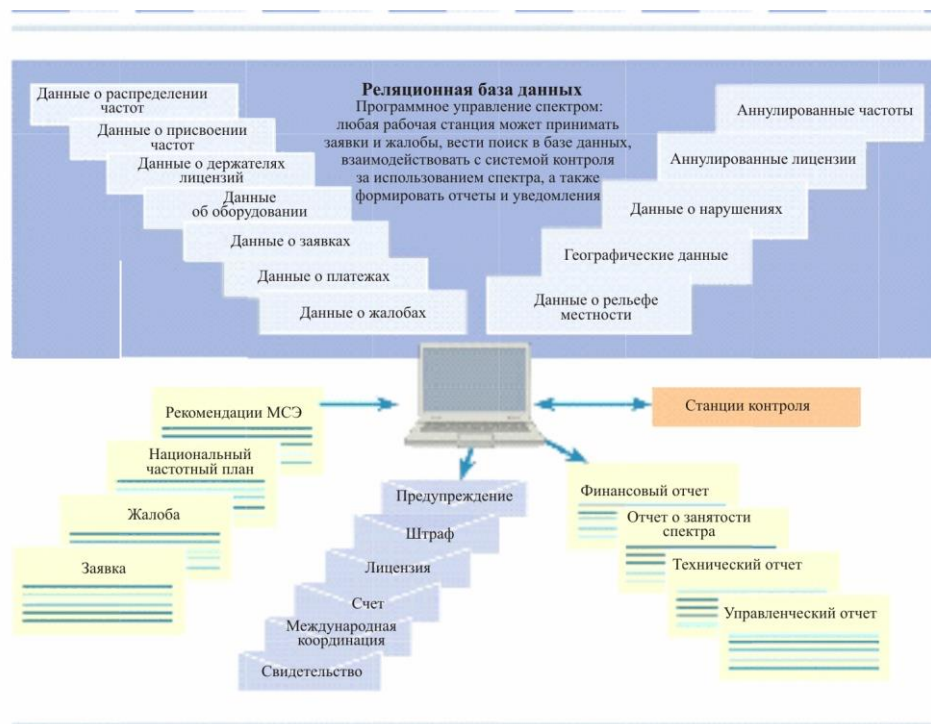
Меню "Обработка заявок" позволяет вводить в систему для рассмотрения и одобрения заявки нескольких типов:

- заявка на получение лицензии на радиостанцию (для использования радиочастотного спектра);
- заявка на получение лицензии на продажу оборудования электросвязи (для импортеров и оптовых продавцов оборудования);
- заявка на одобрение типа оборудования электросвязи (сертификация конкретной модели оборудования для эксплуатации в Ботсване);
- входящая заявка на приграничную координацию (прогнозирование помех от предлагаемых иностранных радиостанций);
- заявка на получение лицензии на системы и услуги (нейтральная в отношении услуг лицензия для поставщиков систем).

Система присваивает уникальный идентификационный номер каждой новой заявке, вводит значения по умолчанию в формы заявок и автоматически заполняет поля, если это возможно. Эти функциональные возможности доступны как пользователям интернет-сайта, так и пользователям клиентского программного обеспечения ASMS.

РИСУНОК 7.19

Типичные входные и выходные данные ASMS



Nat.Spec .Map- 7.19

2.3.3 Обработка лицензий

Меню "Обработка лицензий" позволяет выполнять различные действия с одобренными заявками. Оно позволяет выдавать новые лицензии после уплаты соответствующих сборов, рассылать по электронной почте напоминания о необходимости продления лицензий, а также изменять, передавать, приостанавливать действие или аннулировать лицензии. Предоставляются также широкие возможности поиска.

2.3.4 Технический анализ

Меню "Технический анализ" предоставляет доступ к набору средств для прогнозирования распространения радиосигнала по территории страны. Начальные условия (в частности координаты радиостанции и характеристики ее оборудования) для каждого анализа определяются по информации, содержащейся в выбранной пользователем заявке на получение лицензии на радиостанцию. Пользователь может изменять начальные значения и перерасчитывать результаты, не затрагивая информацию, хранящуюся в базе данных. Кроме того, система автоматически задает значения определенных коэффициентов, связанных с характеристиками атмосферы и земли; пользователь может экспериментировать и с этими значениями. Одни средства выдают отчеты в табличной форме, другие отображают результаты в графической форме на цифровых картах рельефа местности. Экран ввода параметров для анализа линии СВЧ-связи показан на Рисунке 7.20.

РИСУНОК 7.20

Ввод параметров для анализа линии СВЧ-связи

Nat.Spec.Man-7.20

2.3.5 Частота

Меню "Частота" позволяет запрашивать содержимое национального плана распределения частот (или плана МСЭ для любого района) и отображать результаты в текстовой или графической форме. Это меню содержит функции для создания ряда отчетов и запросов, связанных с частотными присвоениями. Например, оно позволяет запрашивать существующие присвоения частоты и присваивать новые частоты (в зависимости от статуса заявки). Кроме того, это меню позволяет выявлять заявки на станции, находящиеся в пределах координационного расстояния от соседних стран, и отслеживать состояния исходящих запросов на приграничную координату.

2.3.6 Соответствие требованиям

Меню "Соответствие требованиям" позволяет создавать, вносить изменения и удалять отчеты о жалобах, нарушениях и результатах инспекций станций. Кроме того, с его помощью можно экспортировать данные о лицензированных станциях в систему контроля за использованием спектра (SMS) для использования при автоматическом обнаружении нарушений (AVD), а также отображать данные контрольных измерений, полученные от SMS.

2.3.7 Отчеты

Меню "Отчеты" предоставляет доступ к 11 текстовым отчетам и 59 отчетам пользователя, содержащим разнообразную информацию о станциях беспроводной связи, заявках, лицензиях, жалобах и финансовых запросах.

2.3.8 Администрирование

Меню "Администрирование" позволяет администраторам обновлять системные таблицы ASMS, просматривать журналы ошибок, управлять отдельными пользователями и определять группы пользователей. В нем также имеются функции для импорта последнего выпуска компакт-диска с присвоениями ИФИК БР для наземных служб, одобрения заявок на получение лицензий на радиостанции и печати уведомлений МСЭ.

2.4 Программное обеспечение веб-сервера ASMS

База данных системы управления размещена на веб-сервере ASMS. Рабочие станции ASMS подключаются к этому серверу для обработки заявок на получение лицензий на радиостанции, генерации отчетов и

выполнения большинства других задач. На том же сервере располагаются клиентский веб-портал ASMS, посредством которого можно подавать заявки и другие формы в электронном виде через интернет. Клиентский веб-портал предусматривает возможность заполнения и подачи следующих форм:

- заявка на получение лицензии на радиостанцию (всех типов);
- заявка на одобрение типа оборудования;
- заявка на получение лицензии на продажу оборудования электросвязи;
- заявка на получение лицензии на системы и услуги;
- жалоба.

Эти формы содержат все поля и функциональные элементы, отображаемые в клиентском ПО ASMS для рабочих станций, включая динамически обновляемые списки для выбора, автоматически заполняемые поля и возможность прилагать сопроводительные документы в электронном виде. Однако при онлайн-подаче заявок податель заявки не видит резервных полей, предназначенных для служебного пользования.

Уполномоченные сотрудники ВОСРА могут входить на веб-сайт через его портал администратора. Там они могут непосредственно вводить заявки и жалобы в базу данных ASMS. Функциональные элементы для онлайн-регистрации и подачи заявок показаны на Рисунке 7.21. На Рисунке 7.22 изображена веб-страница клиентского портала для подачи заявок.

РИСУНОК 7.21

Онлайн-регистрация и ввод заявок

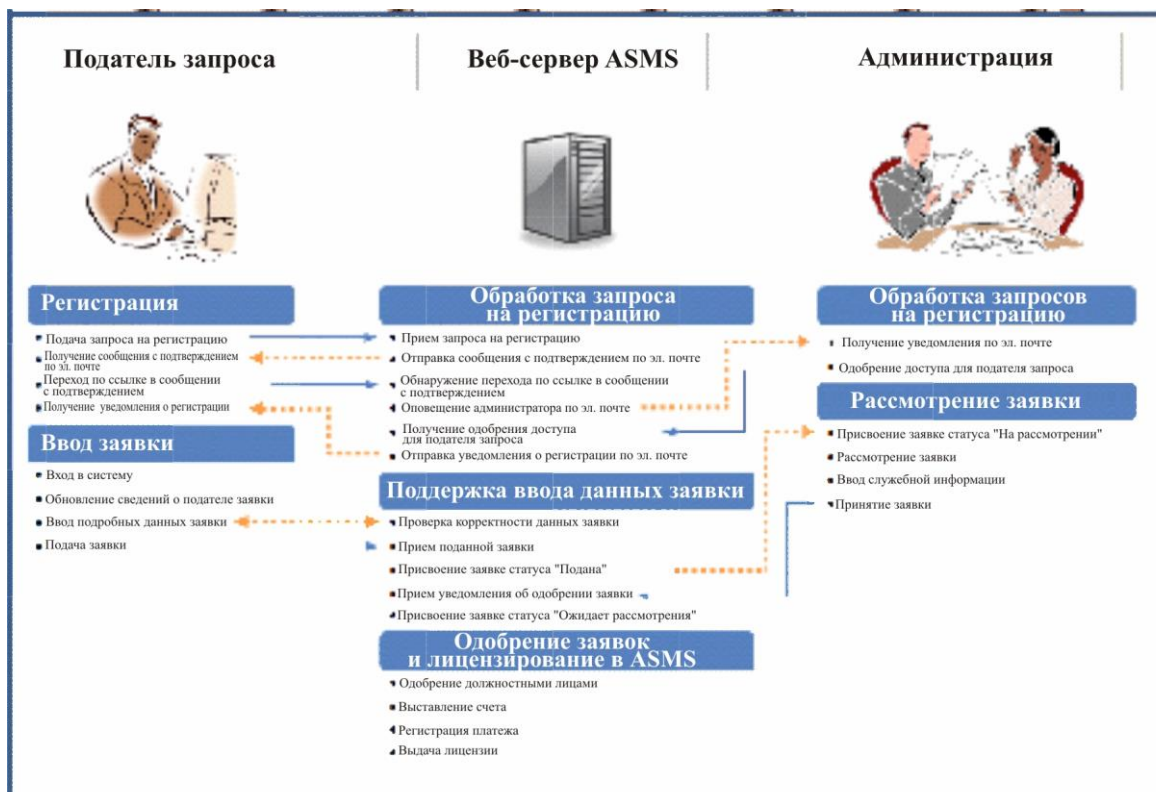
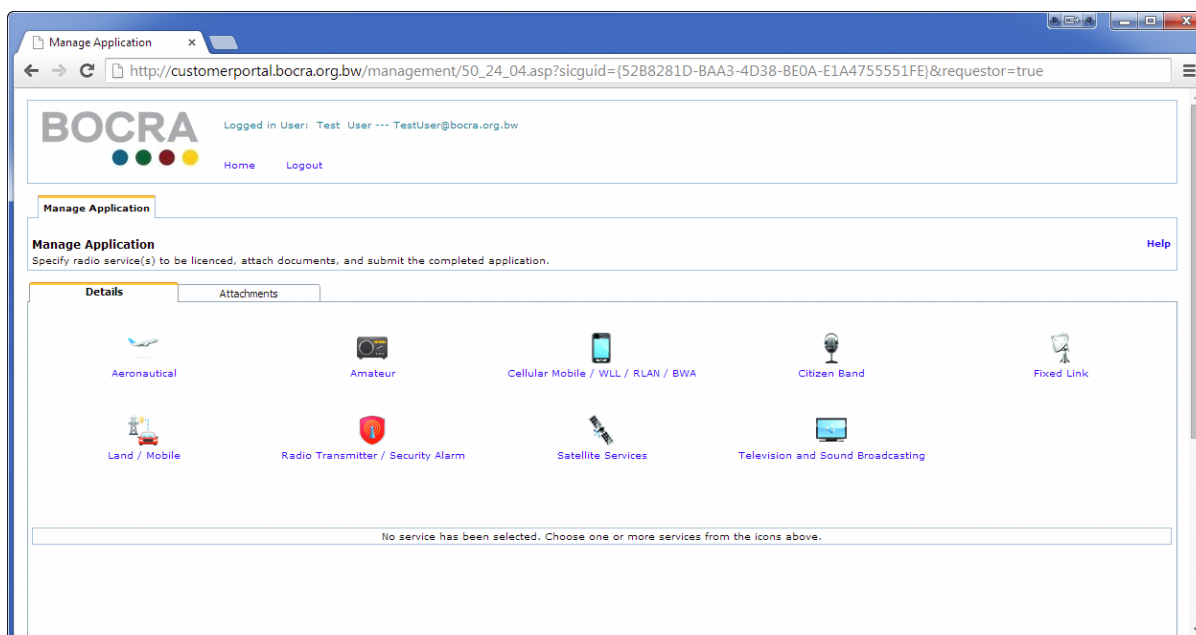


РИСУНОК 7.22

Онлайновая подача заявки на получение лицензии на радиостанцию

Nat.Spec.Man-7.22

2.5 Рабочий процесс лицензирования в ASMS

Рабочий процесс обработки заявок на получение лицензий в ASMS реализован по централизованно-распределенной модели. База данных ASMS присваивает каждой заявке определенный статус по мере ее продвижения в системе. Новой заявке на получение лицензии или запросу на изменение лицензии присваивается статус "Ввод данных", пока вводятся данные. По окончании ввода данных система проверяет наличие всей необходимой информации, после чего заявке присваивается статус "На рассмотрении". После официального рассмотрения и одобрения различными отделами система автоматически рассчитывает соответствующую плату, генерирует счет и присваивает заявке статус "Выставлен счет". После того как причитающаяся сумма будет уплачена в полном объеме и платеж будет обработан, заявке может быть присвоен статус "Лицензия выдана". Алгоритмы контроля рабочего процесса обеспечивают невозможность присвоения заявке очередного статуса, пока не будет полностью завершена обработка на текущем этапе.

2.6 Безопасность

Каждому пользователю клиентского ПО ASMS в его профиле входа в систему назначена одна или несколько групп безопасности. Каждая группа безопасности имеет разрешение на доступ к некоторой ограниченной части ASMS. Например, пользователям в группе "Ввод данных" разрешается просматривать и редактировать заявки на получение лицензий, но не разрешается просматривать и редактировать бухгалтерскую документацию. Разрешения каждой группы можно настраивать. Для любого элемента управления пользовательского интерфейса может быть установлено несколько уровней доступа – от "невидим" (самый низкий) до "полный доступ" (наивысший). Если пользователь принадлежит более чем к одной группе безопасности с конфликтующими разрешениями на доступ к объекту или элементу управления, то приоритет получает разрешение наивысшего уровня. На базе имеющихся групп безопасности можно создавать новые.

3 Описание системы контроля за использованием спектра

Система управления использованием спектра объединена с системой контроля за использованием спектра (SMS) в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1537.

3.1 Общий обзор

Основные цели SMS:

- контроль соответствия излучений на присвоенных частотах условиям лицензий, хранящихся в базе данных системы управления;
- расследование помех; определение местоположения нелицензированных передатчиков или передатчиков, характеристики которых не соответствуют предписанным;
- контроль фактического использования спектра и автоматическое обнаружение нарушений, то есть несоблюдения технических параметров, установленных в лицензии.

Система контроля за использованием спектра BOCRA включает шестнадцать (16) фиксированных станций контроля в диапазонах ОВЧ/УВЧ, распределенных по территории всей страны. В двух крупных городах развернуто по три станции. Пять станций на территории страны поддерживают также радиопеленгацию (DF) в диапазоне ВЧ. Их местоположение было стратегически выбрано таким образом, чтобы обеспечивать возможность радиопеленгации в диапазоне ВЧ на всей территории страны. Все станции собирают данные измерения угла прихода сигнала (AOA), по которому в сочетании с другими данными можно определять географическое местоположение источника сигнала.

В состав системы также входят два датчика измерения разницы во времени прихода сигнала (TDOA), установленные в столице. Результаты их измерений можно объединить с результатами измерений угла прихода на другой станции для обеспечения применения гибридного метода определения географического местоположения в столице.

В системе имеются также две (2) подвижные станции, работающие в диапазонах ВЧ/ОВЧ/УВЧ. Они обеспечивают радиопеленгацию на частотах до 8 ГГц.

Управление станциями контроля за использованием спектра осуществляется главным образом из центра управления контролем, расположенного в Факалане, пригороде столицы Габороне. Десять (10) рабочих станций распределены между центром управления и головным офисом BOCRA. На каждой из них работает ПО Scorpio Client (клиентское приложение SMS) и клиентское ПО ASMS.

SMS выполняет все рекомендованные МСЭ измерения, включая измерения параметров сигнала (частоты, напряженности электромагнитного поля и плотности потока мощности, типа модуляции и занимаемой полосы частот), а также радиопеленгацию и определение занятости спектра. Автоматическая система выполнения измерений полностью автоматизирует этот процесс, чтобы операторам не приходилось заучивать различные правила измерения, запоминать их или тратить время на ознакомление с ними.

3.2 Архитектура

Программное обеспечение данной системы работает в среде клиент-сервер Microsoft® Windows®. Серверы SMS работают под управлением операционной системы Windows 7 Embedded. Клиентские рабочие станции SMS работают под управлением Windows 7. Все измерительные серверы фиксированных станций контроля подключены к офисной сети по линии СВЧ-связи. Измерительные серверы подвижных станций подключены через сеть сотовой связи стандарта GSM. Клиентские рабочие станции распределены между головным офисом BOCRA и центром контроля за использованием спектра, который расположен в другом здании в столице и соединен с головным офисом по линии СВЧ-связи. Клиентское программное обеспечение ASMS и SMS установлено на каждой рабочей станции.

3.3 Клиентское программное обеспечение SMS

В клиентском программном обеспечении SMS (Scorpio Client) предусмотрены следующие функциональные возможности

3.3.1 Средства измерений

Эти средства обеспечивают возможность точного измерения параметров сигнала в соответствии с Рекомендациями МСЭ. Измерения используются для проверки соответствия требованиям лицензии и могут выполняться по заданному графику.

3.3.2 Средства управления устройствами

Эти средства служат для поиска, определения и документирования параметров конкретных передатчиков, обычно нелегальных пиратских систем или источников помех. В их число входят мощные радиопеленгаторные средства, способные определить местонахождение необходимого передатчика.

3.3.3 Инструментальные средства

Эти средства используются для опроса, обнаружения и отображения спектра 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 нарушений (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.

3.3.4 Средства самодиагностики и обслуживания

Встроенное средство самопроверки используется для получения данных о текущем состоянии сервера (фиксированной, подвижной или портативной станции контроля).

3.4 Использование средств измерений

В средствах измерений имеется область "Календарь задач", предназначенная для планирования измерительных задач. Для измерения могут быть выбраны один или несколько параметров из следующего перечня: частота, напряженность поля и плотность потока мощности, модуляция, ширина занимаемой полосы частот, направление и занятость спектра. Измерения этих параметров автоматически повторяются и их результаты усредняются в соответствии со значениями, выбранными пользователем. Доступны следующие методы усреднения: линейное усреднение, вычисление среднеквадратического значения (RMS) и удержание максимума. Все измерения полностью соответствуют Рекомендациям МСЭ и *Справочнику по контролю за использованием спектра*. Измерения могут быть запрограммированы для выполнения в любом из трех режимов – интерактивном, по расписанию и фоновом.

- Интерактивный режим обеспечивает непосредственное взаимодействие с различными функциями, предоставляющими мгновенную обратную связь, такими как настройка приемника контроля, выбор типа демодуляции, отображение показаний радиопеленгатора в реальном времени, автоматическое оповещение и выбор панорамного отображения. Важные примеры операций в интерактивном режиме – наведение радиопеленгатора для локализации источника помех и построение карты напряженности поля на некоторой территории. Команды на выполнение радиопеленгации и измерения напряженности могут подаваться с подвижной станции, когда она находится в состоянии покоя либо в движении, причем для проведения измерений нет необходимости собирать и разбирать антенны.
- Автоматический режим, или режим по расписанию позволяет планировать немедленное или отложенное выполнение задач в заданные время и дату. К функциям, выполняемым по расписанию, относятся технические измерения и анализ, а также радиопеленгация.
- Фоновый режим используется для измерения занятости спектра, сканирования радиопеленгатором и автоматического обнаружения нарушений, то есть для выполнения таких задач, когда желательно собирать данные на протяжении длительных промежутков времени. Оператор дает команду на автоматическое сканирование по спискам дискретных частот или по одному либо нескольким диапазонам частот, которое может быть выполнено немедленно или в заданные время и дату. Результаты запрошенных измерений сохраняются локально в обработчике спектра и могут быть считаны оператором, запустившим задачу, во время или после ее выполнения. Эти данные могут использоваться для генерации отчетов и комбинироваться с данными лицензий из базы данных системы управления для автоматического обнаружения нарушений.

