

Література

1. Афіфі, А. Статистичний аналіз з використанням ЕОМ [Текст] / А. Афіфі, С. Ейзен. - Москва: «Мир», 1982 - 480 с.
2. Шамша, Б.В. Математичне забезпечення інформаційно-управляючих систем [Текст] / Б.В. Шамша. - Харків: ТОВ «Сміт», 2005 - 448 с.

Обґрунтована необхідність вибору критеріїв ефективності РЧС та його оцінки для впровадження перспективних радіотехнологій на користь перерозподілу смуг частот, який супроводжується вивільненням ресурсу радіочастотного спектра
Ключові слова: РЧС, радіочастотний ресурс, конверсія

Обоснована необходимость выбора критериев эффективности РЧС и его оценки для внедрения перспективных радиотехнологий в интересах перераспределения полос частот, сопровождающееся высвобождением ресурса радиочастотного спектра
Ключевые слова: РЧС, радиочастотный ресурс, конверсия

The necessity of choice RFS performance criteria and assessment for the introduction of advanced radio technologies for reallocation of frequency bands, accompanied by the release of radio spectrum resource is grounded
Keywords: RFS, radio frequency resource, conversion

УДК 621.38.001:006.354

ВОПРОСЫ ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КОНВЕРСИИ РЕСУРСА РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

Л. А. Токарь

Кандидат технических наук, старший преподаватель
 Кафедра телекоммуникационных систем
 Харьковский национальный университет
 радиоэлектроники
 пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина, 61166
 Контактный тел.: (057) 702-13-20, 097-456-96-65
 E-mail: tkc2006@ukr.net

Введение

Радіочастотний ресурс (РЧР) являється обмеженим ресурсом. Радіочастоти використовуються як в комерційних інтересах, в частині, для мобільної зв'язі і радіовещання, так і в інтересах органів загальної сектору.

Вопрос регулювання радіочастотного спектра (РЧС) являється актуальним для розвитку систем і засвід зв'язі різного призначення, так як спос на РЧР перевищує пропозицію на його використання.

Рост потребностей в свободном радіочастотном спектре для внедрения перспективных радиотехнологий в гражданском потребительском секторе обуславливает важность задачи повышения эффективности управления РЧС, достигаемой, в частности, за счет перераспределения и конверсии РЧР.

Основная часть

Существующие технологии, а также множество частных технологий (технологий не коммерческой деятельности), используют средства связи и включают:

технологію обробки сигналів, мережеві технології, технології передачі і обробки даних, технології доступу в телефонну мережу загальної користувачів, технології білінгу, технології захисту інформації, технології виробничих процесів.

Переход на цифровые методы передачи стирает различия между сигналами различных служб для объединения их в единый информационный поток, с последующей его унификацией, образуя единое телекоммуникационное пространство, характеризующееся универсальностью построения сетевой архитектуры.

Развитие прогрессивных информационно-телекоммуникационных технологий в первую очередь влияет на систему распределения и управления РЧР.

Задача повышения эффективности использования РЧС за счет его перераспределения и конверсии является государственной задачей, требующей своевременного решения вопросов управления в этой области, а также методически обоснованных и эффективных критериев и показателей оценки по перераспределению требуемых участков спектра с целью перехода на новую технологическую платформу.

На сегодняшний день существуют различные подходы к решению этой проблемы: использование различных критериев для каждого способа передачи данных [1], определение экономической эффективности с уточнениями в существующий алгоритм подсчета, основанный на учете технических параметров средств телекоммуникаций [2].

При создании оборудования и выборе радиотехнологий рекомендации [3-5] ссылаются на классическую формулу Шеннона для оценки предельной пропускной способности канала связи, но использование ее в оценке эффективности использования РЧР (тем более экономической эффективности) не представляется возможным.

Что касается системы управления РЧС, то административные методы не являются достаточными ввиду разобщенности деятельности структурных элементов: непрозрачность выделения полос РЧС и назначения радиочастот, неравномерная загруженность РЧС, конверсионные решения в настоящий момент направлены на присвоения радиочастот радиоэлектронных средств (РЭС) первичных радиослужб по правилам, свойственным присвоениям вторичных радиослужб [6].

Такие процедуры и методы управления нуждаются в корректировке, как в правовом, так и в технико-экономическом аспекте. Этому способствует конвергенция технологий, что связано с использованием каналов с оптимальной обработкой потоков данных, передаваемых как от асимметричных, так и от интерактивных источников информации, а также с реализацией эффективных методов сжатия мультимедийной информации и снижением потерь

пропускной способности при передаче потоков данных с разным качеством обслуживания (QoS).

