

3-й Международный
радиоспектральный форум
«Прикладная радиоспектроника.
Состояние и перспективы
развития»

МРФ - 2008

Том 2

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Украина, г. Харьков, 2008

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ОСВОЕНИЯ НОВЫХ ДИАПАЗОНОВ ЧАСТОТ ЗА СЧЕТ КОНВЕРСИИ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

Коляденко Ю.Ю., Токарь Л.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. телекоммуникационных систем, тел. (057) 702-13-20,

E-mail: tkc@kture.kharkov.ua ; тел. (057) 702-13-20

Considered and analysed tasks, related to conversion of radio frequency spectrum between communication of the civil setting means and communication of the special setting means. It is retuned that presently a actuality task is creation of the scientifically grounded methods of technical and administrative analysis of electromagnetic compatibility for providing of efficiency of the use of spectrum and determination of terms of absence of hindrances between the systems of radio contact.

Введение

Современное всемирное развитие средств телекоммуникаций идет по пути глобализации и персонализации связи, интенсивного создания новых средств и систем наземного и спутникового базирования, а так же их широкой интеграции. Создание новых глобальных телекоммуникационных систем и сетей, интенсивное развитие корпоративных систем связи, значительный рост персональных средств связи и объемов предоставляемых услуг выдвигает на первый план проблему электромагнитной совместимости (ЭМС) различных средств телекоммуникаций, и в первую очередь радиоэлектронных средств (РЭС) связи.

Дальнейшее развитие этих средств и их эффективное использование уже не возможно без жесткого управления использованием спектра, как на региональном, так и на национальном и международном уровнях. Поэтому в настоящее время актуальным является решение задач создания научно обоснованных методов технического и административного анализа ЭМС для обеспечения эффективности использования радиочастотного спектра.

Сущность

Задачи повышения эффективности использования радиочастотного спектра (РЧС) направлены на решение ряда важных проблем, связанных с выделением полос частот для развития сетей сотовой подвижной связи GSM (E-GSM, GSM-R), систем абонентского радиодоступа, и систем сотовой подвижной связи (ССПС) 3-го поколения (3G), а также цифровых сетей звукового и телевизионного вещания и др. Государственные решения по регулированию использования частот должны способствовать гармонизации использования РЧС путем его высвобождения и конверсии. В результате определяются доли РЧС, отводимые для использования РЭС гражданского, военного и правительственного назначения.

В США и странах Европейского союза доля РЧС, используемая для РЭС правительственного назначения и полностью покрывающая потребности служб, которые обеспечивают нужды обороны и национальной безопасности страны, составляет около 30%. Остальной частотный ресурс отводится преимущественно для развития служб гражданского назначения. В европейских странах были проведены детальные исследования вопросов перспективного использования РЧС и приняты Решения Европейского радиобюро (ERO), устанавливающие график высвобождения в странах европейского континента полос частот от РЭС правительственного назначения и устаревших РЭС гражданского назначения. Анализ загрузки РЧС показал, что в Европе и в том числе в Украине наиболее интенсивно используются полосы частот ниже 10 ГГц. Особенно актуальными и востребованными на настоящий момент являются следующие диапазоны частот: 800, 900, 1800 МГц и 2 ГГц.

Так, на рис. 1 показано распределение частот между ССПС и РЭС специального назначения в диапазонах частот 800...900 МГц.

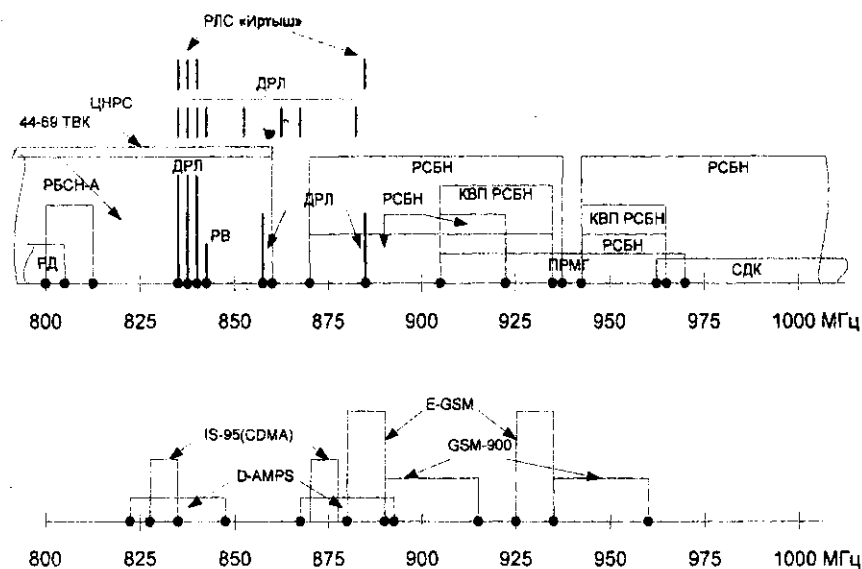


Рис. 1 Распределение частот между ССПС и РЭС специального назначения в диапазонах частот 800...900 МГц.