В средствах измерений имеется также область "Результаты задачи", в которой оператор может просмотреть, распечатать и сохранить отчет со сводкой собранных данных. Отчеты о результатах измерений содержат всю информацию о схеме и параметрах измерений, а также сводку результатов, в том

числе описание задачи, дату, время, частоту, ширину полосы частот, идентификацию, запрошенные измерения, тип, результат и графические данные.

3.5 Отображение карты и управление

В окне карты отображаются сетевые станции контроля за использованием спектра, линии пеленга с радиопеленгатора и местоположения передатчиков (с эллипсами погрешности) на пересечениях линий пеленга. В системе хранится множество карт, в том числе интернет-карты Bing® и OpenStreetMap. Оператор имеет возможность отобразить множество слоев (города, регионы, реки и т. д.), выбрав кнопку "Слой". Оператор может приблизить изображение, удалить его, панорамировать, поместить в центр или выполнить на нем измерения. На любую карту можно добавить встроенные и произвольные пометки. Оператор имеет возможность напечатать копию с монитора.

3.6 Приемник контроля

Оператор может управлять встроенными приемниками контроля при помощи виртуальной панели управления (VCP) (Рисунок 7.23). Органы управления VCP соответствуют тем, которые имеются в типичных автономных приемниках, и обеспечивают интерактивное управление модулем приемника, позволяя в реальном масштабе времени наблюдать измеряемый сигнал. Информация о состоянии приемника и органы регулировки частоты, модуляции и амплитуды отображаются на том же самом экране. Запись звука ведется в цифровой форме в формате (.wav), и полученные записи могут передаваться на все станции. Рабочие станции оснащены звуковой картой для воспроизведения эфирного звука и записанных сигналов.

РИСУНОК 7.23

Экран приемника контроля за использованием спектра



Nat.Spec.Man-7.23

Оператор имеет доступ к множеству экранов, которые позволяют наблюдать интересные частоты. Один из таких экранов – панорама спектра (Pan). Это отображение зависимости амплитуды сигнала от частоты в системе ортогональных координат. На графике могут также отображаться данные ПЧ в полосе частот до 10 МГц. Оператор может использовать этот экран для просмотра и идентификации широкополосных сигналов, изучения взаимосвязи между сигналами в радиочастотном спектре и поиска источников помех.

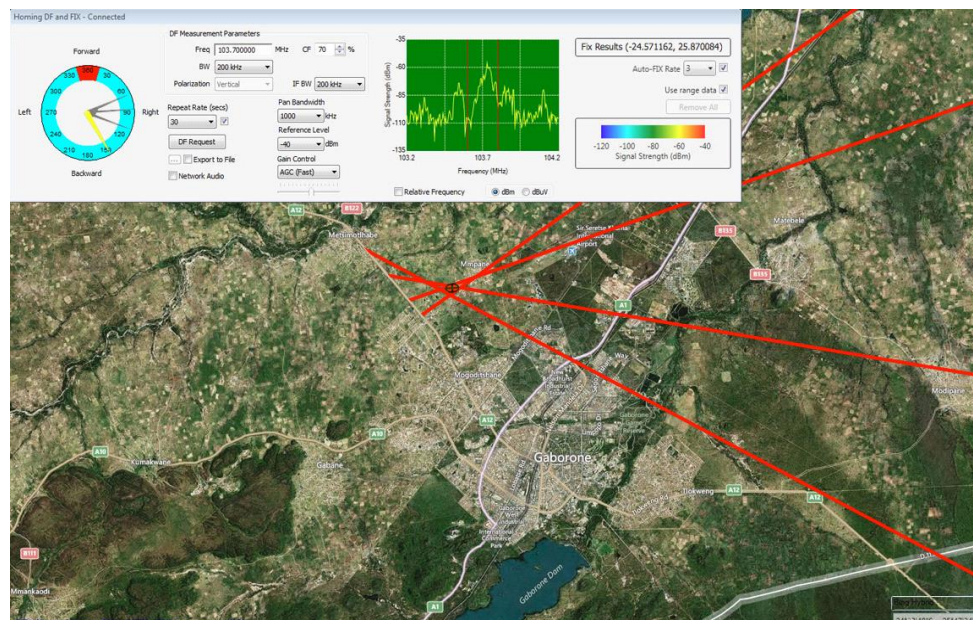
3.7 Радиопеленгатор (DF)

Система радиопеленгации позволяет быстро и эффективно находить местоположение передатчиков, используя станции контроля за использованием спектра. Система способна вычислять результаты от двух или более станций, а также использовать одиночную подвижную станцию для наведения радиопеленгатора.

Функция наведения радиопеленгатора позволяет одиночной подвижной станции контроля во время движения осуществлять последовательную радиопеленгацию и измерение мощности сигнала. По результатам этих измерений подвижная станция контроля постепенно определяет местоположение передатчика (Рисунок 7.24).

РИСУНОК 7.24

Пример окна радиопеленгатора с картой



Nat.Spec.Man-7.24

3.8 Измерение занятости спектра и автоматическое обнаружение нарушений

Измерение 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 контроля за использованием спектра является блок автоматического обнаружения нарушений (AVD). AVD – мощный инструмент, который осуществляет проверку лицензированных передатчиков на соответствие требованиям и помогает обнаруживать несанкционированные передатчики. AVD использует в своей работе данные о выданных лицензиях (частотных присвоениях), взятые из базы данных. AVD оповещает оператора, когда параметры передатчика не соответствуют допустимым отклонениям относительно назначенной центральной частоты и ширины полосы частот, установленным для данной полосы частот и радиослужбы в Национальном плане распределения частот Ботсваны. Система также сообщает о функционирующих передатчиках, по которым в базе данных нет информации о выдаче соответствующих лицензий.

3.9 Отчеты

Система формирует отчеты о параметрах сигнала, занятости спектра и результатах других измерений.

3.10 Гибридная система геолокации AOA/TDOA

В настоящее время ВОСРА использует "гибридную" систему определения географического местоположения для локализации передатчиков в столице. В ее состав входят два датчика измерения

разницы во времени прихода сигнала (TDOA), данные которых комбинируются с данными одной или нескольких станций измерения угла прихода сигнала (AOA).

Целью перехода на гибридную систему в VOCRA было повышение точности определения географического местоположения источника сигнала наиболее эффективным с экономической точки зрения способом. Системы, основанные только на определении угла прихода сигнала, требуют меньшего количества станций (минимум 2), а зона их покрытия больше, но точность снижается с увеличением расстояния от передатчика. Точность систем, основанных только на измерении разницы во времени прихода сигнала, не снижается с увеличением расстояния от передатчика, но при этом требуется большее количество датчиков (не менее 3, на практике 5), а полезность их ограничена зоной расположения станций контроля. Гибридные системы, подобные той, которая используется в VOCRA, сочетают в себе преимущества упомянутых выше двух типов систем и одновременно свободны от недостатков, присущих каждой из них. Результаты исследований, предпринятых производителем системы, показывают, что в общем случае гибридное решение требует вдвое меньшего количества станций, чем система TDOA при том же уровне качества определения географического местоположения. Что касается первоначальных расходов, гибридная система требует меньшего количества, но более дорогих станций по сравнению с системой TDOA. Вместе с тем она характеризуется более низкими текущими расходами ввиду меньшего числа станций.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

К ГЛАВЕ 7

**Компьютеризированные технические средства
и автоматизированные гармонизованные процессы,
используемые в СЕПТ****1 Введение**

При рассмотрении вопросов управления использованием спектра СЕПТ применяет ряд компьютеризированных технических средств:

- SEAMCAT – расширенное средство анализа по методу Монте-Карло для инженерно-технической поддержки использования спектра;
- EFIS – система информации по частотам ESO.

2 SEAMCAT

SEAMCAT – программное средство моделирования по методу Монте-Карло, разработанное в рамках Европейской конференции администраций почт и электросвязи (СЕПТ). Это средство обеспечивает статистическое моделирование различных сценариев воздействия помех для исследования совместного использования частот и совместимости различных систем радиосвязи (устройства малого радиуса действия, GSM, UMTS, LTE и т. д.) в одной полосе частот или соседних полосах.

Данное программное обеспечение поддерживается Европейским бюро связи (ЕСО) и распространяется бесплатно. Справочник и онлайн-руководство по системе SEAMCAT находятся в открытом доступе, позволяя потенциальному пользователю в точности понять принцип работы программного обеспечения SEAMCAT. Прикладной интерфейс пользователя (API) ориентирован на операционную систему Microsoft Windows. Для обмена данными используются XML-файлы.

Средство SEAMCAT позволяет моделировать сценарии воздействия наземных помех на радиосистемы любого типа. Результаты моделирования включают, среди прочего, количественную оценку вероятности возникновения помех между различными радиосистемами, рассмотрение требуемого пространственного и временного распределения принимаемых сигналов или потери пропускной способности из-за воздействия помех.

РИСУНОК 7.25

Основные элементы сценария SEAMCAT



Nat.Spec.Man-7.25

С помощью средства SEAMCAT специалисты СЕПТ могут разрабатывать правила совместного использования частот, которые являются важными элементами процесса оптимизации использования спектра. Если только в радиосистемах не реализован какой-нибудь интеллектуальный механизм избегания помех, то единственным способом обеспечения успешного сосуществования и оптимального использования спектра является тщательный выбор условий совместного использования частот.

В настоящее время программное обеспечение SEAMCAT используется в большинстве исследований СЕПТ для определения минимальных технических требований к вновь внедряемым службам и системам радиосвязи, обеспечивающим их совместимость в отношении использования спектра с действующими службами и системами. Эксперты из администраций – участников СЕПТ используют SEAMCAT при проведении исследований в области инженерно-технической поддержки использования спектра.

Функции SEAMCAT позволяют автоматизировать повторяющиеся исследования совместимости, запланировав выполнение нескольких сеансов моделирования SEAMCAT в течение одного прогона программы. Типичным случаем является необходимость изучения влияния изменения любого одного или нескольких параметров сценария на вероятность возникновения помех.

Рабочее пространство SEAMCAT общедоступно. Более подробную информацию, а также загрузочные файлы SEAMCAT см. по адресу <http://www.cept.org/eco/eco-tools-and-services/seamcat-spectrum-engineering-advanced-monte-carlo-analysis-tool>.

В SEAMCAT имеется также подключаемый модуль (интерфейс прикладного программирования, API), который может использоваться, например, для моделирования некоторых специальных конструктивных элементов систем, например интеллектуальных антенн, или для учета любых дополнительных параметров среды, например влияния рельефа/наземных объектов. Результаты моделирования можно экспортировать во внешние файлы для обработки сигналов в других программных средствах (Matlab и т. д.).

Использование SEAMCAT упоминается также в следующих документах:

- Отчет ITU-R SM.2028-1 "Методика моделирования методом Монте-Карло для использования в исследованиях совместного использования частот и совместимости различных радиослужб или систем";
- Рекомендация ITU-R M.1634 "Защита систем наземной подвижной службы от помех с помощью моделирования методом Монте-Карло применительно к совместному использованию частот".

3 EFIS

Европейское бюро связи (ECO) 31 января 2002 года ввело в эксплуатацию систему информации по частотам, именуемую EFIS. Вся информация, хранящаяся в системе EFIS, доступна широкой публике

через интернет. Более подробную информацию о системе, а также средство быстрого поиска можно найти на веб-сайте <http://www.efis.dk/>.

EFIS представляет собой базу данных об использовании спектра в Европе, которая обеспечивает гармонизацию в общеевропейском масштабе доступности информации относительно радиочастотного спектра, используемого в этом регионе. В EFIS представлены почти все из 48 стран СЕПТ (включая все страны – члены ЕС); кроме того, в систему встроены Таблица распределения частот МСЭ (Район 1) и Таблица европейских общих распределений (ЕСА).

В рамках EFIS терминология применений радиосвязи постоянно корректируется для учета изменений в области управления использованием частот, например возникновения новых применений. В докладе 180 ЕСС⁴² изложены руководящие указания по интерпретации требований к администрациям в отношении редактирования информации в EFIS.

С помощью этого средства СЕПТ рассчитывает оказать ценную услугу всем сторонам, заинтересованным в использовании спектра. Кроме того, EFIS будет способствовать достижению целей политики СЕПТ по обеспечению согласованности и прозрачности и целей политики Европейского союза, изложенных в решениях Совета Европы и Европейского парламента о политике в области радиочастотного спектра.

В 2005 году Европейская комиссия поручила СЕПТ изучить возможность преобразования EFIS в европейский информационный портал по радиочастотному спектру.

Решение ЕК по этому вопросу было опубликовано 16 мая 2007 года. EFIS служит инструментом для исполнения этого Решения Европейской комиссии (2007/344/ЕС) по гармонизации доступности информации относительно спектра радиочастот, используемого в Европе.

Системе EFIS также предстоит сыграть свою роль в создании Европейского кадастра спектра⁴³ в рамках программы инициатив, изложенных в Программе ЕС по политике в области спектра (RSPP).

Пользователи EFIS могут осуществлять поиск и сравнение данных об использовании спектра по всей Европе, а также поиск сопутствующей информации (деятельность СЕПТ, спецификации радиоинтерфейсов согласно Директиве R&TTE Directive⁴⁴, другие национальные или международные регламенты).

В EFIS хранятся следующие типы данных (информации регуляторного характера):

- распределения частот (терминология РР МСЭ);
- применения радиосвязи (согласованная европейская терминология применений радиосвязи);
- информация о национальных радиоинтерфейсах;
- документы (с метками применений радиосвязи и диапазонов частот);
- лицензии/право на использование спектра.

С введением раздела "нерегламентарной информации" в начале 2012 года информация об управлении использованием спектра стала занимать более важное место в EFIS.

В EFIS имеется широкий спектр информации, главным образом в форме документов, связанных с Европейской таблицей распределения частот и применений (таблица ЕСА или просто ЕСА), в том числе краткое изложение ответов на специальную анкету СЕПТ для целей создания кадастра спектра, Отчеты ЕСС (например, об исследованиях совместимости) и другая полезная информация о текущем и планируемом будущем использовании спектра. Примерами могут служить Отчет 03 ЕСО об информации по лицензированию полос частот подвижной связи общего пользования и Рекомендация 70-03 ЕКР о диапазоне SRD (с информацией о ходе внедрения на национальном уровне по каждой регуляторной позиции).

Кадастр спектра включает следующую информацию:

⁴² См.: <http://www.cept.org/ecc/deliverables>.

⁴³ Цель создания Европейского кадастра спектра – определить полосы частот, в которых можно повысить эффективность использования спектра.

⁴⁴ Эта Директива (1999/5/ЕС) будет заменена в 2014 году Директивой о радиосвязи.

- соответствующая информация о текущем или предполагаемом будущем использовании одной или нескольких полос частот;
- справочные документы ETSI по системам, включающие информацию о рынке, например о текущем использовании спектра, текущих регламентах, прогнозируемом использовании спектра и предложениях относительно будущего использования спектра и его регулирования;
- на уровне ЕС – различная относящаяся к делу информация, решения Европейской комиссии/отчеты СЕПТ для Европейской комиссии;
- на национальном уровне – дополнительная информация нерегламентарного характера от национальных администраций о возможной будущей эволюции использования спектра в соответствующей стране;
- от третьих сторон – документы с соответствующей информацией от партнеров СЕПТ, ЕСС, МоВ/ПоВ.

Администрации стран СЕПТ загружают свои данные в систему EFIS напрямую. Для этого они могут пользоваться автоматизированным интерфейсом между своими национальными средствами управления использованием спектра и EFIS, реализованным на базе XML-файлов.

В общих чертах EFIS состоит из базы данных и веб-сервера с прикладными программами, обеспечивающими взаимодействие между базой данных (SQL) и веб-сервером. В основу системы положены передовые стандарты в каждой из областей, которые она затрагивает.

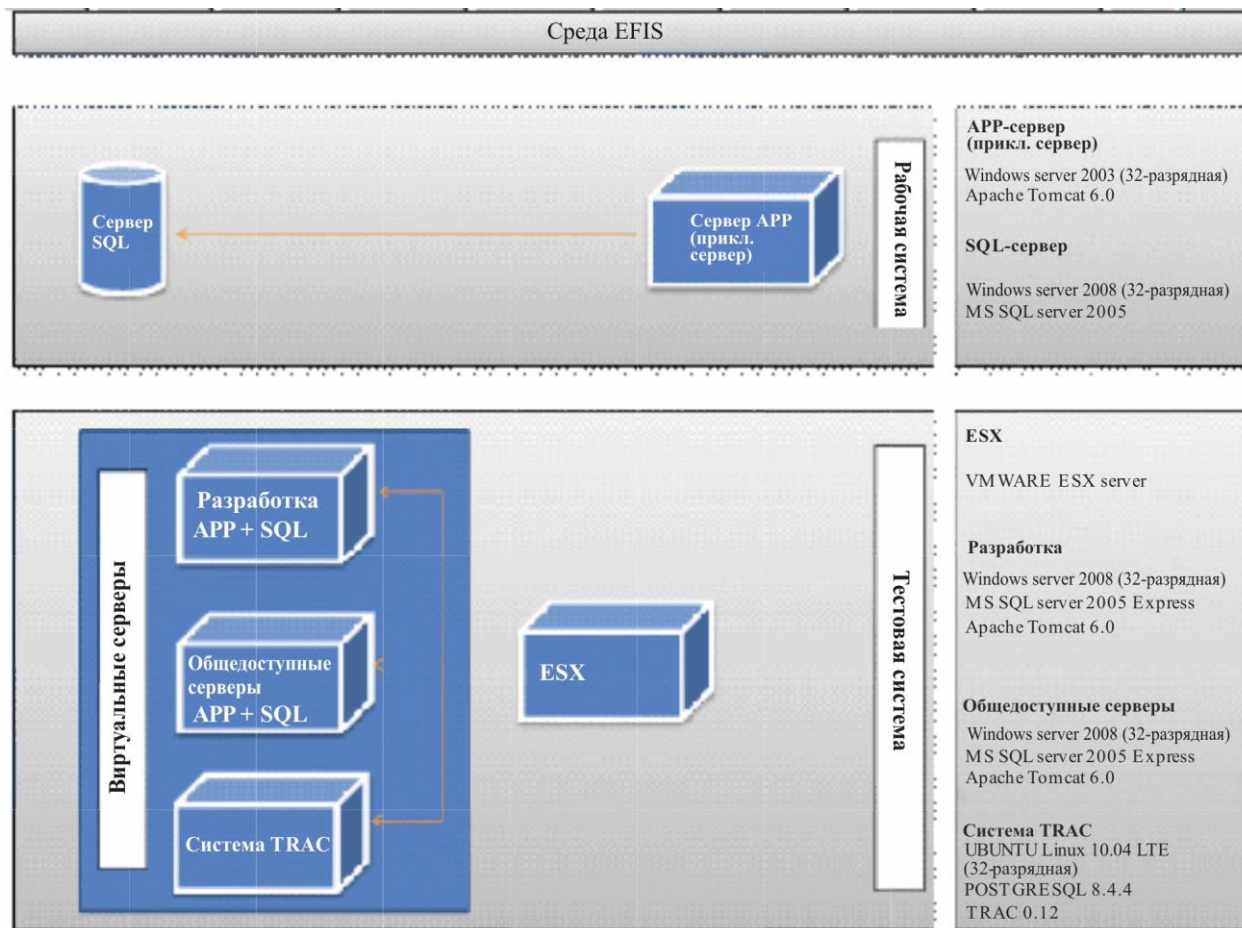
В полной среде EFIS имеются рабочая система и тестовая система с двумя виртуальными серверами: один для ЕСО, другой – для администраций (например, для тестирования новых национальных прикладных программ/систем перед встраиванием в рабочую систему EFIS).

Для управления проектами используется система отслеживания ошибок и проблем Trac.

Подробно конфигурация EFIS показана на Рисунке 7.26, ниже.

