

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ GSM 900/1800 и UMTS

П.Б. ПЛЯКИН<sup>1</sup>, В.Н. МИЩЕНКО<sup>2</sup>

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220071, Республика Беларусь  
plyakin.91@mail.ru*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
mishchenko@bsuir.by*

Темпы увеличения количества радиоэлектронных средств (РЭС) мобильной связи приводят к усложнению методик определения параметров электромагнитной совместимости (ЭМС) внутрисистемного и межсистемного характера. Особое значение приобретает соблюдение условий ЭМС на межсистемном уровне, когда базовые станции (БС) систем мобильной связи воздействует на работу других РЭС связи в совместных частотных диапазонах.

*Ключевые слова:* электромагнитная совместимость, GSM, UMTS, внутрисистемные помехи, межсистемные помехи.

Основными факторами, определяющими ЭМС РЭС, являются следующие факторы: рабочая частота; эквивалентная изотропная излучаемая мощность радиопередатчиков БС; диаграмма направленности антенны и ее ориентация в пространстве; затухание в антенно-фидерном тракте радиоприемного устройства; количество активных пользователей; взаимное удаление РЭС и т. д.

Из целого ряда критериев, применимых при анализе ЭМС РЭС, для исследования наиболее подходящими являются энергетические. Использование этих критериев предполагает расчет мощности помехи и сигнала и сравнение их отношения с защитными отношениями, рассчитанными для данного сочетания взаимодействующих сигналов. Такой подход позволяет определить необходимое пространственное разнесение между взаимодействующими РЭС [1]. Вывод о том, что условия ЭМС выполняются, делается в случае, если отношение мощностей сигнал/помеха на входе демодулятора приемника мобильной или базовой станции превышает некоторый уровень, например, 9 дБ для стандарта GSM [2,3].

В настоящее время широкое применение находит математическая модель приемника на основе характеристик, которые могут быть получены измерениями без анализа его внутренней структуры [3]. Характеристики приемника, представленные в виде всех полученных результатов измерений, после статистической обработки формируют в виде математических моделей, совокупность которых и является моделью приемника, характеризуя его линейные и нелинейные свойства. Такая форма представления приемника позволяет строить гибкие алгоритмы оценки ЭМС, включая в них каждый раз те элементы, которые отражают эффекты, представляющие интерес на данном этапе исследования. Оценка совокупности интенсивности ЭМП диапазона 900/1800 МГц во внешней области применяется модель Окамура-Хата. Рассматриваются случаи размещения абонентских станций в условиях городской застройки, что определяет важность влияния экранирующего действия зданий [4].

Для получения точных оценок степени влияния радиопомех в ходе определения условий ЭМС для сетей UMTS наиболее приемлемым становится метод статистического моделирования, получивший название метода Монте-Карло [5]. Используя формы расчета затухания в свободном пространстве и Рекомендации ITU-R PN .525-2, и ITU-R PN .529-3, [6,7] выражение для затухания сигнала на трассе распространения можно записать так:

$$L_{BC-MS} = 121,2 + 33,81 \lg R; \quad (1)$$

где  $L_{BC-MS}$  – затухание на трассе распространения между базовой и мобильной станциями.  $R$  – расстояние между станциями, км.

Для определения затухания на трассах распространения между двумя МС нужно применить модифицированную модель Хата [8]. В этом случае для используемых в текущих исследованиях исходных данных равенство будет иметь вид:

$$L_{MS-MS} = 152,6 + 35,21 \lg R; \quad (2)$$

Выражения (1) и (2) применяются для расстояний  $R \geq 0,1$  км. При  $R < 0,04$  км используется модель прямой видимости. Тогда для линии радиосвязи между БС и МС выражение примет вид:

$$L_{BC-MS} = 91,5 + 20 \lg(R'); \quad (3)$$

где,  $R'$  — расстояние по прямой между геометрическими центрами антенн.

В переходной зоне, на расстояниях  $0,04 \text{ км} \leq R \leq 0,01 \text{ км}$ :

$$L_{MS-MS} = 63,5 + 900(R - 0,04); \quad (4)$$

$$L_{BC-MS} = 67,5 + 333(R - 0,04). \quad (5)$$

#### Список литературы

1. *В.И. Мордачев*, Системная экология сотовой радиосвязи. Издательский центр БГУ. Минск, 2009 г.
2. Технические требования к радиооборудованию системы сотовой подвижной связи стандарта GSM 900. Проектное и научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Гипросвязь».
3. Технические требования к радиооборудованию системы сотовой подвижной связи стандарта GSM 1800. Проектное и научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Гипросвязь».
3. *С.В. Афонин, В.Ф. Корсак*, Проблемы электромагнитной совместимости систем сотовой связи. Зв'язок №4, 2004 с 26-29.
5. *Клемент Темане Нуа*, Статистическая оценка электромагнитной совместимости сетей сотовой связи методом Монте-Карло Ярославль 2007.
6. ITU-R PN.525-2: Calculation of free-space attenuation. 1994-08.
7. ITU-R P.529-3. Prediction methods for the terrestrial land mobile service in the VHF and UHF bands.
8. ERC REPORT 68 Monte-Carlo simulation methodology for the use in sharing and compatibility studies between different radio services or systems. Naples, February 2000 revised in Regensburg, May 2001 and Baden, June 2002.