Основные направления конверсии РЧС, как важнейшей предпосылки возможности модернизации инфраструктуры связи и сближения национального распределения полос частот с общеевропейским, состоят в декомпозиции основной задачи на ряд частных процедур управления [7] (рис. 1).



Рис. 1. Процедуры управления РЧС

Процесс гармонизации на национальном уровне должен сопровождаться выделением дополнительного объема РЧР с учетом интересов как гражданских, так и военных пользователей, что будет способствовать повышению гибкости и эффективности использования спектра.

Перераспределение РЧС за счет конверсии включает ряд этапов. Алгоритм в виде блок-схемы представлен на рис. 2.



Рис. 2. Алгоритм процедуры управления РЧС

Алгоритм процедуры управления РЧС предполагает комплексный подход к оценке эффективности, основными составляющими которого являются технологическая и экономическая эффективности использования спектра и РЧР.

Технологическая эффективность использования спектра определяется скоростью передачи, пропускной способностью, помехозащищенностью.

Применяемые технологии в первую очередь зависят от: площади зоны охвата РЭС, мощности излучения РЭС, условий распространения радиоволн.

Однако уровень технологических решений определяет предел роста экономической эффективности использования РЧР.

В условиях применения новых радиотехнологий динамическое управление РЧС основано в первую очередь на конвергентном развитии инфокоммуникаций и создании интегрированной базы данных о номиналах частот действующих РЭС гражданского и правительственного назначения с возможностью открытого доступа к анализу необходимости присвоения новых радиочастотных назначений.

Основной целью динамического управления РЧС является максимизация выгоды общества путем предельно возможного увеличения числа пользователей с условием обеспечения социально-экономических и оборонных нужд страны и требуемого качества работы РЭС.

Основные решаемые задачи в сфере управления спектром состоят в распределении этого ресурса между радиослужбами и категориями пользователей; в выделении и присвоении полос радиочастот радиотехнологиям, РЭС, юридическим лицам с последующей регистрацией РЭС; в расширении лицензируемых полос радиочастот; а также в обязательном радиоконтроле.

Кроме того, ежегодный мониторинг объемов и интенсивности использования РЧР учитывает количественный анализ диапазона частот, используемые технологии, ширину занимаемого спектра частот, временной период.

Годовой объем РЧС с учетом k -го частотного назначения определяется тремя факторами: частотным, территориальным и социально-экономическим:

$$V_{\text{РЧС}}(k) = V_F(k) \cdot V_S(k) \cdot V_C(k) \quad (1)$$

Для каждого частотного назначения физический объем РЧС определяется:

$$V_F(k) = \Delta f(k) S(k) T(k) / K(k), \quad (2)$$

где k - номер частотного назначения;

$\Delta f(k)$ - ширина полосы частот, используемой РЭС, МГц;

$S(k)$ - площадь зоны покрытия РЭС, МГц;

$T(k)$ - время работы, год;

$K(k)$ - показатель, учитывающий работу РЭС в свободной части Таблицы радиочастот.

Физический объем РЧС, учитывающий территориальный фактор, если РЭС работает в нескольких областях (m):

$$V_S(k) = \sum_{j=1}^{m(k)} [\Delta S(k, j) \cdot \rho(k, j) \cdot R(k, j)], \quad (3)$$

где $\Delta S(k, j)$ - площадь охвата РЭС для k -го частотного назначения в j -ой области, рассчитывается на основании рекомендаций ИТУ. Площадь территории представляет зону, в центре которой расположена антенна с заданной мощностью излучения, частотой и высотой подвеса антенны;

$\rho(k, j)$ - показатель плотности населения в j -ой области, рассчитывается на основе статистических исследований;

$R(k, j)$ - экономический показатель, учитывающий спрос на РЧР в конкретной области. Определяется объединением весовых коэффициентов, включающих доходы государства, связанные с использованием единицы РЧР в год, и доходы за счет инвестиций в основные средства.