РИСУНОК 7.26

Среда EFIS

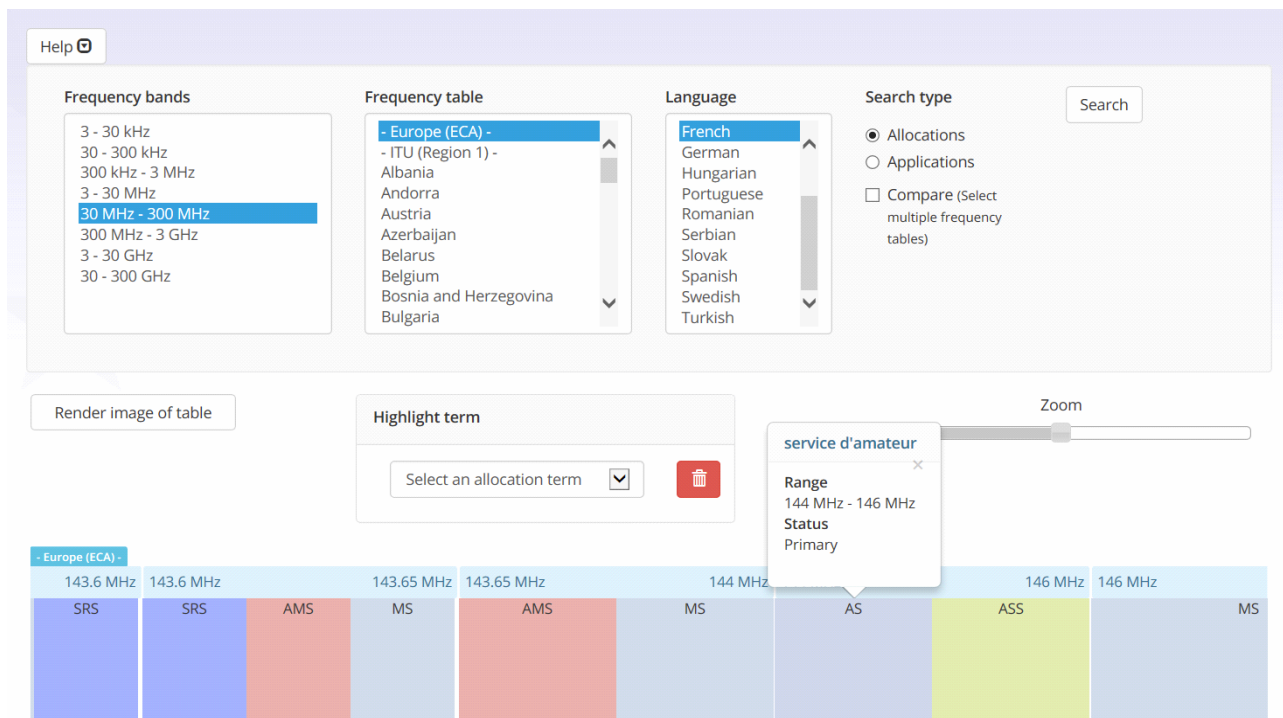


Nat.Spec.Man-7.26

В базе данных EFIS предусмотрена возможность для заинтересованных сторон (в том числе и для не являющихся участниками СЕИП) использовать графическое средство визуализации. С его помощью можно визуализировать и экспортировать в графическом виде – в виде статических файлов изображений или путем использования ссылок, например, на веб-сайте внешней администрации – информацию из национальной таблицы частот, а также плана использования частот. Это позволяет пользователям получать и сравнивать информацию как на своем языке, так и на других языках.

РИСУНОК 7.27

Пример современной графической визуализации информации из таблицы частот



Библиография

Документы МСЭ-R

- Рек. МСЭ-R SM.1370 Руководство по проектированию и разработке автоматизированных систем управления использованием спектра
- Рек. МСЭ-R SM.1537 Автоматизация и интеграция систем радиоконтроля в автоматизированное управление использованием спектра

ГЛАВА 8

Мера использования спектра и эффективность использования спектра

Содержание

		<i>Стр.</i>
8.1	Введение.....	296
8.2	Первый метод оценки использования спектра.....	296
	8.2.1 Основные проблемы.....	296
8.3	Второй метод оценки использования спектра.....	299
8.4	Оценка экономического эффекта от использования спектра.....	299
8.5	Применения.....	300
8.6	Использование спектра спутниковыми системами.....	300
8.7	Мера эффективности использования спектра.....	300
	8.7.1 Пример вычисления эффективности использования спектра.....	301
	8.7.2 Показатель качества спектра (ПКС) (использование спектра относительно спроса).....	306
8.8	Эффективность использования спектра в совместно используемых полосах частот (например, для устройств малого радиуса действия).....	308
	8.8.1 Замечания и определения на основе общего подхода, изложенного в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2.....	309
	8.8.2 Модификация подхода, изложенного в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2.....	310
8.9	Отношение значений эффективности использования спектра или относительная эффективность использования спектра.....	315
	8.9.1 Описание концепции.....	315
	8.9.2 Пример RSE для сухопутной подвижной службы.....	316
8.10	Выводы.....	317
	Справочные документы.....	319
	Библиография.....	320

8.1 Введение

Вопрос эффективности использования спектра (SUE) 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 пункта с пунктом 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 (SUE), 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 (RSE). 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.

Меру использования спектра можно определить как произведение ширины полосы частот, геометрического (географического) пространства и времени, исключаемых для использования другими потенциальными пользователями. Согласно Рекомендации МСЭ-R SM.1046 мера использования спектра составляет

$$U = B \times S \times T, \quad (8-1)$$

где:

U – объем используемого спектрального пространства (Гц \times м³ \times с);

B – ширина полосы частот (см. главу 4);

S – геометрическое пространство (требуемое и исключаемое);

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 исключенными для новых передатчиков и приемников при

данных технических и эксплуатационных характеристиках существующих передатчиков и приемников? Мэру использования спектра можно рассчитать, рассмотрев спектральное пространство, исключенное для новой системы из-за существующего оборудования. Однозначного ответа относительно этой меры нет, если не известны характеристики новой системы. Уравнение (8-1) для определения 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 исключаемым пространством передатчика, 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 исключаемым пространством приемника, или, короче, пространством приемника. Отметим, что передатчики не исключают использование пространства другими передатчиками. Наличие одного передатчика никоим образом не препятствует возможности другого осуществлять передачу. Аналогично, приемники не исключают использования спектрального пространства другими приемниками. В некоторых моделях использования спектра расчет его использования приемником и передатчиком проводится раздельно, 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 для 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 исключенное 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 , относящееся к ширине полосы частот, другие – в описание C , относящееся к пространству, а третьи – в описание T , относящееся ко времени.)

Может быть выполнен специальный анализ в целях выяснения, остается ли в данной полосе частот какая-либо часть невостребованного спектра. Могут использоваться различные инженерно-технические модели, то есть менее консервативная модель может предусматривать применение антенны эталонного передатчика, направленной в сторону от приемника. При анализе в целях 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) содержит три измерения – частоту, геометрическое пространство и время. Они определяют, какие факторы должны быть рассмотрены, но 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 пункта с пунктом. 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, используемые при моделировании распространения радиоволн.

Время

Последнее измерение – это время. Оно включает все факторы, относящиеся к рабочему циклу, и представляет особую важность для радиолокаторов или аналогичных 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 (TDMA) 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 серий передачи базовой и подвижных станций, разделенных временными паузами.

Поскольку в течение всего времени передачи такого сообщения канал может быть недоступен для другого пользователя, уровень использования канала характеризует его занятость сообщениями. Она определяется процентом времени на протяжении заданного периода проведения контроля, в течение которого канал занят такими сообщениями.

Занятость сообщениями O_p конкретного канала есть сумма занятости передачей базовой станции O_b и передачей подвижной станции O_{mt} , а также паузами в передаче O_g . Для дифференциации временных пауз между передачами и пауз между сообщениями используется контрольный интервал времени. Данные о

занятости спектра содержат весьма полезную информацию для оценки использования спектра и эффективности радиосистемы.

Требуемые базы данных и модели

Расчет меры использования и эффективности использования спектра 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 меры 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 велика 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.

Использование спектра в изложенном здесь определении характеризуется числом, представляющим объем 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 (исключаемых) 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 оценки использования спектра

Использование спектра может быть также оценено другим методом, который по существу представляет собой логическое расширение подхода, изложенного в Рекомендации МСЭ-R SM.1599. Он основан на специальной процедуре переназначения частот работающих радиостанций [Ковтунова и др., 1999] и включает показатель использования спектра, который описывается уравнением $Z = \Delta F / \Delta F_0$, где ΔF – минимально необходимая полоса частот, обеспечивающая возможность работы рассматриваемых радиостанций, а ΔF_0 – анализируемая полоса частот, в которой расположены фактические рабочие частоты этих радиостанций. Расчеты основаны на определении ΔF при решении "задачи коммивояжера" методом выбора "ближайшего соседа". В результате применения оптимального (или почти оптимального) нового алгоритма переназначения частот получим нижнюю границу использования спектра. Для получения фактических значений ΔF определяется в соответствии с отдельной процедурой выбора нового алгоритма переназначения частот для данных о частотных присвоениях, содержащихся в национальном регистре частот [Золотов и др., 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 $\eta = Z_{\text{opt}}/Z_{\text{real}}$, 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, а Z_{real} – коэффициент использования спектра для систем, основанных на фактических присвоениях частот. Значения Z_{opt} и Z_{real} могут быть рассчитаны, используя либо первый метод (пункт 8.2 и Рекомендация МСЭ-R SM.1599), либо второй метод (пункт 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;
- периодические расчеты использования спектра в каждой полосе частот для выявления тенденций, которые можно использовать в целях стратегического планирования.

8.6 Использование спектра спутниковыми системами

Использование ресурса орбиты/спектра рассматривается в пункте 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 количества передаваемой информации к объему используемого спектра:

$$SUE = M/U = M/(B \times S \times T), \quad (8-2)$$

где:

M – количество передаваемой информации;

U – объем используемого спектра (см. уравнение (8-1)).

Эффективность использования спектра является технической мерой того, насколько эффективно кто-либо использует спектр. Формула 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 количество передаваемой информации M можно легко выразить численно в бодах или мегабайтах в секунду и т. д. Это может быть непростым делом, так как 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 – ширина полосы частот полезного сообщения;
 p_0 – отношение сигнал/шум на выходе приемника.

Если отношение сигнал/шум на входе приемника равно защитному отношению p_s , а ширина полосы 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 и служб. Например, спектральное пространство S в уравнении (8-1) сильно отличается для системы связи пункта с пунктом, спутниковой системы или системы сухопутной подвижной связи. Сравнение SUE 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 вычисления эффективности использования спектра

8.7.1.1 Сотовые и пикосотовые радиосистемы

Сотовые радиосистемы с малоразмерными ячейками способны передавать большой 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 частот в эрлангах и площадь [Hatfield, 1977]:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Количество передаваемой информации (эрланг)}}{\text{Ширина полосы (Гц)} \times \text{Площадь (м}^2\text{)}} \quad (8-5)$$

где количество передаваемой информации отражает общий трафик, передаваемый системой, ширина полосы частот – общий объем спектра, используемого системой, а площадь – общая площадь зоны покрытия системы.

Единицей объема графика M для систем с коммутацией каналов, как в приведенном выше уравнении, является эрланг (сокращенно эрл). Однако в настоящее время сети беспроводной связи эволюционируют в направлении чисто пакетных систем. Системы 2-го поколения (2G) используют главным образом режим с коммутацией каналов, а в системах 3-го поколения (3G) для передачи данных широко применяется режим с коммутацией пакетов. Стремительно развивающиеся системы 4-го поколения (4G) будут чисто пакетными системами, а системы 5-го поколения (5G), которые последуют за ними, вероятно, сохранят эту характеристику. Единица эрланг подходит для систем с коммутацией каналов, но ее применение для измерения объема трафика в сетях с коммутацией пакетов вносит большую погрешность в результаты измерений. В основе единицы эрланг лежит предположение о постоянной скорости передачи данных в каждом канале, из которого следует, что совокупный объем трафика можно рассчитать по количеству используемых каналов. Однако в системах с коммутацией пакетов данные передаются с переменной скоростью, и для каждого типа службы передачи данных используется свой беспроводной ресурс. Таким образом, эрланг не подходит для измерения объема трафика в современных условиях.

Единица бит (всегда со строчной буквы) – основная единица информации в компьютерных сетях, и она же широко применяется в системах беспроводной связи для измерения объема передаваемых данных. Таким образом, в приведенной выше формуле предпочтительно использовать биты вместо эрлангов. С этой поправкой уравнение должно выглядеть следующим образом:

$$\text{Эффективность} = \frac{\text{Скорость передачи данных (бит/с)}}{\text{Ширина полосы (Гц)} \times \text{Площадь (м}^2\text{)}} \quad (8-5)$$

Для системы сотовой связи эти соображения можно модифицировать, учтя спрос на частоты, повторное использование частот и другие важные условия. Ниже показаны методика определения спроса на спектр и параметры, которые должны при этом учитываться.

Предполагается, что планарная сотовая сеть требует покрытия без зазоров. Это видно из уравнений (8-6) и (8-7):

$$\text{Размер кластера} = \text{Коэффициент повторного использования частот.} \quad (8-6)$$

Соответственно для планарной сети:

$$\text{Требуемое число каналов на БС} = \frac{\text{Общее число каналов радиосети}}{\text{Размер кластера}}. \quad (8-7)$$

Предполагая коэффициент повторного использования частот X , получаем размер кластера Y .

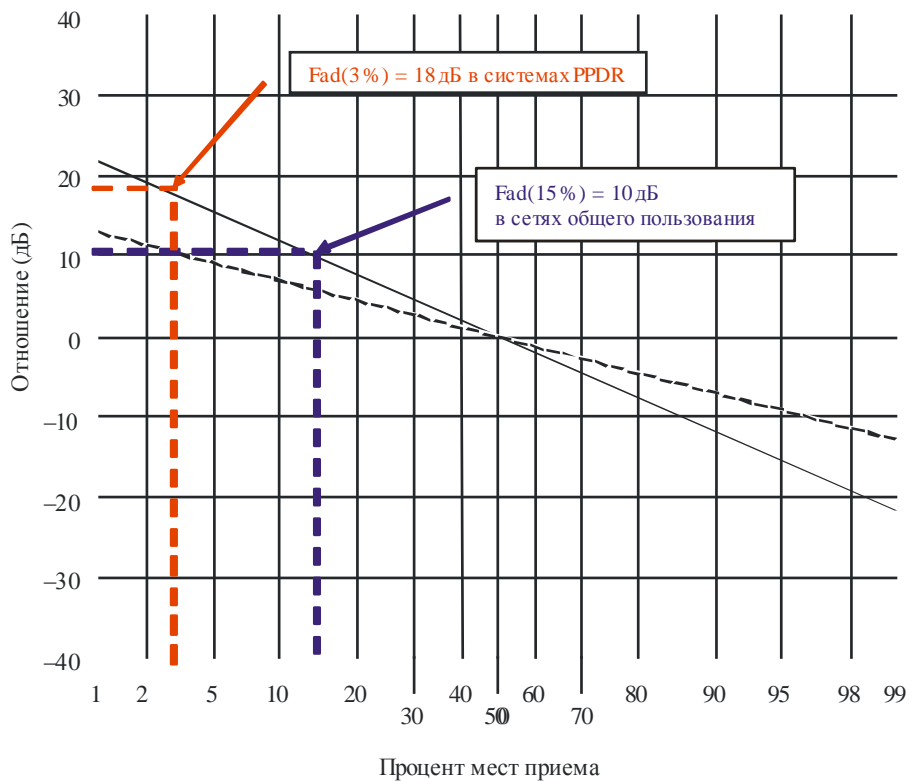
Для сценариев с высокой плотностью использования спектра, высокой степенью мобильности (повышенного количества эстафетных передач) и приграничной координацией мобильности необходим запас.

Коэффициент повторного использования частот зависит главным образом от процента мест приема. Это само по себе требует задания определенной вероятности покрытия. Следовательно, в каждом интервале мест приема заданного диаметра необходимо верифицировать измеренный уровень покрытия, используя значение вероятности в процентах не менее заданного. Например, при планировании сотовой радиосети можно использовать значение 97%.

Для расчета этих значений применялась ранее действовавшая Рекомендация ИТУ-R P.370-7, как показано на Рисунке 8.1 (поскольку Рекомендация ИТУ-R P.370-7 ныне исключена, новые расчеты также можно делать в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R P.1546).

РИСУНОК 8.1

Отношение напряженности поля в заданном проценте мест приема к напряженности поля в 50% мест приема (дБ)



Частота – 450–1000 МГц (диапазоны ГМ и V)

- Узкополосные системы
- - - Широкополосные системы (ширина полосы > 1,5 МГц)

Nat.Spec.Man-8.01

Вероятность 97% соответствует замиранию в 3%, отсюда необходимость в дополнительном усредненном запасе 18 дБ. На Рисунке 8.1, выше, показаны два примера для типичных сотовых сетей подвижной связи общего пользования и для более устойчивых сотовых сетей, таких как сети, предназначенные для обеспечения общественной безопасности и оказания помощи при бедствиях (PPDR). С учетом этого запаса предполагаются следующие два соотношения.

Соотношение между замиранием, коэффициентом повторного использования частоты и потерей данных:

$$F = c - \gamma \cdot \log(d). \tag{8-8}$$

Уравнение для расчета мощности принимаемого сигнала в зависимости от расстояния и с учетом ослабления сигнала в децибелах на декаду по кривым МСЭ:

$$F_{\text{car}} - F_{\text{int}} = c/i_{\text{PPDR-System}} + \sum F_{\text{ад}(x\%)} = \gamma \cdot \log\left(\frac{d_{\text{int}}}{d_{\text{car}}}\right) = \gamma \cdot \log(\text{коэф. повт. использования}). \tag{8-9}$$

Коэффициент повторного использования частот задается следующими уравнениями:

$$\text{Коэф. повт. использования} = 10^{\frac{c/i_{\text{PPDR-System}} + \sum F_{\text{ад}(x\%)}}{\gamma}}; \tag{8-10}$$

$$\sum \text{Fad}_{(x\%)} = \text{Fad}_{(x\%)\text{car}} \text{ и } \text{Fad}_{(x\%)\text{int}} = \text{Fad}_{(x\%)\text{user/interferer}} \cdot \sqrt{2}. \quad (8-11)$$

Обозначения, использованные в приведенных выше уравнениях:

- F : – напряженность поля;
- F_{car} : – напряженность поля полезной несущей;
- F_{int} : – напряженность поля мешающего сигнала;
- c : – константа, характеризующая базовую станцию, в том числе мощность передатчика и характеристики антенны;
- γ : – коэффициент распространения радиоволн (см. кривые МСЭ для диапазона УВЧ; приблизительно 50 дБ/декада в зависимости от расстояния; до 35 дБ/декада в зависимости от расстояния; в расчетах ниже используется значение 50 дБ/декада);
- d : – расстояние;
- $\text{Fad}_{(x\%)}$: – замирание (в дБ); связано с вероятностью охвата мест и, следовательно, потерями данных, выраженными в процентах;
- $\sum \text{Fad}$: – замирание, одиночные события замирания полезных и нежелательных сигналов;
- C/I сотовой системы: – защитное соотношение для узко- и широкополосных систем, равное 9 дБ (пример).

Для устойчивых сотовых систем задается вероятность покрытия 98%, что соответствует замиранию 5%.

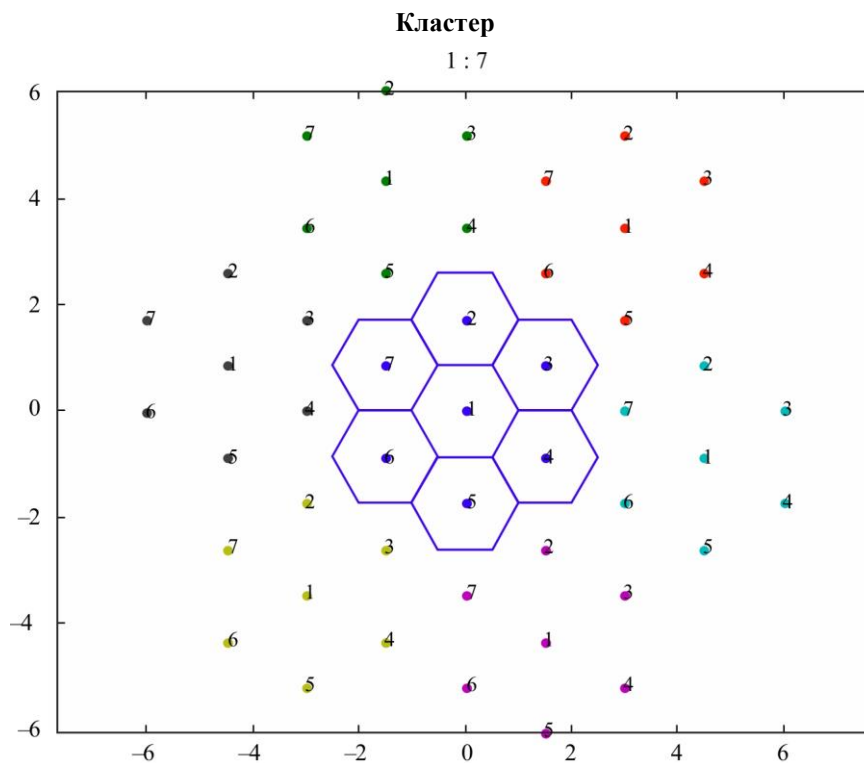
Согласно приведенным выше уравнениями можно рассчитать коэффициент повторного использования частот.