На рис. 2 показано соответствующее распределение, охватывающее более широкие полосы 1500...1900 МГц.

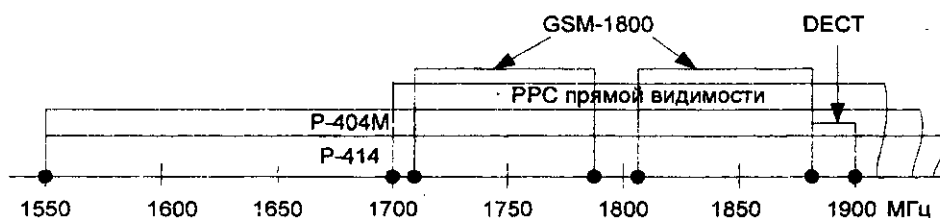


Рис. 2 Распределение частот между ССПС и РЭС специального назначения в диапазонах частот 1500...1900 МГц.

На рис. 3 показано распределение частот в диапазоне 2 ГГц.

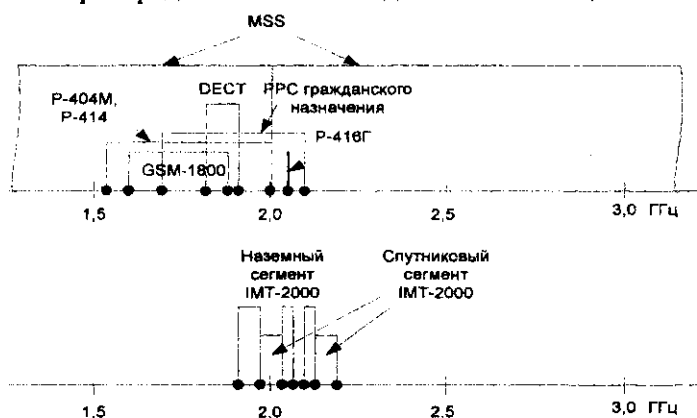


Рис. 3. Распределение частот в диапазоне 2 ГГц

Кроме того, возрастающее количество ССПС приводят к образованию множественного характера электромагнитных взаимодействий и РЭС специального назначения. Количественный рост числа РЭС, их случайное позиционирование и ориентация в

пространстве не позволяют непосредственно использовать классические методы и методики анализа ЭМС между группировками ССПС и РЭС специального назначения, которые построены, как правило, на рассмотрении дуэльных ситуаций, на предположении о стационарности пространственного расположения взаимодействующих объектов.

Для разработки методов освоения новых диапазонов частот за счет конверсии РЧС и дальнейшего внедрения новейших технологий систем 3-го и 4-го поколений нами решены следующие задачи:

- 1) разработана математическая модель электромагнитных взаимодействий между РЭС специального назначения и группировками ССПС;
- 2) разработана методика анализа ЭМС в группировках РЭС специального назначения и ССПС с учетом конверсии радиочастотного спектра;
- 3) проведен анализ ЭМС в группировках РЭС специального назначения и ССПС с учетом конверсии радиочастотного спектра;
- 4) разработаны рекомендации по дальнейшему освоению новых диапазонов частот за счет конверсии РЧС.

В качестве теоретических основ для создания моделей взаимодействий группировки РЭС ССПС, учитывая специфику данных систем использованы методы теории вероятностей и математической статистики. При разработке обобщенной модели электромагнитных взаимодействий учтены динамика и случайный характер размещения излучающих элементов сетей, линейный и нелинейный характер взаимодействий.

Методика анализа ЭМС ССПС базируется на выборе показателей оценки ЭМС, учитывающих требования по QoS, адекватных моделях взаимодействия излучающих элементов, множественности взаимодействий. В качестве показателя оценки ЭМС в условиях множественного и случайного характера электромагнитных взаимодействий использован показатель отношение сигнал/помеха+шум (ОСПШ) в виде статистических значений (математическое ожидание и дисперсия). Учитывая, что энтропия белого гауссового шума больше энтропии любого, отличного от шума сигнала, можно утверждать, что среднее значение ОСПШ окажется несколько меньше реального. Такое смещение приведет к несколько завышенным показателям, т.е. реальная обстановка окажется несколько лучшей.