Объем, учитывающий социально-экономический фактор, определяется:

$$V_C(k) = \frac{H(k) \cdot M(k)}{Y(k) \cdot Q(k)}, \quad (4)$$

где $H(k)$ - показатель для операторов, предоставляемых инфокоммуникационные услуги;

$M(k)$ - показатель фактического обеспечения радиоконтроля в зоне действия k -го частотного назначения;

$Y(k)$ - показатель социальной значимости использования РЧР;

$Q(k)$ - показатель совместного использования РЧР несколькими пользователями.

Важным экономическим фактором являются полные расходы на конверсию радиоспектра и перевод действующих РЭС в другие диапазоны.

Стоимость высвобождения РЧС при использовании метода, компенсирующего балансовую стоимость оборудования [8,9]:

$$C_B(t) = C_{\Pi} + C_B(t) - C_M(t), \quad (5)$$

где C_{Π} - затраты операторов на перевод оборудования в другие диапазоны частот или на другую технологию;

$C_B(t)$ - остаточная балансовая стоимость оборудования оператора, выводимого из эксплуатации при переходе на новую технологию;

$C_M(t)$ - расходы операторов на модернизацию оборудования в случае отсутствия перепланирования спектра;

t - срок полезного использования оборудования.

Кроме того, на стоимость высвобождения и перепланирования РЧС существенно влияет выбранная оператором система начисления амортизации. Чем больше амортизационные отчисления, тем меньше остаточная стоимость оборудования и меньше общая стоимость высвобождения.

Таким образом, эффективность перераспределения РЧС обусловлена изменением доходов операторов и предполагаемых затрат на перераспределение РЧС.

Если предложенная оценка дает отрицательную стоимость высвобождения РЧС, это означает, что

расходы на модернизацию оборудования в той же полосе частот больше, чем на переход в другую полосу частот, и пользователь спектра сам заинтересован покинуть занимаемую им полосу частот.

Заключение

Одним из основных путей повышения эффективности использования радиочастотного спектра является его конверсия. Она позволит решить проблему ограниченности частотного ресурса в пользу радиоэлектронных средств гражданского назначения, существенно повысить его эффективность, что откроет новые возможности для внедрения современных радиотехнологий.

Необходимость формирования современной инфраструктуры экономики, важнейшими элементами которой являются технологии и средства связи, направлена на новый концептуальный подход к конверсии РЧС, гармонизации и либерализации управления его использованием. Динамический подход, как основной, в вопросах регулирования спектра является одним из современных направлений в области повышения эффективности управления РЧС.

Предложенная система показателей позволит определить взаимосвязь развития технологий и эффективности использования РЧР в аспекте его высвобождения, а также позволит получить экономический эффект от эксплуатации частотного ресурса по удовлетворению потребностей общества в услугах систем и средств связи.

Литература

1. Крупнов, А.Е. Пути повышения эффективности использования РЧС [Текст] / А. Е. Крупнов, А.И. Скородумов // Электросвязь. – 2007. – № 7. – С. 36 – 44.
2. Бессилин, А.В. Методические подходы к определению платы за использование РЧС [Текст] / А. В. Бессилин, Е.Е. Володина, В.Н. Володин, Е.Е. Девяткин // Труды НИИР. – 2008. – № 3. – С. 21–25.
3. Экономические аспекты управления использованием спектра [Текст] : отчет МСЭ-Р. – серия SM 2012. – М., 1997. – 345 с.
4. Economic Aspects of Spectrum Management [Текст] : addendum to ITU-R report sm. 2012-1. – Radiocommunication Study Groups, July 2002. – 293 с.
5. Definition of spectrum use and efficiency of radio system [Текст] : recommendation ITU-R SM. 1046-2. – Radiocommunication Study Groups, 2006. – 276 с.
6. Системные особенности конверсии радиочастотного спектра в Российской Федерации [Текст] : материалы. 4-ой Всеросс. конф., «Актуальные правовые вопр. телекоммуник. отрасли 2011» (окт. 2011) / отв. ред. Л. С. Рогозин. – Москва : 2011. – 116 с.
7. Крупнов, А.Е. Радиочастотный спектр: повышение эффективности использования и новые подходы к регулированию [Текст] / А. Е. Крупнов // Экономика и финансы. – 2009. – № 3. – С. 173–184.
8. Тихвинский, В.О. Методология высвобождения и перепланирования РЧС для развития сетей ПС [Текст] / В. О. Тихвинский // Мобильные системы. – 2001. – № 12. – С. 67–78.
9. Серов, В.М. Инвестиционный менеджмент [Текст] / В. М. Серов. – М. : ИНФРА-М, – 2000. – 272 с.