ПРИМЕР 1. $C/I = 9$ дБ; замирание 2%, что соответствует 19 дБ, $\gamma = 50$ дБ, расчетное значение коэффициента повторного использования составляет 5,24.

Для вычисления вероятности помех в совмещенном канале как функции коэффициента повторного использования частот можно использовать SEAMCAT (средство анализа по методу Монте-Карло, см. Отчет ITU-R SM.2028-1 "Методика моделирования по методу Монте-Карло, применяемая в исследованиях совместного использования частот и совместимости различных радиослужб или систем" и Рекомендацию ITU-R M.1634 "Защита наземных систем подвижной службы от помех с помощью моделирования методом Монте-Карло применительно к совместному использованию частот") и/или метод MCL.

На Рисунке 8.2 показана базовая схема повторного использования для семи пар частот. Каждая из сот в центре (с шестиугольниками) работает на разной частоте. Та же частота повторно используется в соседних "кластерах", так что все соты с одним номером работают на одной частоте.

РИСУНОК 8.2



Nat.Spec.Man-8.02

Образование кластеров, как показано выше, типично для GSM-систем. В широкополосных системах, таких как CDMA, UMTS и LTE, коэффициент повторного использования частот обычно равняется 1.

Альтернативный метод MCL позволяет рассчитывать коэффициент повторного использования частот для любой технологии связи по следующей формуле:

$$N_R = 1/3 [MKA(C/I)_T]^{2/\alpha}, \quad (8-12)$$

где:

M : – запас на медленное замирание;

K : – геометрический коэффициент;

A : – нагрузка системы;

α : – экспонента из метода Хата;

$(C/I)_T$: – требуемое динамическое отношение мощности несущей к мощности помехи в совмещенном канале.

MCL является быстрым методом, но демонстрирует сильную зависимость от входных параметров. Особенно трудно может быть установить размер запаса M .

Оценки эффективности использования спектра по этому методу основываются на сравнении результатов для NR относительно скорости передачи данных на Hz и количество использованных частот.

Этот метод можно использовать для быстрых расчетов, но выбор параметров следует сверять с реальной практикой.

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: – коэффициент, служащий мерой полезного эффекта, полученного за счет использования спектра рассматриваемыми системами;

Z: – коэффициент использования спектра, необходимый для получения такого полезного эффекта.

Определение этих двух коэффициентов для обсуждаемых систем описано в [Pastukh et al., 2002].

Системы звукового и телевизионного вещания

Коэффициент полезного эффекта может быть принят равным среднему числу радио- или телевизионных каналов, которые могут быть получены отдельным пользователем – k_{mean} . Для географической области, составленной из I элементов области, это может быть выражено следующим образом:

$$\text{UEF} = k_{\text{mean}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^I n_i k_i,$$

где:

n_i : – число отдельных пользователей в i -том элементе области;

k_i : – число радио- или телевизионных каналов, прием которых возможен внутри i -того элемента области;

N : – общее число отдельных пользователей в рассматриваемом географическом районе.

Сухопутные подвижные системы

Полезность системы связи с подвижными объектами определяется возможностью предоставления пользователям возможности связи по радио с другими пользователями, расположенными где-нибудь внутри географической области. Полезный эффект может быть рассчитан по формуле

$$\text{UEF} = \left(\frac{N_{\text{sub}}}{N} \right) \left(\frac{S_{\text{serv}}}{S} \right),$$

где:

N и S : – число отдельных пользователей, живущих внутри рассматриваемой географической области, и размер этой области соответственно;

N_{sub} : – число пользователей (абонентов) систем подвижной связи

S_{serv} : – зона обслуживания этих систем.

Дополнительная информация о применении этого подхода к радиовещательным и сухопутным подвижным системам представлена в [Pastukh et al., 2002].

8.7.2 Показатель качества спектра (ПКС) (использование спектра относительно спроса)

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 исключаемого спектра.

8.7.2.1 Мера качества спектра

Показатель ценности спектра Г

В рамках конкретной службы спрос на радиочастотный спектр неравномерно распределен по географическому району. Например, в сухопутной подвижной службе спрос сконцентрирован в городских зонах, а максимальный спрос приходится на центральные части крупных городов. Соответственно спектр имеет более высокую ценность в районах с большим спросом, чем в районах с малым спросом. Спектр не представляет ценности там, где в нем нет необходимости. Исключаемый спектр имеет большее значение в зонах с высоким спросом на спектр, чем в малонаселенных районах.

В городских районах может оказаться невозможным узнать истинный спрос на определенные участки спектра. Желание получить 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 относительного спроса на спектр в каком-либо районе 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. Спрос в каждом кубе различен и представляется числом единиц занимаемого спектра в каждом кубе (произведение ширины полосы, пространства и времени). Чем выше спрос 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 $\beta_i(n)$, на которые предъявляется спрос в кубе. Соответственно:

$$\Gamma(n) = \beta_i(n) / \beta_{\text{общ}},$$

где:

$\beta_{\text{общ}}$ – совокупный спрос 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

$$\text{ПКС} = \frac{\text{Общий взвешенный занимаемый спектр}}{\text{Общий взвешенный (занятый + исключаемый) спектр}}, \text{ или}$$

$$\text{ПКС} = \frac{\sum \Gamma(n) \beta_i(n)}{\sum \Gamma(n) \{ \beta_i(n) + D_i(n) \}}, \quad (8-13)$$

где $D_i(n)$ – число единиц исключаемого спектра в кубе n в дополнение к единицам спектра, используемым для связи; $D_i(n)$ называется исключаемым спектром.

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 FDMA/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;
- распределение спроса;
- доступная технология;
- требования к качеству (классу обслуживания).

8.8 Эффективность использования спектра в совместно используемых полосах частот (например, для устройств малого радиуса действия)

Изложенные ниже соображения особенно важны в контексте устройств малого радиуса действия, совместно использующих полосы частот с приложениями служб радиосвязи, имеющих распределения, принимая во внимание, что устройства малого радиуса действия всегда используются при условии, что они не будут требовать защиты от помех. Прежде всего важно проводить различие между занятостью спектра и эффективностью его использования. Ценность использования конкретного участка спектра определяется его полезностью для пользователей, которая необязательно совпадает с объемом передаваемых данных. В связи с этим следует различать абсолютную эффективность использования спектра для одиночной системы (SAE), которая определяется по количеству передаваемых исходных данных, и групповую эффективность использования спектра (GSE), которая ближе к широко понимаемой полезности предоставляемой услуги. Эффективность использования спектра можно выражать через GSE в условиях присутствия устройств различной и схожей природы.

Согласно подходу, описанному в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2, мера использования спектра определяется как произведение ширины полосы частот, геометрического (географического) пространства и времени, исключаемых для использования другими потенциальными пользователями:

$$U = B \cdot S \cdot T,$$

где:

B : – ширина полосы частот;

S : – геометрическое пространство (обычная площадь);

T : – время.

Можно заметить, что множитель T описывает не время, затрачиваемое устройством на передачу, а временные ограничения, которые устройство накладывает на всех прочих пользователей. Аналогичные утверждения справедливы в отношении множителей, описывающих ширину полосы частот и геометрическое пространство. Поскольку во всех методах ослабления помех ограничивается один или два из трех параметров B , S и T , чтобы обеспечить возможность использования спектра другими пользователями, метод ослабления помех может также считаться методом ограничения использования спектра.

Такой метод может быть примитивным, попросту ограничивающим использование спектра в заданной степени и заданным способом, или более сложным методом, предусматривающим измерения в какой-то форме и динамически изменяемое социальное поведение, часто называемое протоколом взаимодействия.

Если группе устройств предписывается более сложная система измерений и изменяемого социального поведения, такой метод ослабления помех можно назвать механизмом доступа к спектру. Его не следует путать с методом доступа к спектру, под которым подразумевается просто поведение одиночного устройства. Социальное поведение может включать динамическое изменение номинальной частоты, мощности либо временных параметров или объема спектрального, геометрического или временного пространства.

Например, при прослушивании до начала передачи (LBT) передача смещается во временной области, а не останавливается, тогда как при адаптивной быстрой перестройке частот (AFA) передача смещается в частотной области.

Спроецируем это на определение эффективности использования спектра (SUE), выраженное следующим сложным критерием:

$$SUE = \{M, U\} = \{M, B \cdot S \cdot T\},$$

где:

M : – полезный эффект, получаемый с помощью рассматриваемой системы связи (определение полезного эффекта зависит от пользователя, регуляторного органа или производителя);

U : – коэффициент использования спектра для этой системы.

Можно заключить (в том числе из опыта), что одни методы доступа к спектру или ослабления помех по природе своей неэффективны, поскольку ограничивают использование спектра при наличии

неиспользуемого спектра, а другие нет, так как позволяют задействовать весь неиспользуемый спектр. Необходимо отметить, что выбор неэффективных методов может быть обусловлен вескими причинами, но для расчета как такового это безразлично. Кроме того, здесь не преследуется цель каким-то образом ранжировать методы по качеству.

При рассмотрении этих базовых формул может создаться впечатление, что для конкретной системы все параметры в формуле коэффициента использования спектра заменяемы. Это не обязательно так; соотношение между B , S и T не всегда линейно, и даже если параметры заменяемы, существуют другие ограничения, обусловленные, например, физическими параметрами приемника.

Однако подобный подход обеспечивает более гибкую среду для развертывания устройств малого радиуса действия (SRD), чем текущий подход, при котором под каждое применение предоставляется выделенное частотное пространство.

В Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2 указывается, что описанные расчеты U и SUE следует использовать только для сравнения похожих систем. Это затрудняет непосредственное использование данной концепции для полос частот SRD, где один и тот же спектр совместно используется множеством различных применений. Переход к нейтральным в отношении применений регламентам использования спектра (например, для поощрения инноваций) еще более затруднит применение процедур, описанных в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2. СЕПТ исследовала эти проблемы в Отчете 181 ECC (2012 год).

8.8.1 Замечания и определения на основе общего подхода, изложенного в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2

Эффективность использования спектра можно описывать по-разному, но общее мнение состоит в том, что понятие эффективной системы обязательно предполагает передачу какой-то полезной информации в этой системе. Природа этой информации может быть самой различной. Передатчик эталонных частот или точного времени передает свои идентификационные данные только через определенные промежутки времени, а передатчик звукового вещания передает информацию все время, но оба они могут считаться спектрально эффективными. Для устройств малого радиуса действия, обычно работающих в группе, ситуация несколько сложнее. Приведенные ниже определения эффективности использования спектра основаны на ряде распространенных сценариев.

Абсолютная эффективность использования спектра для одиночной системы (SAE)

Это эффективность одиночной системы в свободном пространстве при идеальных условиях:

$$SAE = SUE.$$

Измерить ее трудно, поскольку она зависит от восприятия и определений конкретного лица – пользователя или производителя. Прикладными требованиями диктуется определенное соотношение между коэффициентом использования спектра и количеством передаваемой полезной информации. Например, для важнейших для безопасности применений требуется избыточность или малая задержка, что означает необходимость использовать спектр в большей степени, чем это строго необходимо, или накладывать ограничения на других пользователей. Оба сценария можно рассматривать как спектрально эффективные для данного конкретного применения и в восприятии данного конкретного пользователя, но они необязательно будут таковыми в случае других устройств/применений.

Относительная эффективность использования спектра для одиночной системы (SRE)

Эту меру эффективности легко понять и даже измерить:

$$SRE = SUE_1/SUE_{отн.}$$

Например, когда два передатчика передают идентичную информацию на одно и то же количество приемников с одинаковым качеством обслуживания, но с применением разных схем модуляции, полос частот или уровней мощности, относительную эффективность можно рассчитать с помощью формулы для коэффициента использования спектра.

Такой способ расчета и измерения эффективности прост, но не совсем пригоден, поскольку предполагает идеально чистую и свободную от помех среду, которая отсутствует в случае совместного использования спектра (в диапазонах SRD).

Относительная эффективность одиночной системы в группе (SGRE)

Эта мера эффективности – логическое развитие двух предыдущих. Ее можно измерить, учтя изменения некоторых параметров среды:

$$\text{SGRE} = \text{SUE}_I(\text{условие } x) / \text{SUE}_{\text{отн}}(\text{условие } x) \text{ при различных условиях среды.}$$

Одни схемы модуляции устойчиво работают при сильных помехах или неблагоприятных условиях распространения радиоволн, а другие в такой обстановке прекращают работать. Относительно эффективная с точки зрения использования спектра система устойчива к помехам и сохраняет свои эксплуатационные характеристики при их воздействии, а относительно неэффективная система в тех же условиях отказывает. Например, вся полемика о сравнительной эффективности цифровых и аналоговых систем попадает в эту категорию.

8.8.2 Модификация подхода, изложенного в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2

Групповая эффективность использования спектра, или спектральная эффективность нескольких систем в группе (GSE)

Эта мера эффективности представляет собой гибрид из описанных выше методов. Требуется определить вклад отдельного устройства в группу разнородных устройств. Иными словами, нужно получить ответ на вопрос: как реагируют другие устройства и как используется спектр в целом, когда в группу добавляется новое устройство? Абсолютную эффективность одиночного устройства нельзя рассчитать или измерить достоверно, но можно проанализировать эффективность использования всей среды, в которой оно работает, и сделать из этого некоторые выводы об эффективности устройства. Интересная особенность этой меры состоит в том, что учитывается как чувствительность устройства к помехам, создаваемым группой, так и собственный вклад устройства в создаваемые группой помехи.

Для каждого отдельного устройства малого радиуса действия качество информации или качество обслуживания не имеют значения с регуляторной точки зрения, но качество обслуживания, обеспечиваемое типичным устройством SRD, с учетом всей совокупности этих устройств в конкретной среде, представляет важность:

$$\text{GSE} = \text{SUE}_{\text{общ}} / \text{SUE}_{\text{общ} + \text{новое устройство}}$$

GSE представляется интересным способом определения и измерения эффективности использования спектра, поскольку политика в отношении устройств малого радиуса действия исключает гарантию работы отдельного устройства, но допускает такую гарантию для среднего или типичного устройства в группе⁴⁵. Это также ведет к определению средней эффективности для данной группы. Для каждого устройства можно рассчитать SRE, а после добавления нового устройства в группу можно также пересчитать GSE для всех устройств в ней. Таким образом, среда SRD становится динамической, спектрально эффективные технологии могут подвергаться переоценке и даже утрачивать эффективность в результате технического прогресса. Группировка или кластеризация определенных технологий или схем развертывания также может повышать показатель GSE для группы.

Однако подход с использованием GSE потребует предварительного определения новых системных показателей.

Теоретически, с точки зрения использования среды можно прибегнуть к делению частотного пространства на равные части. Более того, можно делить поровну потенциальную или реальную пропускную способность группы при передаче данных и принять результат за меру спектральной эффективности группы. Потенциально возможный способ практического осуществления этой идеи – выбор технических параметров из допустимых комбинаций мощности, ширины полосы частот, географического распределения, методов ослабления помех и методов доступа к спектру.

Если стоит задача достичь максимальной эффективности использования спектра, каждый параметр необходимо определить исходя из минимальных прикладных требований ко всем устройствам в группе (прикладной группировки), для чего следует задать граничное условие по каждому параметру и в некоторой мере пожертвовать технологическим нейтралитетом.

⁴⁵ В СЕПТ/ЕСС и ETSI широко распространена практика оценки влияния нового пользователя спектра на существующих пользователей. Определение GSE формализует эту распространенную практику.

Короче говоря, реализация этих минимальных прикладных требований гораздо более актуальна, чем обеспечение с определенной вероятностью заданного уровня помех. Нулевого уровня помех достичь невозможно, поэтому даже для случая идеальной эффективности использования спектра всегда имеется эталонный максимальный уровень помех.

Ниже описана задержка в качестве одного из прикладных требований. Анализ каждого значимого параметра следует проводить сходным образом.

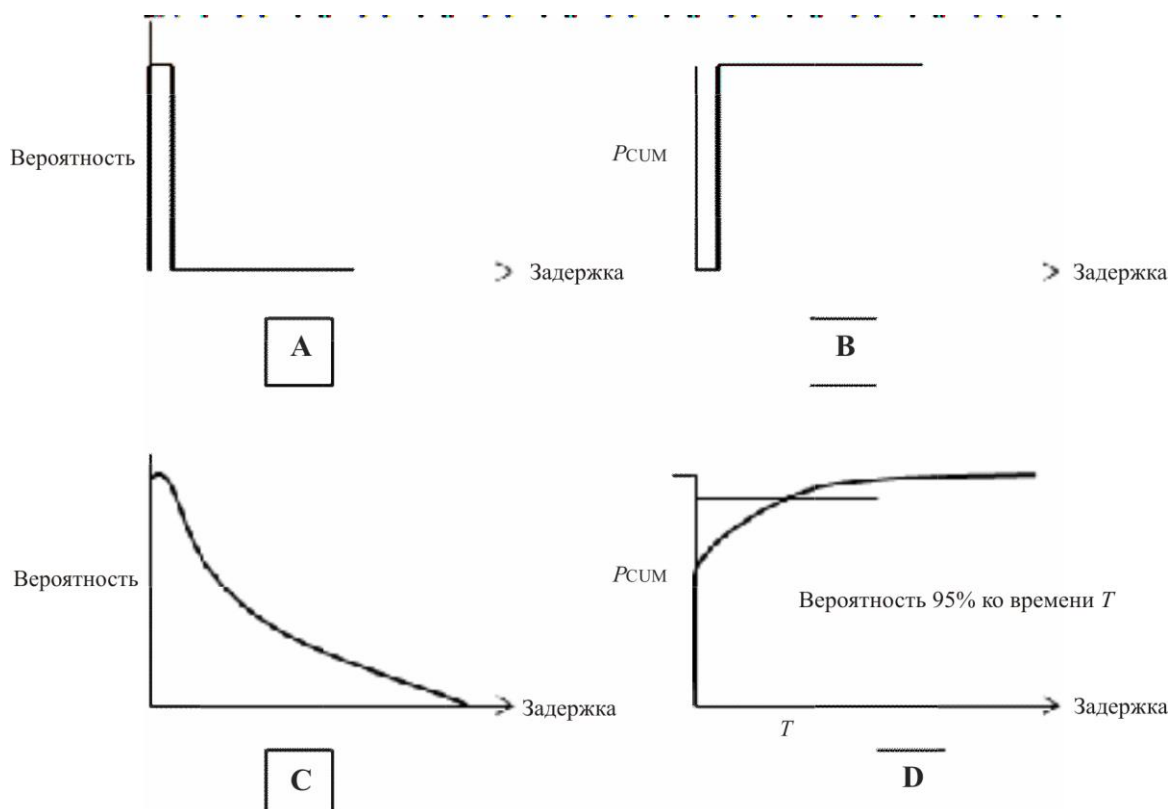
Распределение вероятности задержки

Задержка – это время ожидания отправки сообщения в совместно используемом канале. Хотя такую задержку обычно нельзя выразить одним числом, ее можно проанализировать в терминах вероятности. На Рисунке 8.3 графики А и В показывают ситуацию в свободном канале, где задержка не предполагается. График А – это плотность вероятности доставки сообщения в заданный момент времени. На графике В приведено соответствующее распределение вероятности, то есть вероятности того, что сообщение будет доставлено к заданному моменту времени (или раньше). Распределение вероятности есть интеграл от функции плотности вероятности. Левый край графика А в действительности представляет собой дельта-функцию, но для ясности показан с конечной шириной.

Графики С и D показывают эффекты, ожидаемые в присутствии других пользователей. Особый интерес представляет график D – функция распределения вероятности задержки.

РИСУНОК 8.3

Вероятность задержки в условиях исключительного (А, В) и совместного (С&D) использования канала



Nat. Spec. Man-8.03

При измерении таких параметров, как задержка и надежность, ожидания пользователя зачастую выражаются утверждением вида "X% сообщений должно быть доставлено в течение промежутка времени d ", и это легко определить по графику при X, равном, например, 90, 95 или 99% в соответствии с прикладными требованиями.