В соответствии с разработанной методикой анализа ЭМС проведены исследования ЭМО в диапазонах частот, отведенных для работы ССПС и РЭС специального назначения. Анализ показал, что ЭМО отличается существенной динамичностью, нестационарностью и неравномерностью параметров. Сложившаяся электромагнитная обстановка позволяет сделать вывод о том, что частотно-временной и энергетический ресурс для ССПС и РЭС специального назначения практически исчерпан и требуется освоение новых физических ресурсов. К таким относятся пространственно-поляризационные ресурсы, которые до этого активно не использовались. Для расширения пространства использования физических параметров предложены пространственно-временные методы обработки сигналов с использованием адаптивных антенных решеток (ААР), адаптивных компенсаторов помех, пространственно-временного доступа (ПВД), алгоритмов оценки пространственного спектра, технологии ММО.

Разработаны практические предложения по организации ПВД. Для решения этой задачи разработан программно-аппаратный комплекс обеспечения ЭМС СПС, структурная схема которого представлена на рис.4.

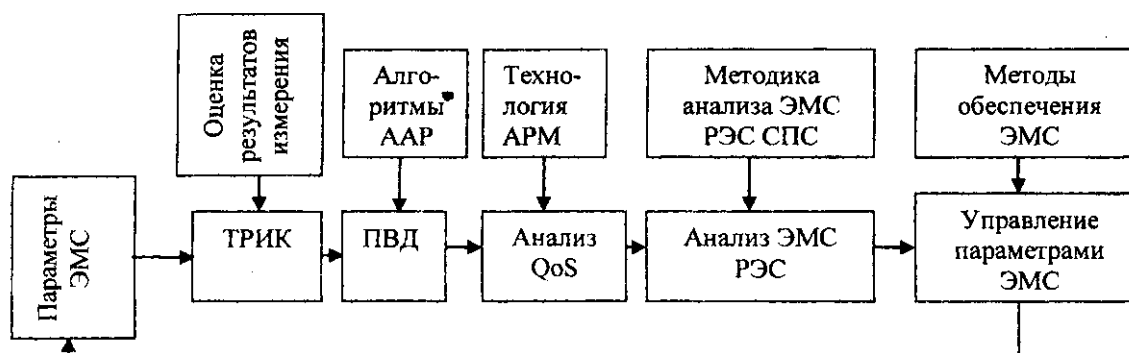


Рис.4. Структурная схема программно-аппаратного комплекса обеспечения ЭМС ССПС и РЭС специального назначения

Согласно схеме территориально-размещенные измерительные комплексы (ТРИК) производят измерения и оценку пространственного спектра и других параметров, необходимых для проведения анализа ЭМС. Затем осуществляется пространственно-временной доступ мобильных абонентов к БС. После выделения пространственного окна производятся измерения параметров качества с привлечением технологии Application Performance Measurement (APM), т.е. производится анализ успешно завершенных Web-транзакций. При этом, если успешно завершенных Web-транзакций оказывается меньше допустимого уровня (менее 99,9%), включается подсистема анализа ЭМО в группировке данных систем. При нарушении ЭМС в группировке производится оптимизация распределения частотного ресурса и управление мощностями РЭС.

Для реализации MIMO-системы разработаны рекурсивные методы оценки пространственного спектра наблюдаемых сигналов, которые не подвержены той степени критичности к объему выборки, как это присуще известным решениям, основанным на статистических выборках. Пространственно-временной доступ позволяет в комплексе обеспечивать требования по QoS, обеспечить экономию радиочастотного ресурса, расширить возрастающее число потребителей в условиях значительной частотной загрузки.

Выводы.

1. Одной из основных проблем, сдерживающих сегодня развитие систем радиосвязи общего пользования, является недостаточность частотного ресурса особенно в диапазонах частот 800, 900, 1800 МГц и 2 ГГц.

2. Характерной особенностью ССПС в отличие от фиксированных элементов связи, является то, что здесь не удастся точно позиционировать сами подвижные объекты. Поэтому данные сети обладают случайной, постоянно изменяющейся структурой. Именно данное обстоятельство принципиально отличает физическую и математическую модели электромагнитных взаимодействий между объектами связи ССПС и системами специального назначения. Иного подхода требует и построение методики анализа ЭМО в зоне деятельности объектов ССПС.

3. Для разработки методов освоения новых диапазонов частот за счет конверсии РЧС и дальнейшего внедрения новейших технологий систем 3-го и 4-го поколений решены ряд задач: разработана математическая модель электромагнитных взаимодействий между ССПС и РЭС специального назначения; разработана методика анализа ЭМС в группировках данных систем с учетом конверсии радиочастотного спектра; проведен анализ ЭМС в группировках ССПС и РЭС специального назначения с учетом конверсии радиочастотного спектра; разработаны рекомендации по дальнейшему освоению новых диапазонов частот за счет конверсии РЧС.