Расчет вероятности задержки

В некоторых случаях для построения графика, подобного функции распределения вероятности задержки, может потребоваться сложный анализ. Не исключено, что ее можно будет смоделировать в системе электросвязи с централизованным управлением, такой как сеть TDMA (GSM), линия Ethernet и т. д. Следует отметить, что в области электросвязи и сетей накоплен значительный объем теоретических знаний, которыми можно пользоваться для этих целей, хотя нужно соблюдать осмотрительность в применении этих знаний к беспроводным системам. Маловероятно однако, что эту вероятность можно будет смоделировать как общий целевой параметр для развертывания разрозненных неоднородных систем, таких как устройства малого радиуса действия в совместно используемых полосах частот.

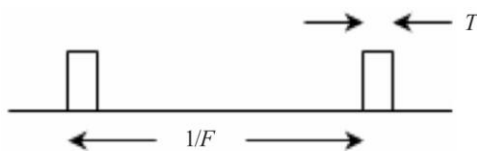
Тем не менее в некоторых случаях построить график распределения вероятности задержки относительно легко.

Рассмотрим случай, в котором пользователь желает отправить короткое сообщение в условиях присутствия еще одного пользователя, уже осуществляющего передачу. Второй пользователь осуществляет передачу длительностью T (Рисунок 8.4) в случайные моменты времени со средней частотой F . Иными словами, рабочий цикл равен

$$\tau = TF.$$

РИСУНОК 8.4

Случайная передача конкурирующих сигналов

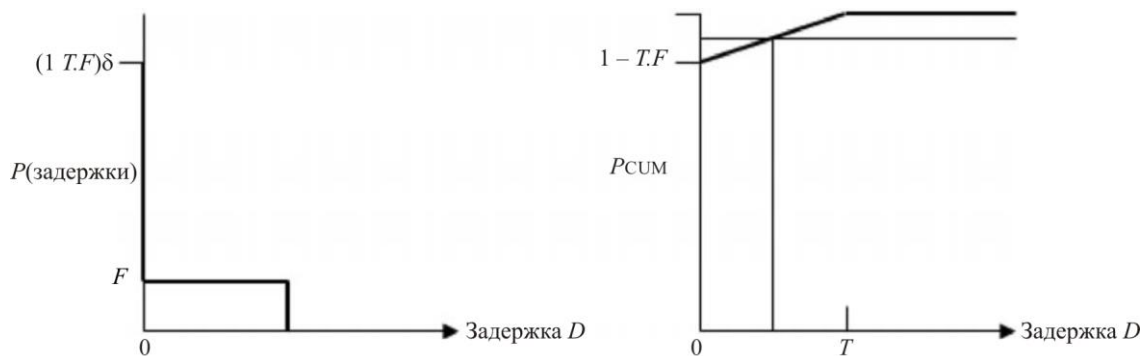


Nat.Spec.Man-8.04

Важный параметр здесь – время ожидания (задержка) до освобождения канала. Как плотность вероятности, так и распределение вероятности этой величины можно определить путем наблюдения, как видно из Рисунка 8.5.

РИСУНОК 8.5

Вероятность задержки в случае конкурирующих сигналов/пользователей



Nat.Spec.Man-8.05

Предположим, что передача длится 1 с и идет с интервалом в 10 с, так что

$$T = 1 \text{ с}, F = 0,1 \text{ Гц}, \text{ а рабочий цикл составляет } \tau = TF = 0,1.$$

Задержку для разной вероятности успеха найти легко:

- вероятность 90% достигается при $d = 0$ с;
- вероятность 95% достигается при $d = 0,5$ с;
- вероятность 99% достигается при $d = 0,9$ с;
- вероятность 100% достигается при $d = 1$ с.

Рассмотрим далее случай, когда второй пользователь по-прежнему осуществляет передачу с рабочим циклом 10%, но длительность каждой передачи равна 10 с, а интервалы между ними – 100 с:

$$T = 10 \text{ с}, F = 0,01 \text{ Гц}, \text{ а рабочий цикл составляет } \tau = TF = 0,1.$$

Тогда:

- вероятность 90% достигается при $d = 0$ с;
- вероятность 95% достигается при $d = 5$ с;
- вероятность 99% достигается при $d = 9$ с;
- вероятность 100% достигается при $d = 10$ с.

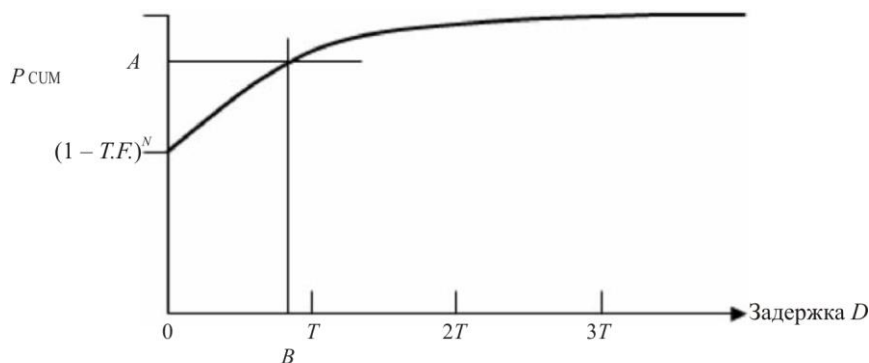
Видно, что время задержки для заданной вероятности успеха возросло в 10 раз.

Это важный результат. В обоих случаях конкурирующая передача осуществляется с одинаковым рабочим циклом. Простой анализ, базирующийся на вероятности помех, даст тот же результат. Но распределение вероятности задержки показывает, что с точки зрения приемника, испытывающего помехи, в одной из этих ситуаций нанесенный вред оказывается в 10 раз больше, чем в другой.

В случае N идентичных мешающих передатчиков кривая распределения вероятности примет вид, показанный на Рисунке 8.6.

РИСУНОК 8.6

Распределение вероятности задержки в канале с N конкурирующими пользователями



Nat.Spec.Man-8.06

По оси абсцисс отложена длительность передачи T , а не рабочий цикл TF . Поэтому видно, что в любой заданной ситуации задержка B , при которой обеспечивается вероятность успеха A , прямо пропорциональна длительности мешающей передачи при неизменном их рабочем цикле.

Ожидаемая задержка

Приведенный выше анализ позволяет получить общее представление о поведении вероятности задержки, но не дает количественного результата, за исключением вероятности нулевой задержки.

Можно, однако, построить для этой цели простую модель на основе теории массового обслуживания. Пусть некоторое количество пользователей передает в канале пакеты длительностью T с совокупной частотой F (частотой посылки пакетов, суммированной по всем пользователям).

Можно интерпретировать F как скорость поступления объектов в очередь, а $1/T$ – как скорость освобождения очереди. Тогда ожидаемая задержка D появления свободного временного интервала равняется ожидаемому времени пребывания в очереди:

$$D = \frac{T \cdot F}{\frac{1}{T} - F}.$$

Это не идеальная модель очереди для случая, например, Aloha или LBT. Тем не менее она дает полезное ориентировочное значение ожидаемого времени задержки при использовании механизма доступа к спектру в совместно используемом канале.

Приведенную выше формулу можно переписать, чтобы продемонстрировать влияние постоянной времени TF , совокупного рабочего цикла:

$$D = \frac{T \cdot (T \cdot F)}{1 - T \cdot F}.$$

Соответственно, в данной модели ожидаемая задержка прямо пропорциональна длительности передачи.

Показатели задержки и надежности

При изучении вопросов совместимости традиционно используется показатель вероятности помех. Во многих случаях, как отмечалось выше, одного этого показателя недостаточно, поскольку он не отражает в полной мере вредное влияние различных видов помех на работу приемников разного типа. В частности, он не учитывает напрямую потребность многих пользователей спектра в обеспечении малой задержки или высокой надежности линий связи (вероятности успешной передачи, включая повторную передачу).

Задержку и надежность следует рассматривать как взаимосвязанные величины. Требование пользователя можно выразить как вероятность успеха $X\%$ при максимальной задержке D . Например, пользователь, для которого критична малая задержка, может потребовать вероятности успеха 90% при максимальной задержке 200 мс, а пользователь, которому нужнее высокая надежность, – вероятности успеха $99,9\%$ при максимальной задержке 3 с. В этих условиях полезными являются понятия распределения вероятности задержки и ожидаемой задержки, хотя в реальной ситуации может быть трудно точно определить их количественное значение.

Изложенное выше представляет собой простой анализ сложного механизма. В нем предполагается, что передача, которой дожидается испытывающее помехи устройство, коротка по сравнению с передачей мешающего пользователя. Предполагается также, что у испытывающего помехи пользователя есть какой-то способ узнать, когда можно осуществить свою передачу. Это так, если пользователь применяет LBT, но сходные результаты будут получены, например, в случае, когда испытывающий помехи пользователь делает пробную передачу и прослушивает канал, ожидая подтверждения. Разница состоит в вероятности обратных помех существующему пользователю.

Следует отметить аналогию с теорией трафика в электросвязи и распределением Эрланга (выражаемым формулой Эрланга), хотя следует соблюдать осмотрительность в проведении таких аналогий, поскольку эти теории неприменимы напрямую. Есть несколько разновидностей формулы Эрланга и ряд различий, которые следует учитывать. Наиболее важное отличие беспроводных систем от проводных состоит в том, что в них необязательно все узлы имеют связь друг с другом.

Таким образом, можно сделать вывод, что задержка и надежность – полезные новые показатели, которые могут принести новое содержание в традиционный анализ помех, если рассматриваемые беспроводные системы и сценарии воздействия помех позволяют провести обстоятельный детерминистический анализ этих явлений.

Необходимо сознавать, что важны не только технические параметры радиосигнала и результирующий бюджет линии. Современные адаптивные системы с коммутацией пакетов работают по сложным алгоритмам, затрагивающим не только физический уровень модели OSI, но и более высокие ее уровни для поддержания потока связи в целом. Поэтому в идеальном случае проектировщики систем и специалисты по управлению использованием спектра должны стремиться к учету более сложных аспектов, чтобы определить уровни эксплуатационной надежности рассматриваемых систем и соблюсти баланс между ними.

Один из важнейших эксплуатационных параметров, относящийся к этой категории, – задержка, а именно максимально допустимая задержка при передаче пакета/сообщения. В общем случае ее нельзя определить путем одного только технического рассмотрения полезного бюджета линии и сценария воздействия помех. Поэтому не исключено, что задержку и другие подобные параметры/показатели нужно будет учитывать при планировании совместного использования спектра в определенных полосах частот.

Еще один вывод состоит в том, что при сосуществовании различных применений простой анализ, основанный на вероятности помех, не дает полной картины. Поэтому изучение вопросов совместимости в нейтральной в отношении применений среде потребует более обстоятельного анализа на двух нижних уровнях модели OSI (главным образом во временной области), чем тот, что практикуется в настоящее время при разработке применений.

8.9 Отношение значений эффективности использования спектра или относительная эффективность использования спектра

Как описано в предыдущих разделах, в целях получения относительной эффективности использования спектра (RSE) систем, показателя, который может быть использован при анализе распределения спектра, можно рассчитать и реально сравнить значения SUE для ряда различных систем. Такое сравнение, однако, следует проводить с осторожностью. Величина относительной эффективности использования спектра (RSE) определяется как отношение двух значений эффективности использования спектра (SUE), одно из которых может быть эффективностью системы, используемой при сравнении в качестве эталона.

В этом случае

$$RSE = \frac{SUE}{SUE_{std}}, \quad (8-14)$$

где:

SUE_{std} – эффективность использования спектра эталонной системы;

SUE – эффективность использования спектра существующей системы.

Вероятными претендентами на роль эталонной системы являются:

- наиболее эффективная практически осуществимая система;
- система, которую можно легко определить и понять;
- широко используемая система, то есть система, служащая *de facto* промышленным эталоном.

RSE является положительным числом в диапазоне от нуля до бесконечности. Если в качестве эталонной выбирается идеальная или наиболее эффективная система, то RSE обычно изменяется в пределах от нуля до единицы.

8.9.1 Описание концепции

Концепция RSE 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 SUE может оказаться более полезным, чем численные значения двух эффективностей. Отношение двух значений SUE покажет, например, что эффективность системы *A* (использующей только половину спектрального пространства или передающей вдвое больший объем информации) в два раза выше эффективности системы *B*.

Основное преимущество непосредственного расчета RSE состоит в том, что его нередко выполнить намного проще, чем рассчитать значения SUE. 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 [Быховский, 1979; и Быховский и Павлюк, 1986 и 1987] предложен критерий, основанный на сравнении ширины полосы частот F_c , необходимой для передачи данного объема информации (то есть 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 основе уравнений (8-3a) и (8-3b) в виде

$$P_s = (1 + p_0)^{F_0/F_m} - 1. \quad (8-15)$$

Если коэффициент RSE 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-QAM) позволяет значительно сузить полосу частот по сравнению с модуляцией при более низком числе уровней (16-QAM) [Hinkle and Farrar, 1989]. При простом сравнении необходимой ширины полосы частот можно было бы предположить, что система 256-QAM примерно в 4 раза эффективнее системы 16-QAM. Однако более тщательный анализ показывает, что для системы 256-QAM 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-QAM может быть менее эффективна, чем система 16-QAM [Hinkle and Farrar, 1989].

Ранее указывалось на необходимость оценивать все факторы, которые потребовались бы при расчете RSE, а не основывать RSE только на одном очевидном факторе. Может также потребоваться вычислить RSE для всей полосы частот, а не выполнять расчеты только для одной линии или одной системы.

8.9.2 Пример RSE для сухопутной подвижной службы

С учетом определения RSE (уравнение 8-14) в данном примере принята эталонная система, которая может использовать близкую к оптимальной стратегию частотных присвоений. Подробно эта стратегия изложена в [Delfour and DeCouvreur, 1989; и Delfour and Towajj, 1991]. Близкая к оптимальной стратегия частотных присвоений (NOAS) 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 $\beta_i(n)$ в пределах квадрата непосредственно связана с общей занятостью $O_i(n)$ в этом квадрате в эрлангах:

$$\beta_i(n) = C O_i(n); \quad (8-16)$$

- число единиц спектра, затребованных в i -м канале в n -м квадрате, определяется приблизительно следующим образом:

$$\beta(n,i) = C O(n, i), \quad (8-17)$$

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:

$$RSE = \frac{\text{Взвешенная фактическая занятость}}{\text{Взвешенная занятость по NOAS}}$$

8.9.2.1 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 исключаемого 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, имеющихся в центрах основных городов с наиболее интенсивным трафиком.
- 2 При присвоении частот за пределами городских центров с интенсивным трафиком следует проявлять осторожность, чтобы избежать присвоений, предназначенных центру.
- 3 В новых или перепланируемых 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.

8.10 Выводы

Приведенные выше описания мер использования спектра, эффективности использования спектра (SUE) и относительной эффективности использования спектра (RSE) 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, в целях 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

- БЫХОВСКИЙ, М. [1979] Оптимальное частотное планирование однопролетных РРЛ на сельской сети (Optimum frequency planning of single section radio-relay links in a rural network). *Электросвязь*, 5, с. 47–52.
- БЫХОВСКИЙ, М. и ПАВЛЮК, А. [1986] Эффективность использования радиоресурса в системах сухопутной связи (Spectrum utilization efficiency in land mobile communication systems). Eighth International Wroclaw Symposium on Electromagnetic Compatibility, p. 1103-1111.
- БЫХОВСКИЙ, М. и ПАВЛЮК, А. [1987] Критерий эффективности использования радиоресурса в сетях радиосвязи и вещания (Criterion for efficient spectrum use in communication and broadcasting networks). *Радиотехника*, 4, с. 34–38.
- ЗОЛОТОВ, С. И., КОВТУНОВА, И. Г., ЦВЕТКОВ, С. А. и ЯКИМЕНКО, В. С. [2001] Метод оценки эффективности способов назначения частот РЭС в территориальном районе (Method of assessing the effectiveness of distributing radio frequencies in a geographical area). *Электросвязь*, 9.
- КОВТУНОВА, И. Г., ЦВЕТКОВ, С. А. и ЯКИМЕНКО, В. С. [1999] Методика оценки загрузки радиочастотного спектра в территориальном районе (Method of determining utilization of the radio spectrum in a geographical area). *Радиотехника*, 6.
- ПАСТУХ, С. Ю., ХАРИТОНОВ, Н. И., ЦВЕТКОВ, С. А. и ЯКИМЕНКО, В. С. [2002] Управление радиочастотным спектром и оценка эффективности его использования (Radio spectrum management and assessment of utilization efficiency). *Электросвязь*, 12.
- 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.

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 год)

Справочник МСЭ-R Контроль за использованием спектра (2011 год)

Справочник МСЭ-R по компьютерным технологиям управления использованием радиочастного спектра (2015 год)

Справочник МСЭ-R Цифровое наземное телевизионное вещание (2002 год)

Рек. МСЭ-R F.699 Эталонные диаграммы направленности антенн фиксированных беспроводных систем для использования при изучении вопросов координации и оценке помех в диапазоне частот от 100 МГц до примерно 70 ГГц

Рек. МСЭ-R S.465 Эталонная диаграмма направленности антенн земных станций фиксированной спутниковой службы для использования при координации и оценке помех в диапазоне частот от 2 до примерно 31 ГГц

Rec. ITU-R S.580 Radiation diagrams for use as design objectives for antennas of earth stations operating with geostationary satellites

Рек. МСЭ-R S.731 Эталонная диаграмма направленности излучения земной станции для кроссполяризации, предназначенная для использования в процессе координации частот и для оценки помех в диапазоне частот от 2 до примерно 30 ГГц

Rec. ITU-R SM.326 Determination and measurement of the power of amplitude-modulated radio transmitters

Рек. МСЭ-R SM.328 Спектры и ширина полосы излучений

Рек. МСЭ-R SM.329 Нежелательные излучения в области побочных излучений

Rec. ITU-R SM.331 Noise and sensitivity of receivers

Rec. ITU-R SM.332 Selectivity of receivers

Rec. ITU-R SM.337 Frequency and distance separations

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 станций контроля от помех со стороны близко расположенных или мощных передатчиков

Rec. ITU-R SM.668 Electronic exchange of information for spectrum management purposes

Rec. ITU-R SM.851 Sharing between the broadcasting service and the fixed and/or mobile services in the VHF and UHF bands

Rec. ITU-R SM.852 Sensitivity of radio receivers for class of emissions F3E

Rec. ITU-R SM.853 Necessary bandwidth

Рек. МСЭ-R SM.854	Радиопеленгация и определение местоположения на станциях контроля
Rec. ITU-R SM.855	Multi-service telecommunication systems
Rec. ITU-R SM.856	New spectrally efficient techniques and systems
Rec. ITU-R SM.1009	Compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-137 MHz
Rec. ITU-R SM.1045	Frequency tolerance of transmitters
Рек. МСЭ-R SM.1046	Определение использования радиочастотного спектра и эффективности радиосистемы
Rec. ITU-R SM.1047	National spectrum management
Rec. ITU-R SM.1049	A method of spectrum management to be used for aiding frequency assignment for terrestrial services in border areas
Rec. ITU-R SM.1050	Tasks of a monitoring service
Рек. МСЭ-R SM.1051	Приоритетность в определении и устранении вредных помех в полосе 406–406,1 МГц
Rec. ITU-R SM.1053	Methods of improving HF direction-finding accuracy at fixed stations
Rec. ITU-R SM.1054	Monitoring of radio emissions from spacecraft at monitoring stations
Rec. ITU-R SM.1055	The use of spread spectrum techniques
Rec. ITU-R SM.1056	Limitation of radiation from industrial, scientific and medical (ISM) equipment
Rec. ITU-R SM.1131	Factors to consider in allocating spectrum on a worldwide basis
Rec. ITU-R SM.1132	General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations
Rec. ITU-R SM.1133	Spectrum utilization of broadly defined services
Рек. МСЭ-R SM.1134	Расчет интермодуляционных помех в сухопутной подвижной службе
Rec. ITU-R SM.1135	SINPO and SINPFEMO codes
Рек. МСЭ-R SM.1138	Определение необходимой ширины полосы частот с примерами ее расчета и соответствующими примерами обозначения излучений
Rec. ITU-R SM.1139	International monitoring system
Rec. ITU-R SM.1140	Test procedures for measuring aeronautical receiver characteristics used for determining compatibility between the sound-broadcasting service in the band of about 87-108 MHz and the aeronautical services in the band 108-118 MHz
Rec. ITU-R SM.1235	Performance functions for digital modulation systems in an interference environment
Rec. ITU-R SM.1265	National alternative allocation methods
Rec. ITU-R SM.1266	Adaptive MF/HF systems
Рек. МСЭ-R SM.1268	Метод измерения максимальной девиации частоты излучений ЧМ-радиовещания на станциях радиоконтроля
Rec. ITU-R SM.1270	Additional information for monitoring purposes related to classification and designation of emission
Rec. ITU-R SM.1271	Efficient spectrum utilization using probabilistic methods
Рек. МСЭ-R SM.1370	Руководство по проектированию и разработке автоматизированных систем управления использованием спектра
Рек. МСЭ-R SM.1392	Необходимые требования к системе контроля за использованием спектра в развивающихся странах
Rec. ITU-R SM.1393	Common formats for the exchange of information between monitoring stations

Rec. ITU-R SM.1394	Common format for Memorandum of Understanding between the agreeing countries regarding cooperation in spectrum monitoring matters
Рек. МСЭ-R SM.1413	Словарь данных по радиосвязи для целей заявления и координации
Rec. ITU-R SM.1446	Definition and measurement of intermodulation products in transmitter using frequency, phase, or complex modulation techniques
Rec. ITU-R SM.1447	Monitoring of the radio coverage of land mobile networks to verify compliance with a given licence
Рек. МСЭ-R SM.1448	Определение координационной зоны вокруг земной станции в полосах частот между 100 МГц и 105 ГГц
Rec. ITU-R SM.1535	The protection of safety services from unwanted emissions
Рек. МСЭ-R SM.1537	Автоматизация и интеграция систем радиоконтроля в автоматизированное управление использованием спектра
Rec. ITU-R SM.1539	Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329
Rec. ITU-R SM.1540	Unwanted emissions in the out-of-band domain falling into adjacent allocated bands
Rec. ITU-R SM.1541	Unwanted emissions in the out-of-band domain
Rec. ITU-R SM.1542	The protection of passive services from unwanted emissions
Rec. ITU-R SM.1598	Methods of radio direction finding and location on time division multiple access and code division multiple access signals
Рек. МСЭ-R SM.1599	Определение географического и частотного распределения коэффициента использования спектра для целей планирования частот
Rec. ITU-R SM.1600	Technical identification of digital signals
Рек. МСЭ-R SM.1603	Перераспределение спектра как метод управления использованием спектра на национальном уровне
Rec. ITU-R SM.1604	Guidelines for an upgraded spectrum management system for developing countries
Rec. ITU-R SM.1633	Compatibility analysis between a passive service and an active service allocated in adjacent and nearby bands
Rec. ITU-R M.1634	Interference protection of terrestrial mobile service systems using Monte Carlo simulation with application to frequency sharing
Рек. МСЭ-R P.1546	Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц

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 являются узкоспециализированными и не используются нигде за пределами администрации. Таким образом, необходимо подготовить определенные программы обучения и привлечь квалифицированных преподавателей.

Курсы обучения должны быть приспособлены к штатному расписанию, чтобы дать возможность обучить различные категории персонала, перечисленные ниже, в разделе 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 разделе 3. Кроме того, могут потребоваться краткосрочные вводные курсы и/или долгосрочное, более глубокое обучение. Краткосрочные курсы, проводимые в течение недели или двух, могут обеспечить полный обзор управления использованием спектра, охватить некоторые разделы, перечисленные ниже, в разделе 3.3, или дать обучаемым представление об определенной системе управления использованием спектра. Долгосрочное 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 предоставляет 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. Вопросы обучения управлению и контролю за использованием спектра также кратко рассматриваются в последней версии Рекомендации МСЭ-R SM.1370 "Руководство по проектированию и разработке автоматизированных систем управления использованием спектра" и более подробно в пункте 2.8 Справочника МСЭ-R по контролю за использованием спектра (Женева, 2011 год).

2 Навыки которые необходимо получить обучаемым

Персонал по управлению использованием радиочастотного спектра обязан иметь представление о широком спектре радиослужб, систем и административных процедур. Поэтому администрациям требуется персонал различного рода с самыми разнообразными знаниями, навыками и опытом. Штат администрации обычно включает следующие типы персонала:

- *менеджеры* – люди, отвечающие за руководство проектом и эксплуатацию системы;
- *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 информационным технологиям* – люди, отвечающие за установку, обслуживание системы, хранение данных и управление пользователями.

Они должны обладать следующими знаниями и навыками.

- *Менеджеры:*
 - организация регуляторного органа;
 - цели, стратегия, текущая и будущая деятельность регуляторного органа по управлению использованием спектра:
 - административные задачи, связанные с управлением использованием спектра;
 - проектирование и планирование систем радиосвязи;
 - обработка сигналов и теория информации;
 - распространение радиоволн;
 - анализ помех;
 - частотное планирование;
 - элементарные знания по использованию компьютера.
- *Технические пользователи:*
 - распространение радиоволн;
 - анализ помех;
 - частотное планирование;
 - элементарные знания по использованию компьютера и глубокие знания соответствующего прикладного программного обеспечения как, например, обработка текста, анализ таблиц, программное обеспечение 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 информационным технологиям:*
 - операционные системы;
 - элементарные знания прикладного программного обеспечения, используемого системой;
 - управление реляционной базой данных;
 - ТС/IP, сети ЛВС и WAN.

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 по управлению 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. Естественно требуется обучать персонал использованию новых систем. Обычно такое обучение 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 предлагаемые 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 контроля за использованием спектра, зависят от определенных задач. Поэтому предлагаемые здесь темы для курсов должны рассматриваться как рекомендации и могут быть откорректированы в зависимости от требований каждой администрации.

Например, приблизительно 3/4 тем программы обучения могут быть посвящены управлению использованием спектра и приблизительно 1/4 – контролю за использованием спектра.

Персонал, описанный в разделе 2, должен иметь общие знания и понимание принципов, перечисленных в этом разделе; однако если администрация приобретает новую систему, то потребуются определенное обучение персонала навыкам работы в этой системе.

3.1 Предлагаемый курс обучения использованию системы, описанной в Рекомендации МСЭ-R SM.1370; полезный пример базового обучения

В Рекомендации МСЭ-R SM.1370 описываются элементы автоматизированной системы управления использованием спектра (ASMS), призванной помочь администрациям в выполнении обязанностей по управлению использованием спектра. Ниже приводится перечень предлагаемых тем учебных курсов по системе того типа, который описан в указанной Рекомендации.

Управление использованием спектра и его применения – введение в управление использованием спектра и разъяснение роли системы управления использованием спектра.

Понимание структуры системы управления использованием спектра – обсуждение структуры системы и состава ее подсистем.

Понимание и применение подсистем управления использованием спектра – теория и практика использования подсистем для выдачи лицензий на использование спектра, технического анализа, международной координации/нотификации, выставления счетов и оплаты, сертификации оператора радиосвязи, продавца радиосредств (дилера), испытаний на одобрение типа, инспекционного контроля, планирования управления, системного администрирования и интерфейса к системе контроля за использованием спектра. Этот курс также включает рассмотрение справочных системных таблиц.

Понимание проекта и графика его реализации – понимание объема проекта и его формальных результатов, принципа объединения различных подсистем, графика реализации проекта и его влияния, а также обязанностей подрядчика и администрации.

Подсистема выдачи лицензий – ввод данных из заявок на лицензии, выдача разрешений на эксплуатацию станций, выставление счетов, выпуск/изменение/аннулирование/продление лицензий, поиск информации в базах данных, составление и анализ отчетов.

Понимание и выполнение процесса технического анализа – введение в технический анализ и детальные инструкции по его выполнению.

Понимание и осуществление международной и региональной координации – нотификация (заявление) и регистрация частот, осуществление международной координации, запросы и отчеты.

Понимание процесса управления пользователями – определение продавцов, понимание процессов аттестации и регистрации, а также платы за лицензию продавца.

Понимание процесса одобрения типа оборудования – понимание целей и процесса одобрения типа.

Системное администрирование – понимание и выполнение настройки системы и сети, резервного копирования, восстановления и администрирования данных, а также понимание принципов организации доступа к системе и обеспечения безопасности.

Инспекционная система – понимание и использование инспекционной подсистемы.

Ведение и использование справочных таблиц и кодов системы лицензирования – описание различных типов кодов и назначения каждой таблицы кодов.

Понимание функций контроля за использованием спектра и радиопеленгации – знакомство с системами контроля за использованием спектра и радиопеленгации, описание интерфейса между системами контроля и выдачи лицензий, роль контроля за использованием спектра в управлении использованием спектра, фиксированные и подвижные системы контроля, отчеты по результатам контроля за использованием спектра, функционирование фиксированных и подвижных систем контроля 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 сохранения 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 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 и предполагает предоставление им детальной технической информации. Существует множество тем, которые должны быть охвачены в курсе повышения квалификации по управлению использованием спектра. Темы, охватываемые конкретным курсом, должны быть выбраны согласно навыкам и работе персонала. Темы для курса обучения 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 и осуществление присвоения радиочастот;
- 5) понимание и выполнение технического анализа;
- 6) понимание и осуществление международной координации;
- 7) понимание процесса одобрения типа оборудования;
- 8) система бухгалтерского учета, включая вычисление платы и выставление счета;
- 9) приложения к системе администрирования:
 - a) использование и функционирование системы;
 - b) понимание и выполнение настройки сети;
 - c) понятия системного доступа;
 - d) понимание и выполнение резервного копирования и восстановления системы;
 - e) понимание вопросов системной безопасности;

- f) понимание и выполнение работы с базами данных;
- 10) ввод данных;
- 11) контроль за использованием спектра;
- 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 проходить обучение по темам 2, 8, 9a, 9f и 10. Системные администраторы должны проходить обучение по темам 2, 9 и 12, включая специализированные курсы по администрированию программных систем и баз данных.

В дополнение к формальным курсам обучения полная программа повышения квалификации должна включать 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/семинаров-практикумов по проблемам новых технологий.

4 Возможности обучения

Обучение в области управления и контроля за использованием радиочастотного спектра доступно из различных источников во всем мире, включая следующее.

- Обучение, обеспечиваемое МСЭ. Как Бюро развития электросвязи МСЭ (БРЭ), так и Бюро радиосвязи (БР) предоставляют возможность обучения, как описано ниже, а БРЭ может выдать развивающимся странам рекомендации по определенным курсам и возможным источникам финансирования для участия в работе этих курсов, включая источники финансирования для покрытия затрат на обучение и расходов на проезд/проживание.
- Администрации Федеративной Республики Германия, Австралии, Канады, Китайской Народной Республики, Республики Корея, Соединенных Штатов, Франции, Государства Израиль, Италии, Японии, Португалии и Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии предложили в Резолюции МСЭ-R 23-2 (AP-12) организовать у себя обучение должностных лиц из других администраций методам контроля за использованием спектра и радиопеленгации. Все это обучение предоставляется бесплатно.
- Обучение также можно получить в организациях и университетах некоторых стран, как описано в следующих подразделах. Одни из этих курсов бесплатные, а другие требуют платы за обучение.
- Производители оборудования, среди которых TCI из группы компаний SPX (США), Elbit Systems (Израиль), LS telcom (Германия), ATDI (Франция), Rohde & Schwarz (Германия), Thales (Франция) и Agilent Technologies (США) также предлагают обучение, в том числе обучение эксплуатации поставляемых ими систем. Программы обучения этих производителей описаны в дополнительных материалах к настоящему Приложению. Те, кто подписал с БРЭ Соглашение о партнерстве, не взимают плату за обучение на своих курсах и/или бесплатно приглашают лекторов для выступления на практикумах и семинарах, организованных центрами повышения квалификации БРЭ; другие организации могут взимать плату за обучение.

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. Описанное в этом разделе обучение доступно по разнообразным общим темам в области управления использованием спектра и по использованию определенного оборудования и программного обеспечения, которое может быть специфическим для отдельных администраций.

4.1 Ресурсы обучения, доступные через МСЭ

МСЭ способствует развитию кадров. Всемирные конференции развития электросвязи одобряют программы, включая программы по созданию человеческого потенциала и другие специальные программы для развивающихся стран. Эти программы предусматривают передачу знаний, совместное использование опыта и ноу-хау и распространение информации и включают такие ресурсы, как учебная программа по вопросам управления использованием спектра, центры повышения квалификации и виртуальный учебный центр, описанные ниже. Кроме того, обучение облегчают семинары по радиосвязи.

4.1.1 Учебная программа по вопросам управления использованием спектра (SMTP)

Учебная программа по вопросам управления использованием спектра (SMTP) – это полный пакет учебных материалов высокого уровня во всех областях управления использованием спектра. Она разрабатывается специалистами из МСЭ и других организаций. Программа охватывает весь спектр тем, касающихся управления использованием частот SMTP, представляет собой эффективный способ всестороннего обучения персонала современной теории и практике управления использованием спектра. Ей предстоит стать глобальным "золотым стандартом" обучения этому предмету.

Краткий обзор. Программа SMTP предназначена для Государств – Членов МСЭ и Членов Секторов МСЭ. В частности, она направлена на развитие человеческого потенциала, в котором нуждаются операторы, регуляторные и директивные органы. Она также станет источником кадров для академических организаций и сети центров повышения квалификации МСЭ (CoE). Помимо этой целевой аудитории, программа SMTP будет также доступна всем, кто работает в сфере управления использованием спектра и хотел бы расширить и углубить свои профессиональные знания. Таким образом, абитуриенты программы SMTP могут принадлежать к различным уровням организационной структуры (от технического до менеджерского состава) и обладать квалификацией в разных областях (технике, праве, экономике и т. д.).

Программа SMTP состоит из двух уровней – базового и продвинутого. Базовый уровень в большей степени ориентирован на техническую составляющую, а на продвинутом уровне обучение охватывает также нетехнические дисциплины и навыки.

Базовый уровень программы SMTP образуют следующие модули.

- 1 Обязательный модуль 1 "Правовые основы и нормативная база по управлению использованием спектра"
- 2 Обязательный модуль 2 "Основы инженерно-технической поддержки использования спектра"
- 3 Обязательный модуль 3 "Технологии беспроводной связи"
- 4 Факультативный модуль 1
 - Вариант 1 "Контроль за использованием спектра"
 - Вариант 2 "Обеспечение соблюдения обязательств в области использования спектра и одобрение типа оборудования"
 - Вариант 3 "Управление использованием спектра для спутниковых систем"
 - Вариант 4 "Управление использованием спектра для ВЧ-систем, научной, морской и радиолобительской служб"
 - Вариант 5 "Управление использованием спектра для воздушной службы, службы радиоопределения и военных систем"
 - Вариант 6 "Компьютерные методы управления использованием спектра"

Продвинутый уровень программы SMTP образуют следующие модули.

- 1 Обязательный модуль 4 "Экономические и рыночные средства управления использованием средства"
- 2 Обязательный модуль 5 "Стратегическое планирование и политика для стимулирования инноваций в области беспроводной связи"
- 3 Факультативный модуль 2
- Вариант 1 (юридическая специализация). "Передовые режимы выдачи разрешений на использование спектра"
- Вариант 2 (юридическая специализация). "Социально-экономические последствия регулирования использования спектра; защита конкуренции и потребителей"
- Вариант 3 (техническая специализация). "Планирование наземного телевизионного радиовещания и переход на цифровое телевидение"
- Вариант 4 (техническая специализация). "Гибкий доступ к спектру и когнитивное радио"

Подробную информацию о программе см. по адресу <http://academy.itu.int/news/item/1077/>.

4.1.2 Всемирный семинар по радиосвязи

Бюро радиосвязи раз в два года (обычно в ноябре) организует в штаб-квартире МСЭ в Женеве пятидневный семинар, 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-R. Особое внимание уделяется процедурам Регламента радиосвязи, принятым на ВКР. Также организуются демонстрации и семинары-практикумы, дающие участникам возможность получить практический опыт работы с процедурами нотификации МСЭ, а также 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 шесть рабочих языков МСЭ. Документация размещается на веб-сайте МСЭ-R (<http://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/Pages/default.aspx>) и после семинара может быть получена по запросу в целях обучения в администрациях. Такие семинары также иногда планируются в различных регионах.

4.1.3 Центры повышения квалификации

Бюро развития электросвязи МСЭ (БРЭ) поддерживает несколько Центров повышения квалификации (чаще называемых центрами профессионального мастерства) в области электросвязи в различных местах во всем мире в интересах развивающихся стран, которые выполняют следующие функции обучения:

- служат координационными центрами для обучения, профессионального развития, научных 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, занимающихся вопросами использования частот, правилам управления использованием спектра в его политических, регуляторных и технических аспектах;
- обеспечивают 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 координационными центрами для региональных и глобальных инициатив в области информационного общества;

- обеспечивают возможность формулировать и осуществлять экспериментальные проекты, демонстрирующие применение информационно-коммуникационных технологий в определенных важных областях для различных регионов;
- обеспечивают возможность получения консультаций для частного сектора и правительств;
- обеспечивают возможность проведения конференций, семинаров и коллоквиумов для обсуждения и распространения информации по проблемам электросвязи.

Существует шесть центров повышения квалификации (центров профессионального мастерства).

- 1 Центр повышения квалификации для франкоговорящих стран Африки (узловой центр – Дакар)
- 2 Центр повышения квалификации для англоговорящих стран Африки (узловой центр – Найроби)
- 3 Центр повышения квалификации для Азиатско-Тихоокеанского региона (узловой центр – Бангкок)
- 4 Центр повышения квалификации для Северной и Южной Америки (узловые 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 руководящими комитетами, которые определяют структуры управления и академические программы, чтобы достигнуть в центрах целей обучения.

Более подробная информация о деятельности этих центров доступна на веб-сайте МСЭ (<http://www.itu.int/ITU-D/hrd/coe/~index.html>).

4.1.4 Виртуальный учебный центр

БРЭ создало виртуальный учебный центр. На веб-сайте учебного центра (<http://www.itu.int/ITU-D>) имеется библиотека с учебными материалами.

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 в целях объединения возможностей и привлечения дополнительных ресурсов для развития этой инициативы. Эта программа имеет три главных подхода, направленных на содействие развитию, – подписание соглашения о проведении обучения (с отказом от платы за обучение), участие в ежегодном плане работы БРЭ и/или участие в существующих региональных проектах на базе частно-государственного партнерства, ориентированного на долговременное устойчивое развитие.

4.2 Обучение, обеспечиваемое администрациями и организациями

4.2.1 Возможности обучения в Соединенных Штатах Америки

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 года – сразу после его основания 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 Федеральной комиссией по связи США и Comsearch);

- 4) радиоконтроль и измерения (проводится каждую весну Федеральной комиссией по связи США (FCC) и L-3/Arcom, Inc);
- 5) практические применения управления и контроля за использованием спектра (проводится TCI каждую весну);
- 6) методы и процедуры контроля за использованием спектра (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 USTPI по беспроводной радиосвязи, которые могут содержать элементы управления использованием спектра. Подробности об этом можно узнать в каталоге курса USTPI, издающемся ежегодно.

Обучение под эгидой USTPI бесплатное. Однако претенденты должны получить финансирование от своих собственных организаций, правительства или других организаций для приезда в Соединенные Штаты и передвижения внутри страны, а также для оплаты проживания 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 регуляторной точки зрения. Программа обучения имеет три потока, охватывающие вопросы электросвязи 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 рассматривают возможность введения конкуренции, готовы к изменениям и готовы учиться на опыте Австралии. Эта программа также дает ее участникам уникальную возможность общения с представителями организаций и стран, находящихся в подобном положении, а также 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 Соединенного Королевства (УКТА)

Академия электросвязи Соединенного Королевства (<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 Соединенного Королевства, оно использует их совместные образовательные возможности, обеспечивая высокое качество процесса обучения. Места на этих занятиях предоставляются менеджерам и техническим оперативным работникам стран, имеющих наименее 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 Соединенного Королевства 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/sip_storage/FILES/5/1725.pdf) предлагает курсы NSM по обучению инженеров, юристов и экономистов, работающих в Министерстве связи, или по обучению других экспертов, связанных с управлением использованием спектра на национальном уровне. Веб-сайт курсов содержит сведения о содержании и расписании пятидневного обучения. Курс проводился в Израиле и Непале, а также частично более чем в 28 странах, в том числе в рамках курсов 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.

В рамках этого курса излагаются основы беспроводной связи с упором на приемники, антенны и распространение радиоволн. Детально описываются основные беспроводные службы с уделением особого внимания радиовещанию, службам сухопутной подвижной (главным образом сотовой) и фиксированной связи, спутникам, устройствам малого радиуса действия и радиолокаторам. Рассматриваются также такие вопросы, как опасность РЧ-излучений для человека, регулирование радиочастотного спектра, ЭМС и радиочастотные помехи. Материалы 14 разделов курса опубликованы на правах общественного достояния (материалы о спутниковой связи будут добавлены позже). Ниже приведены выделенные полужирным шрифтом гиперссылки на файлы с учебными материалами.

Занятия	Темы	Содержание
1	Введение	Сквозная беспроводная связь и радиочастотный спектр
<u>Радиотехника</u>		
2	Распространение радиоволн. Часть 1. Уравнения	Уравнения Максвелла. Формула передачи Фрииса и потери при распространении в свободном пространстве. Факторы, влияющие на потери при распространении. Уравнение дальности радиолокации в свободном пространстве. Ближняя и дальняя зоны. Эффект Доплера. Зоны Френеля
3	Распространение радиоволн. Часть 2. Радиогоризонт и ВЧ	Радиогоризонт как функция высоты антенны. Закон Снеллиуса. Эффективный радиус Земли. Ослабление радиоволн в атмосферных газах. Распространение волн в атмосферном волноводе. Распространение радиоволн на ВЧ. Ионосферные области, слои и скачки (отражения от ионосферы)
4	Антенны – основные параметры	Апертура и ширина диаграммы направленности антенны – практические формулы. Трехмерная диаграмма направленности антенны. Полное сопротивление, возвратные потери и КСВ по напряжению. Многоканальный вход/многоканальный выход
5	Передачики и приемники	Схемотехника передатчиков и приемников. Нежелательные излучения передатчиков и маски. Условия приема. Чувствительность и избирательность. Коэффициент шума, тепловой шум
<u>Радиочастотные службы</u>		
6	Радиовещательная служба – передача видеосигналов, звуковых сигналов и данных	Радиовещательная сеть. Технические параметры телевизионных систем. Полосы РЧ. Многолучевое распространение. Цифровой дивиденд в РЧ-полосах. Сосуществование телевидения и систем сотовой связи
7	Сухопутная подвижная служба – главным образом сотовая связь	Стандарты подвижной связи. Простая типовая сеть сотовой подвижной связи. Многостанционный доступ с частотным/кодовым/временным разделением. OFDM/OFDMA. Интерфейсы и эволюция IMT. Структуры GSM/UMTS/LTE. Полосы LTE. Разгрузка каналов Wi-Fi. Сети

Занятия	Темы	Содержание
8	Фиксированная служба	Эволюция и современное состояние технологий фиксированных служб. Топологии развертывания. Линии ФС в пределах и вне прямой видимости. Применения и примеры. Распределение каналов и блоки. Бюджет линии связи пункта с пунктом, выраженный логарифмически и в числовом виде
9	Спутниковая связь	Определения. Регламент радиосвязи МСЭ. Спутниковые орбиты и службы. Спутниковое оборудование. Регулирование спутниковой связи
10	Устройства малого радиуса действия	Определения. Новые методы мультиплексирования, расширения спектра и модуляции. Типичные применения. Технология RFID. Диапазон радиочастот для согласования на глобальном или региональной уровне. Три исследования конкретных случаев
11	Радиолокационные системы	Применения радиолокации. Формула Фрииса для расчета базовых потерь при передаче. Вероятности обнаружения. Эффект Доплера. Параметры радаров. Селекция движущихся целей
<u>Радиоволны – регулирование использования спектра, радиопомехи и опасность РЧ-излучения для человека</u>		
12	Регулирование и стандартизация в области использования РЧ-спектра	Предмет регулирования. Роль регулирования и стандартизации. Международные, региональные и национальные организации. Контроль за использованием РЧ-спектра. Сравнение европейской и американской практики
13	Электромагнитная совместимость и радиопомехи	Радиопомехи. Связь между антеннами. Типы и режимы воздействия помех. Ослабление помех. Внутри- и межсистемные радиопомехи. Характеристики чувствительности приемника. Нежелательные сигналы. Линейное отношение несущая/помеха. Критерий защиты S/N
14	Опасные РЧ-излучения для человека	Воздействие радиоволн и гиперчувствительность. Технические параметры. Плотность мощности в дальней зоне (от базовой станции) и SAR в ближней зоне (радиотелефонная трубка). Руководящие указания ICNIRP по ограничению воздействия. Контрольные уровни по всему миру. Воздействие излучений от нескольких антенн. Предельные уровни опасных РЧ-излучений и их влияние на планирование сотовых сетей

4.3 Университетские учебные курсы

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 проезд, размещение и питание.

4.3.1 Курсы в Йоркском университете

Факультетом электроники (<http://www.elec.york.ac.uk/contedu/welcome.html>) Йоркского университета проводятся однонедельные модули – в рамках модульных курсов повышения квалификации – 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 адаптированную под нужды заказчика учебную программу, 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.

СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Документы МСЭ-R

Справочник МСЭ-R

Рекомендация МСЭ-R SM.1370

Резолюция МСЭ-R 23-2

Контроль за использованием спектра (Женева, 2011 год)

Руководство по проектированию и разработке автоматизированных систем управления использованием спектра

Расширение системы международного радиоконтроля до всемирного масштаба

ПРИЛАГАЕМЫЙ ДОКУМЕНТ 1

К ПРИЛОЖЕНИЮ 1

Обучение управлению и контролю за использованием спектра***1 Программа обучения**

ТСИ является единственным поставщиком автоматизированных систем управления и контроля за использованием спектра и способна самостоятельно, без крупных субподрядчиков, проектировать, изготавливать и устанавливать законченные интегрированные системы, таким образом компания позиционируется как поставщик автоматизированных интегрированных систем управления и контроля за использованием спектра и осуществляет обучение персонала работе на этих системах. Глубокое изучение системы необходимо для успешного внедрения систем управления и контроля за использованием спектра. Компания предлагает программу обучения, которая была приспособлена к интегрированному характеру системы. Эта программа дает персоналу администрации знания и возможность успешно использовать и обслуживать автоматизированную систему управления и контроля за использованием спектра.

Обучение проводится для следующего персонала администрации:

- технического и административного персонала, ответственного за действия системы управления использованием спектра;
- операторов системы контроля;
- инженеров и техников, ответственных 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 контроля за использованием спектра и радиопеленгации и хорошо знакомы с 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.

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 контроля за использованием спектра и курс технического обслуживания. Четырехнедельный период обучения предоставляет много времени для всестороннего обучения на современной автоматизированной системе управления и контроля за использованием спектра. В качестве стандартного курса предлагается четырехнедельный, а не более длинный курс, поскольку:

- 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 контроля за использованием спектра состоят из намного меньшего количества аппаратных средств, чем более ранние системы, и поэтому требуется менее продолжительное обучение их использованию и обслуживанию.

* Данный прилагаемый документ предоставлен компанией TCI (www.tcibr.com).

3 Курсы

Курс управления присвоением частот и выдачи лицензий. 10-дневный курс, посвященный принципам функционирования системы управления, проводится обычно в группах до 10 человек из числа персонала администрации, в служебные обязанности которых входит работа в системе управления присвоения частот. В этом курсе рассматриваются следующие темы.

- Управление использованием спектра:
 - общие принципы управления использованием спектра;
 - краткий обзор программного обеспечения автоматизированной системы управления использованием спектра (ASMS);
 - эксплуатация системы, включая типичный ход рабочего процесса;
 - распределение частотного спектра для использования в различных коммерческих и корпоративных приложениях.
- Ввод данных:
 - процесс ввода данных, используемый в системе ASMS;
 - теория и практика использования системы и обработки заявок.
- Лицензирование и администрирование:
 - порядок рассмотрения заявок на получение лицензии, внесения изменений в лицензии, продления, аннулирования и выполнения других действий с лицензиями, а также урегулирование жалоб;
 - подробное изучение процесса подачи заявок и выдачи лицензий и соблюдение обязательных процедур.
- Присвоение частот и инженерно-технический анализ:
 - процесс присвоения частот и применение средств инженерно-технического анализа при присвоении частот и рассмотрении жалоб;
 - практическое применение средств присвоения частот и инженерно-технического анализа, входящих в состав системы управления, включая формирование отчетов.
- Расчет платы за использование спектра:
 - процесс расчета платы за использование спектра и другие бухгалтерские функции;
 - теория и практика обработки платежей и использования бухгалтерского пакета.
- Управление системой и администрирование:
 - сопровождение стандартного программного обеспечения менеджерами системы;
 - ознакомление со следующими специализированными программными средствами и стандартным ПО: реляционные СУРБД, программное обеспечение для восстановления данных;
 - резервное копирование данных, создание учетных записей пользователей и управление ими, управление безопасностью, ведение баз данных, сетевое администрирование, процедуры.

Практический курс контроля за использованием спектра. Для ознакомления с эксплуатацией станций контроля за использованием спектра предлагается пятидневный практический курс обучения на фиксированных и подвижных станциях, обычно для групп до восьми человек. Описание этого курса приведено в следующей таблице.

Практическое обучение

Название	Цель	Содержание
Практический курс контроля за использованием спектра	Дать операторам возможность эффективно выполнять ежедневные задачи контроля за использованием спектра	Общие сведения о системе (аппаратная часть)
		Блок-схема станций
		Программное обеспечение для контроля за использованием спектра
		Терминология и основные понятия
		Методы контроля
		Операционная система
		Система клиент–сервер
		Запуск программного обеспечения
		Основы
		Обзор интерфейса программного обеспечения
		Общие сведения об измерениях
		Выполнение задач по расписанию
		Оценка результатов контроля
		Отчеты и формы представления данных
		Диагностика и сообщение о неполадках
Радиопеленгация		
Цифровые карты		
Измерения		

Курс технического обслуживания. Это обычно пятидневный курс для групп до восьми техников. Описание этого курса приведено в следующей таблице.

Курс технического обслуживания

Название	Цель	Содержание
Курс технического обслуживания	Позволить техникам/инженерам диагностировать и устранять неисправности и проводить ремонт системы	Блок-схема
		Монтажные электрические схемы
		Краткий обзор калибровки, диагностики и сообщений об ошибках
		Диагностические сообщения и сообщения об ошибках
		Калибровка
		Диагностика и устранение неисправностей
		Ремонт и замена сменного блока в полевых условиях
		Профилактическое обслуживание

ПРИЛАГАЕМЫЙ ДОКУМЕНТ 2

К ПРИЛОЖЕНИЮ 1

Программы обучения LS telcom*

1 Программа обучения

Компания LStelcom AG (Германия) предлагает широкое разнообразие курсов обучения, профессиональных симпозиумов и семинаров, которые касаются всех аспектов управления использованием спектра и разработки методов использования спектра.

Кроме того, в целях совершенствования и формализации услуг обучения для развивающихся стран компания работает в партнерстве с Международным союзом электросвязи (МСЭ) в центрах профессионального мастерства 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 вопросами, связанными с либерализацией и приватизацией их сетей электросвязи.

2 Курсы

Следующие курсы могут быть организованы по запросу 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.

Наша учебная программа дает более детальное описание каждого курса.

Управление использованием спектра

- Принципы управления использованием радиочастотного спектра;
- технические проблемы управления использованием радиочастотного спектра;
- измерения в рамках контроля за использованием спектра.

Радиовещание

- Основы планирования радиовещания (ЧМ/ТВ, T-DAB/DVB-T);
- расширенное планирование радиовещания (ЧМ/ТВ, T-DAB/DVB-T);
- цифровое всемирное радио (DRM).

Фиксированные сети

- Основы координации и планирования радиорелейных линий и фиксированной службы;
- вычисление и координация радиоканала (WLL, PtP);
- спутниковая координация и нотификация.

Подвижная связь

- Основы планирования радиочастотного спектра для подвижных сетей;
- профессиональное подвижное радио PMR (TETRA и TETRAPOL);
- выбор и координация частот для сухопутной подвижной связи;
- GSM – технические принципы и планирование радиосетей;

* Данный прилагаемый документ предоставлен компанией LS telcom, Германия (www.lstelcom.com).

- UMTS – технические принципы и планирование радиосетей.

Прочее

- Цифровые карты местности – требования, производство и использование;
- установление тарифов на использование спектра;
- аукционы на право использования спектра;
- отчеты Crystal Reports.

ПРИЛАГАЕМЫЙ ДОКУМЕНТ 3

К ПРИЛОЖЕНИЮ 1

Обучение управлению использованием спектра***1 Принципы обучения**

THALES – всемирная компания, которая с многочисленными действующими системами управления и контроля за использованием спектра присутствует на пяти континентах и является членом трех Секторов МСЭ.

Эта компания производит полностью объединенные системы управления и контроля за использованием спектра. Интерфейсный модуль системы управления использованием спектра, так же как и модуль контроля за использованием спектра, обычно поставляется компанией CTS (Cril Telecom Software) – французским разработчиком и редактором программного обеспечения, специализирующимся на создании автоматизированных систем управления использованием спектра и программных решений для операторов электросвязи. Обучение управлению использованием спектра обычно проводится компанией CTS.

Проекты, осуществляемые обеими компаниями, – это обычно проекты "под ключ", которые включают поставку систем и платформы, а также требуемые услуги в виде установки, 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 учета определенных потребностей каждой администрации и требований по содержанию и продолжительности периода обучения. Обучение проводится в местах расположения клиентов или в офисе компании во Франции. Техническая помощь должна оказываться в местах расположения клиентов, поскольку она состоит в практическом обучении (на рабочем месте) и помощи операторам в процессе выполнения ими повседневных 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 в ходе обучения рассматриваются следующие темы:

- задачи управления использованием спектра;
- прикладное программное обеспечение;
- компьютеризированная системная платформа и программное обеспечение;
- администрирование баз данных и системы.

Предусмотрено общетеоретическое обучение, прикладное теоретическое обучение с профессиональной практикой и затем обучением без отрыва от производства и техническая помощь в повседневном использовании системы.

Документация по обучению состоит из руководства для пользователей спектра, а также определенной учебной документации (например, раздаточные материалы, документация к PowerPoint, практические примеры).

* Данный прилагаемый документ предоставлен компаниями Thales (www.thalesgroup.com) и Cril Telecom Software (CTS) (www.criltelecom.com).

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 частот (пользователи радиотехнических программных средств);
- *административные пользователи* – люди, отвечающие за административные задачи (например, обработку заявок, выставление счетов, отчеты);
- *системные администраторы* – люди, отвечающие за установку ПО, надзор за работой системы, резервное копирование данных и управление пользователями.

Детали представлены в следующих подразделах.

2.1 Обучающие курсы административного менеджера

- Требования к подготовке учащихся. 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 использованием 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 базы 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 подготовки отчетов – интерфейс с реляционной базой данных использования спектра, подготовка отчетов, правила защиты данных.

2.2 Обучающие курсы технических операторов

- Требования к подготовке учащихся. 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 по использованию компьютера, включая Windows, СУРБД.
- 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;

- C/I, продукты интермодуляции, модели распространения, настройка моделей, присвоение частоты для службы сухопутной подвижной связи. Создание сетей, создание наземных земных станций, проведение расчетов канала, бюджет канала. Анализ помех MW-MW и 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 подготовки отчетов – интерфейс с реляционной базой данных использования спектра, подготовка отчетов, правила защиты данных.

2.3 Обучающие курсы административных операторов

- Требования к подготовке учащихся. Обучаемые должны иметь навыки работы в следующих областях:
 - организация регуляторного органа;
 - административные задачи, связанные с управлением использованием спектра;
 - элементарные знания использования компьютера, включая Windows, СУРБД.
- 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 подготовки отчетов – интерфейс с реляционной базой данных использования спектра, подготовка отчетов, правила защиты данных.

2.4 Обучающие курсы системных администраторов

- Требования к подготовке учащихся. Обучаемые должны иметь навыки работы в следующих областях:
 - операционные системы и Windows;
 - система управления реляционной базой данных (СУРБД);
 - 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 Crystal Report – интерфейс с системной базой данных FMS, подготовка отчетов, правила защиты данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Подход СЕПТ к регулированию устройств связи малого радиуса действия (SRD)

1 Введение

Устройства малого радиуса действия (SRD) играют все большую роль в экономике и повседневной жизни населения. Они имеют широчайший спектр применений, например: сбор данных с использованием автоматических систем идентификации, управление движением товаров в складских, торговых и логистических системах, радионяни, устройства дистанционного открывания двери гаража, беспроводные домашние телеметрические и/или охранные системы, бесключевые системы открывания автомобиля и сотни других распространенных типов электронных систем, в основе которых лежат такие передатчики. В любое время суток большинство людей находятся на расстоянии нескольких метров от изделий бытовой электроники, содержащих SRD. Ввиду такого разнообразия рынок этих устройств не един, а состоит из множества рынков, в совокупности охватывающих широкий круг применений, которые представляют реальную экономическую ценность для промышленности и населения в части эффективности и качества жизни.

SRD работают на самых разных частотах и в общем случае не требуют выдачи индивидуальных разрешений. В отличие от четко определенных радиослужб, которым распределяются конкретные полосы частот, у SRD нет собственной полосы частот, поэтому эти устройства должны совместно использовать частоты с другими радиосистемами, не создавая последним вредных помех и не требуя, в свою очередь, защиты от каких-либо систем или служб. Такой режим следует обеспечивать за счет установления подходящей нормативно-правовой базы, которая бы также создавала условия для эффективного использования спектра.

Имея это в виду, представляется важным рассмотреть все конкретные аспекты подхода к устройствам малого радиуса действия, чтобы выработать стратегию оптимального их регулирования, которое бы внушало достаточную уверенность участникам рынка SRD и при этом гарантировала надлежащую защиту радиослужб.

2 Контекст SRD

Устройства SRD не идентифицируются как радиослужба. Это означает, что им не распределяется конкретный участок спектра и они могут работать на любых частотах при соблюдении следующих условий:

- 1) SRD, работающим в совместно используемых полосах частот, запрещается создавать вредные помехи радиослужбам;
- 2) SRD не могут требовать защиты от радиослужб.

Эти условия, связанные с тем, что в отношении SRD обычно действует система генеральных разрешений, задают смысл разработке соответствующей нормативно-правовой базы.

Вместе с тем эти особые условия усложняют задачу разработки такой базы. Ниже рассматриваются связанные с каждым из этих условий вопросы и следствия.

Совместное использование спектра и связанные с этим вопросы

При совместном использовании спектра важно проводить различие между занятостью спектра и эффективностью его использования. Ценность использования конкретного участка спектра определяется его полезностью для пользователей, которая необязательно совпадает с объемом передаваемых данных. Поэтому нужно различать абсолютную эффективность использования спектра для одиночной системы (SAE), которая определяется по количеству передаваемых исходных данных, и групповую эффективность использования спектра (GSE), которая ближе к широко понимаемой полезности предоставляемой услуги. Эффективность использования спектра можно выражать через GSE в условиях присутствия устройств различной и схожей природы (Отчет 181 ECC [5]).

При развертывании SRD невозможно предоставить каждому применению свой зарезервированный диапазон частот.

В условиях совместного использования спектра также необходимо сознавать, что важны не только технические параметры радиосигнала и результирующий бюджет линии. Современные адаптивные системы с коммутацией пакетов работают по сложным алгоритмам, затрагивающим не только физический уровень модели OSI, но и более высокие ее уровни для поддержания потока связи в целом. Поэтому в идеальном случае проектировщики систем и специалисты по управлению использованием спектра должны стремиться к учету более сложных аспектов, чтобы определить уровни эксплуатационной надежности рассматриваемых систем и соблюсти баланс между ними.

Один из важнейших эксплуатационных параметров, относящийся к этой категории, – задержка, а именно максимально допустимая задержка при передаче пакета/сообщения. В общем случае ее нельзя определить путем одного только технического рассмотрения полезного бюджета линии и сценария воздействия помех. Поэтому не исключено, что задержку и другие подобные параметры/показатели нужно будет учитывать при планировании совместного использования спектра в определенных полосах частот.

Еще один вывод состоит в том, что при сосуществовании различных применений простой анализ, основанный на вероятности помех, не дает полной картины. Поэтому изучение вопросов совместимости в нейтральной в отношении применений среде потребует более обстоятельного анализа на двух нижних уровнях модели OSI (главным образом во временной области), чем тот, что практикуется в настоящее время при разработке применений.

В Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2 [9] изложена методика, которую следует использовать для сравнения сходных систем. Это затрудняет непосредственное использование данной концепции для полос частот SRD, где один и тот же спектр совместно используется множеством различных применений. Переход к нейтральным в отношении применений регламентам использования спектра (например, для поощрения инноваций) еще более затруднит применение процедур, описанных в Рекомендации МСЭ-R SM.1046-2. СЕПТ исследовала эти проблемы в Отчете 181 ECC (2012 год) [5].

Система генеральных разрешений и связанные с этим вопросы

Применение системы генеральных разрешений в отношении SRD означает, что координация обычно не требуется, что администрациям не нужно тратить усилия на выдачу индивидуальных лицензий на использование SRD и что ограничение числа пользователей не предусмотрено. Однако прямым следствием такого режима является отсутствие у регуляторного органа точной информации о месте использования этих устройств и фактической плотности их использования. Это может затруднить введение новых ограничений, будь то дополнительные технические ограничения или другие условия разрешения на более позднем этапе (например, после возникновения проблем, связанных с помехами). Международными стандартами могут быть установлены новые технические требования к SRD-оборудованию для устранения таких проблем помех, но реальное воздействие на рынок они возымеют лишь через несколько лет, а существующий парк оборудования изменения в более поздних версиях этих стандартов не затронут.

Наконец, нужно отметить, что устройства малого радиуса действия могут представлять собой массовые и/или портативные изделия, которые легко взять с собой и использовать через границы государств. Различия в условиях доступа к спектру препятствуют их свободному перемещению, повышают себестоимость и создают риск вредных помех другим применениям и службам радиосвязи.

3 Европейская схема разработки норм регулирования SRD

Сотрудничество Европейской комиссии, ЕТСИ и СЕПТ/ЕСС

Европейская комиссия, ЕТСИ и Комитет по электронным средствам связи (ЕСС) СЕПТ участвуют в совместном процессе по выработке решений в области управления использованием спектра и регуляторных решений.

В Меморандуме о взаимопонимании между СЕПТ и ЕТСИ описывается совместный процесс разработки согласованных европейских стандартов и Решений или других документов ЕСС. Этот процесс направлен на упрощение доступа к спектру для новых применений, планируемых ЕТСИ. Согласно Меморандуму при внесении любого изменения в согласованный (гармонизированный) европейский стандарт, которое потребует модификации документов ЕСС, должен иницироваться процесс координации между двумя органами. То же самое относится к ситуации, когда ЕСС планирует внести изменение в свои регламентарные положения, которое потребует модификации согласованных европейских стандартов.

Согласованные европейские стандарты устанавливаются на основе консенсуса между администрациями и участниками отрасли и принимаются путем открытого голосования, которое устраивается национальными организациями по стандартизации. После принятия стандартов Комиссия приводит их в Официальном бюллетене Европейского союза без дальнейшего вмешательства, кроме исключительных случаев.

Документы СЕПТ/ЕСС могут приниматься добровольно администрациями – членами СЕПТ после консультаций с общественностью. Кроме того, в случаях, когда меры по согласованию охватываются мандатом Европейской комиссии, СЕПТ представляет в Комиссию отчет с изложением предлагаемых мер по согласованию на основе процесса принятия решений по управлению радиочастотным спектром. Реализация мер по согласованию, установленных решениями Европейской комиссии, является обязательной для стран – членов ЕС.

Роль ЕТСИ в регулировании SRD

ЕТСИ несет ответственность за разработку согласованных европейских стандартов на оборудование электросвязи и радиосвязи. Эти стандарты, применяемые для целей регулирования, известны под названием Европейских норм (с префиксом EN).

Согласованные стандарты для радиооборудования содержат требования, которые связаны с эффективностью использования спектра и исключением вредных помех. Стандарты могут использоваться производителями как часть процесса оценки соответствия. Применение согласованных стандартов, разработанных ЕТСИ, не является обязательным, однако в тех случаях, когда они не применяются, компетентные органы должны проводить консультации. В соответствии с законодательством ЕС национальные организации по стандартизации стран – членов ЕС обязаны переносить европейские стандарты электросвязи (ETS или EN) в национальные стандарты и отменять любые противоречащие им национальные стандарты.

Что касается SRD, ЕТСИ разработал четыре общих стандарта (EN 300 220, EN 300 330, EN 300 440 и EN 305 550) и ряд специальных стандартов для конкретных применений.

Регулирование SRD в Европе, осуществляемое СЕПТ

В Рекомендации ERC СЕПТ 70-03, а также в Решении Европейской комиссии 2006/771/ЕС (с последующими поправками) о SRD дается перечень доступных полос частот для применений SRD с указанием условий их использования, а также приводятся определения соответствующих применений.

На основании постоянного мандата от Европейской комиссии перед СЕПТ поставлена задача регулярно обновлять техническое приложение к Решению ЕК 2006/771/ЕС.

Работа СЕПТ направлена на предоставление заинтересованным сторонам и ЕТСИ достаточной информации для изучения вопросов совместимости. Разрабатываемые ЕТСИ справочные документы по системам (System Reference Documents, SRdoc) обычно служат толчком к запуску этого процесса или вносят в него вклад, предоставляя ценную информацию для определения входных параметров для соответствующих исследований. Новая информация может поступать также от целевых групп специалистов (STF) ЕТСИ. Общим результатом всей этой деятельности является процесс совместного

регулирования, в рамках которого администрации, участники отрасли и операторы/пользователи совместно ищут наилучший подход к регулированию применений SRD.

- *Рекомендация СЕПТ/ЕРС/РЕС 70-03 "Относительно использования устройств малого радиуса действия (SRD)"*

В этой Рекомендации (<http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/REC7003E.PDF>) определяется общая позиция относительно общих распределений спектра для SRD в странах СЕПТ. Она также предназначена для использования странами – членами СЕПТ в качестве справочного документа при подготовке своих национальных регламентов. В этой Рекомендации описываются требования к управлению использованием спектра и технические спецификации SRD. Кроме того, она содержит ссылки на все применимые справочные документы, такие как Отчеты СЕПТ/ЕСС, Решения СЕПТ/ЕСС и ЕК, а также согласованные европейские стандарты.

Подход, установленный Рекомендацией СЕПТ/ЕРС/РЕС 70-03, служит хорошим примером использования в СЕПТ "мягкой гармонизации", при которой сохраняется защита существующих служб в той мере, в какой это считают нужным национальные администрации, но предоставляется возможность согласованной разработки новых служб в большинстве европейских стран. Своим успехом Рекомендация 70-03 ЕРС во многом обязана данному подходу "мягкой гармонизации", который можно установить быстрее, чем более жесткий, централизованный процесс согласования применений SRD, в рамках которого меры, необходимые для защиты важных, но ограниченных интересов действующих служб, могут заблокировать или задержать создание новых возможностей для использования спектра этими устройствами.

- *Информация об SRD европейских стран в EFIS*

Рекомендация 70-03 ЕРС (в том числе информация о внедрении на национальном уровне) представлена в формате данных в Системе информации по частотам ЕСО (www.efis.dk).

Информацию об SRD можно найти по ссылке: EFIS SRD Regulations. Эту информацию можно экспортировать в формате CSV (Excel).

В EFIS также включена Таблица европейских общих распределений, которую можно загрузить (просто выбрать ЕСА в базе данных [EFIS](http://www.efis.dk)). В ней содержится информация обо всех связанных с SRD мерах ЕСС по согласованию и о применимых согласованных европейских стандартах ЕТСИ.

Общая процедура

Установлена четкая процедура выработки новых норм регулирования SRD, начиная с формальных запросов в СЕПТ о рассмотрении предложений. Эти запросы могут исходить от участников отрасли (часто посредством справочных документов ЕТСИ по системам) или от администраций, выявивших конкретную потребность в новом применении.

Справочный документ по системе обычно составляется для нового применения SRD или внесения изменений в существующие нормы регулирования SRD. Он должен включать техническую информацию по вопросам рынка и совместного использования спектра, которую страны СЕПТ могут использовать при изучении вопросов спектральной совместимости и регулирования. Такие запросы рассматриваются СЕПТ при необходимости в оценке совместимости и норм регулирования, а также для выдачи рекомендаций по требуемым дальнейшим действиям. Любое рекомендованное изменение ЕРС/РЕС 70-03, которое предварительно согласовано, проходит далее процесс общественных консультаций с рассмотрением замечаний, прежде чем будет окончательно одобрено для публикации.

Параллельно описанному выше процессу, проходящему в СЕПТ, ЕТСИ обычно разрабатывает согласованный европейский стандарт (НЕН) на соответствующее применение SRD. В ходе этого процесса ЕТСИ взаимодействует с СЕПТ для получения информации о надлежащих условиях эксплуатации в целях обеспечения совместимости с существующими службами.

К преимуществам такого регуляторного процесса относятся:

- 1) конкретные точки входа в процесс для участников отрасли;
- 2) проведение следующих основанных на принципе нейтралитета исследований:
 - совместимость с существующими пользователями;

- максимально полное/эффективное использование спектра;
 - надежное функционирование новых применений благодаря определению надлежащих условий эксплуатации;
- 3) проведение консультаций с общественностью, необходимых для облегчения процесса внедрения на национальном уровне.

Цель политики ЕСС – повысить эффективность регуляторного процесса, в особенности исследований совместимости, а также реализовать быстрый процесс назначения частот и обеспечить большую определенность для участников отрасли. Ключевым элементом здесь – поощрение участников отрасли к представлению соответствующих первичных исследований спектра в поддержку своих предложений.

При тонкой настройке регуляторного процесса на практике необходимо учитывать следующие аспекты.

- 1) Весь процесс занимает достаточно много времени, поэтому следует установить сроки по всем вопросам регуляторного подхода. В противном случае выработанный подход может оказаться не согласованным с коротким жизненным циклом некоторых изделий на базе SRD. Следует избегать излишне детального регулирования отдельных применений SRD и/или очень узких полос частот. Объединение сходных запросов/применений SRD также поможет предотвратить фрагментацию полос частот.
- 2) Следует избегать чрезмерного упора на обеспечение защиты существующих применений SRD. Нужен сбалансированный подход к обеспечению сосуществования старых и новых применений SRD в одной полосе частот, и основным правилом должно быть обеспечение равного доступа к спектру.
- 3) Не следует пытаться приводить к наименьшему общему знаменателю интересы разных сторон – как правило, результатом в этом случае недовольны все. Регуляторное решение должно ориентироваться на требования конкретного применения SRD. При необходимости, в случае отрицательных результатов исследований совместимости, следует рассмотреть возможность использования разных полос частот.

4 Принципы и стратегия разработки норм регулирования SRD в СЕПТ

Концепция SRD исследуется в рамках определенного общего процесса.

Принципы и стратегия регулирования SED изложены в Отчетах 14 и 44 СЕПТ [2, 3] и Отчете 11 ЕСС [4].

Все запросы на применение SRD должны сопровождаться детальным описанием.

Определение условий эффективного совместного использования спектра для конкретной полосы частот и конкретного применения требует проведения всесторонних исследований совместимости в целях обеспечения того, чтобы коллективное использование спектра (см. [7]) не создавало помех лицензированным пользователям. Поэтому по всем новым запросам на применение SRD должны проводиться такие исследования, по результатам которых будут определяться схема совместного использования и режим лицензирования. Нормы регулирования применения SRD должны содержать четкие указания в отношении обязательных требований к устройствам и их поведения (протокола взаимодействия).

В рамках подхода к SRD могут рассматриваться два типа применений:

- a) общее применение;
- b) конкретное применение.

Преимущество общего подхода в том, что соответствующие нормы регулирования будут в максимальной степени способствовать разработке новых применений SRD. Это стимулирует инновации.

Преимущества же конкретного подхода в том, что он позволяет лучше оценить количество устройств в конкретной полосе частот и надежнее спрогнозировать сценарии воздействия помех. Обычно он применяется в случаях, когда требуются более высокие уровни мощности, чем используемые для общих применений SRD.

Одна из трудностей этого подхода состоит в точном определении категории применения SRD для обеспечения того, чтобы общая плотность использования SRD в соответствующей полосе частот была контролируемой.

Технический подход

Техническую компоновку радиосистем можно выбирать максимально свободно. Выбор систем модуляции, протоколов коррекции ошибок и способов установления линии связи с расчетом на максимальную устойчивость и минимальную задержку для данного применения остается за производителем. Однако при определении подходящей рабочей полосы частот администрациям следует рассмотреть возможность группирования различных применений SRD, чтобы способствовать эффективному коллективному использованию спектра.

Принципы нейтралитета

Представляется вероятным, что из тех же соображений технологического нейтралитета возникнет тенденция к группированию пользователей не по применению, а по типу передаваемого сигнала. Это также подкрепляет принцип выделения участков спектра "общего пользования", не предназначенных специально для одного конкретного применения, а доступных для всех пользователей, подчиняющихся общим правилам доступа – например, доступ к какому-то частотному поддиапазону будет зависеть от сочетания таких параметров, как мощность, рабочий цикл, длительность передачи и метод доступа к спектру.

Применения, относящиеся к категориям SRD или типам устройств SRD, которые выполняют конкретную задачу в рамках определенной установленной базовой системы, описываются одним или несколькими справочными документами по системам (включая сценарий использования этих типов устройств) и/или согласованными стандартами на данные применения.

По существу применения SRD определяются как области или сферы использования и подразделяются на общие, то есть все области использования, и конкретные применения (то есть конкретные области использования), для которых в соответствующем исследовании совместимости предполагались конкретные сценарии и плотность использования. Термин "применение" не следует понимать как конкретную область технологии.

Принцип нейтралитета в отношении применений знаменует конец сегрегации по применениям, при которой поддиапазоны назначались исключительно для конкретного применения SRD (см. Отчет 44 СЕПТ [3]). Чтобы сохранить техническую эффективность, разумно вместо такой практики делить диапазоны исходя из целевых технических характеристик – например, на поддиапазоны высокой надежности, малой задержки, высокой пропускной способности. Однако это может потребовать более подробной формулировки технических требований в отношении доступа к спектру, что в случае ненадлежащего выполнения этой задачи чревато снижением технологического нейтралитета.

Связь между доступом к спектру и воспринимаемой функциональностью неодинакова для разных применений даже при идентичных параметрах сигналов. Поэтому такой подход может быть реализован только при условии правильного выбора технологии (с точки зрения задержки, надежности или полосы пропускания канала данных) для всех типов применений, сосуществующих в одной среде. Полный нейтралитет в отношении применений может быть недостижимой целью, и использовать этот принцип следует с осмотрительностью.

Технологический нейтралитет

Технологический нейтралитет по-разному определяется в разных областях техники. В электронной связи это понятие обычно описывается так: "правила не должны требовать или предполагать использования определенной технологии". Как видно, в контексте технологии SRD эта формулировка делится две части: "требовать" относится к регулированию, а "предполагать" – к стандартизации.

Принцип технологического нейтралитета более сложен в реализации, поэтому его не всегда можно осуществить посредством регулирования, не жертвуя эффективностью использования спектра. Вместе с тем можно изложить нормы регулирования таким образом, чтобы, например, была разрешена либо аналоговая, либо цифровая модуляция или чтобы был возможен выбор из нескольких значений ширины полосы частот. Но в большинстве случаев для успешного совместного использования спектра необходимо устанавливать конкретные технические условия, поэтому технологический нейтралитет вступает в противоречие с эффективностью использования спектра. Чтобы содействовать появлению новых

технологий, принцип технологического нейтралитета нужно применять в максимально возможной степени.

Технологическая нейтралитет – цель желательная, но по-настоящему достижимая только в том случае, когда для всех применений обеспечен равный доступ при равных требованиях. Кроме того, эффективность использования спектра и технологический нейтралитет будут находиться в прямом конфликте друг с другом, если не установить обязательных граничных технических условий для всех устройств в определенной среде.

Предсказуемая среда совместного использования спектра

Этот аспект обеспечивает второй уровень совместимости (то есть совместное использование спектра применениями SRD), который необходим для того, чтобы SRD действительно имели равный доступ к полосам частот и поэтому были вынуждены защищать друг друга (вместо того чтобы полагаться на защиту со стороны регуляторных органов). Правила совместного использования спектра, установленные регламентом радиосвязи, становятся тогда едиными правилами игры, которым должны подчиняться все SRD. Соответственно могут быть основания и для того, чтобы установить разные правила для разных категорий SRD. Надлежащие правила доступа к спектру способствуют разработке предсказуемых схем совместного использования.

Предсказуемая среда совместного использования спектра предположительно определяется как общее поведение оборудования и систем связи, общие правила с четко определенными общими техническими параметрами и методы ослабления помех, которые обеспечивают более благоприятные условия совместного использования в заданной полосе частот.

Из заявляемых отраслью потребностей в спектре очевидно, что некоторые новые службы и функции, например применения, связанные с обеспечением безопасности, могут потребовать более предсказуемой среды совместного использования, чем та, которую обеспечивают традиционные методы ослабления помех. В ходе исследований совместимости следует рассмотреть различные сценарии комбинирования служб, требующих предсказуемой среды совместного использования, чтобы найти приемлемое решение.

Как вариант, тщательно определив технические параметры и методы ослабления помех, возможно, удастся создать предсказуемую среду совместного использования для всей полосы частот, в которой работают SRD.

Методы ослабления помех

Чтобы обеспечить эффективное использование спектра при сосуществовании разных применений SRD в одной полосе частот, систематически рассматривают использование различных методов ослабления помех. Сюда относятся, например, ограничения на рабочий цикл, требования прослушивания до начала передачи, адаптивная перестройка частоты и механизмы обнаружения и предотвращения помех. Могут рассматриваться и другие, более сложные технологии, такие как общие спецификации сосуществования, которые реализуются SRD разных секторов и категорий для равного доступа к спектру. Большинство методов ослабления помех потребует четких спецификаций в международных стандартах, чтобы администрации могли использовать их в своем регуляторном подходе.

Применение системы индивидуальных разрешений в конкретных случаях

Обычно SRD ассоциируются с системой генеральных разрешений. Однако индивидуальные разрешения также совместимы с концепцией SRD. Это может быть особенно актуально в контексте "облегченных режимов лицензирования", при которых может потребоваться координация с пользователем традиционной службы, или в отношении "совместно используемого частного ресурса", когда отдельный (лицензированный) пользователь устанавливает условия доступа.

Недостаток такого режима лицензирования, применяемого в отношении SRD, состоит в том, что в отличие от держателей индивидуальных лицензий, у которых есть инстанция для борьбы с вредными помехами в лице регуляторного органа, у пользователя SRD такой инстанции нет – ею не может служить ни производитель, ни регуляторный орган (если только помехи не вызваны незаконной передачей).

Такой режим может применяться только к конкретным, четко определенным применениям SRD.

Обязанности производителей

Необходимо подчеркнуть, что в конечном счете именно на производителях лежит обязанность проектировать устройства малого радиуса действия таким образом, чтобы в максимально возможной степени защищать их от вредных помех и минимизировать риск помех от служб радиосвязи, а также других SRD, работающих на тех же частотах. Особенно это справедливо в отношении тех устройств малого радиуса действия, пользователи которых заявляют о высоких требованиях к задержке, пропускной способности, предсказуемости или надежности линии беспроводной связи. В таких случаях решением может быть реализация адаптивных методов "избежания" помех или установление особых условий использования полосы частот.

СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- [1] Recommendation ERC/REC/70-03, Relating to the Use of Short Range Devices (SRD), Tromsø 1997 and Subsequent amendments
- [2] CEPT Report 014, “Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate to Develop a strategy to improve the effectiveness and flexibility of spectrum availability for Short Range Devices (SRDs)”, July 2006
- [3] CEPT Report 44, “In response to the EC Permanent Mandate on the Annual update of the technical annex of the Commission Decision on the technical harmonisation of radio spectrum for use by short range devices”, Report approved on 8 March 2013 by the ECC
- [4] ECC Report 011, “Strategic plans for the future use of the frequency bands 862-870 MHz and 2400-2483.5 MHz for short range devices”, Helsinki, May 2002
- [5] ECC Report 181, “Improving spectrum efficiency in the SRD bands”, September 2012
- [6] Radio Spectrum Policy Group Opinion on “streamlining the regulatory environment for the use of spectrum”, 19 November 2008
- [7] Radio Spectrum Policy Group, “Report on Collective Use of Spectrum (CUS) and other spectrum sharing approaches”, November 2011
- [8] COMMISSION DECISION 2006/771/EC of 9 November 2006 on harmonisation of the radio spectrum for use by short-range devices and subsequent amendments (2009/812/EC, 2010/368/EU, 2013/752/EU)
- [9] Рекомендация МСЭ-R SM.1046-2. Определение использования радиочастотного спектра и эффективности радиосистемы

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**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 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, обеспечению отсутствия вредных помех и возможности наложения технических ограничений в целях служения интересам общества.
- 3 Обнародование, 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 позволит 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 оправданно, 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 служб⁴⁶ и технологий, использующей ясно определенные методы, то есть:
 - a) устранение регуляторных барьеров и распределения частот по принципу облегчения выхода на рынок новых участников;
 - b) поощрение эффективности использования спектра за счет сокращения или устранения ненужных ограничений на использование спектра, таким образом поощряя конкуренцию и принося выгоды потребителям;

⁴⁶ Всякий раз, когда в этом Справочнике используется термин "службы", он означает области применения и определенные МСЭ службы радиосвязи.

- с) 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, включая разработку механизма, позволяющего компенсацию для систем, которые должны перейти в другие полосы частот, для того чтобы дать возможность удовлетворения новых потребностей использования спектра.
- 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 (частотное, временное, пространственное, 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, включая те, которые включены в Рекомендации МСЭ, а не национальным правилам.

Международный
союз
электросвязи
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland



Отпечатано в Швейцарии
Женева, 2016 г.

Фотографии представлены: Shutterstock