

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПРИ РАЗВЕРТЫВАНИИ 3G СЕТЕЙ В УКРАИНЕ

Маковецкий С.А., Цопа А.И.

Харьковский национальный университет радиозлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина 14, каф. РЭС, тел. (057) 702-15-87,

E-mail: knure-res@kharkov.ukrtel.net

The wide usage of wireless communication (CDMA2000 3G, GSM, Wi-Fi, WiMAX) declines the electromagnetic environment. In this work influencing of CDMA2000 3G signals on the reception of the TV programs of UHF was being researched.

Введение. Одна из характерных примет начала XXI века это стремительное развитие и проникновение во все сферы нашей жизни средств радиосвязи различного назначения. На опорах радиоцентров сосредотачиваются до нескольких десятков радиосредств диапазона 20 МГц – 54 ГГц: теле- и радиовещания; спутникового видео- и радиовещания; служб подвижной и фиксированной связи. Функционирование перечисленных средств в смежных частотных полосах создает проблему их электромагнитной совместимости (ЭМС) или взаимных помех. Поэтому, цель доклада – исследовать наличие этих помех и определить причины их возникновения и методы борьбы с ними.

Основная часть. Сети третьего поколения CDMA2000 3G работают на частотах дециметрового диапазона и в диапазоне около 2 ГГц, что позволяет передавать данные со скоростью порядка 3 Мбит/с и больше и организовывать новые виды телекоммуникационных услуг.

В данной работе исследовалась ЭМС системы CDMA2000 3G, каналов телевизионного вещания и систем транкинговой связи, работающих в дециметровом диапазоне частот. Было установлено, что при приеме ТВ передач вблизи базовой станции CDMA2000 3G возникали искажения изображения и звука 21-го и 23-го каналов, возникали сбои в работе систем банкомсвязи.

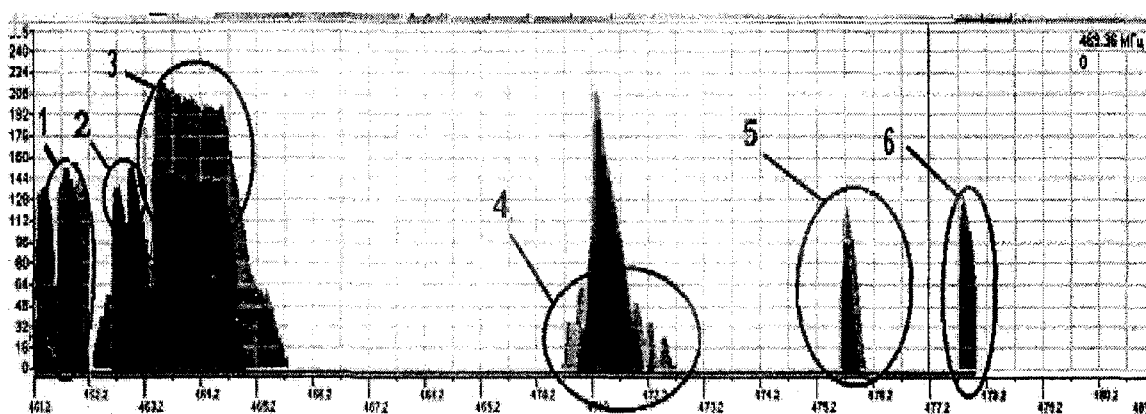


Рис. 1. спектральная панорама исследуемого диапазона

На рис. 1 показана спектральная панорама исследуемого частотного диапазона. Амплитуда выражена в относительных единицах. На рисунке 1 цифрами обозначены сигналы следующих систем: 1 – транкинговые системы связи (461,00 - 462,00 МГц), 2 – банковские системы связи (462,70 - 463,20 МГц), 3 – базовая станция CDMA2000 3G (463,37 - 464,60 МГц), 4 – видеоизображение 21-го ТВ канала (несущая - 471,25 МГц), 5 – интермодуляционная помеха (475,50 - 476,00 МГц), 6 – звуковое сопровождение 21-го ТВ канала (несущая - 477,75 МГц).

Некоторые радиосистемы работают с разносом по частоте всего 2,5 МГц, что приводит к взаимному влиянию систем друг на друга. На рисунке видно, что самой

большой энергетикой обладает сигнал базовой станции 3G. Данный широкополосный сигнал является одним из самых мощных сигналов в данном диапазоне.

Были проведены экспериментальные исследования в 3-х различных местах города Харькова, в ходе которых снималась спектральная панорама дециметрового диапазона с включённой и выключенной базовой станцией 3G. Было установлено, что интермодуляционные искажения сигналов 3G возникают на нелинейных элементах приёмопередающих трактов радиосистем, (а конкретнее – в приёмном тракте телевизоров, в антенных усилителях), а также на самих антенных системах базовых станций 3G. Продукты интермодуляции обладают хорошей энергетикой, и являются мощными активными помехами для некоторых радиосистем. Эксперимент показал, что при включённой базовой станции спектр телевизионного сигнала содержит паразитные составляющие. Телевизионный сигнал модулируется сигналом базовой станции. Для повышения достоверности измерений были исследованы интермодуляционные искажения, возникающие в измерительном приемнике и определена его входная характеристика.

Исследовав географическое положение нашей измерительной установки, антенн базовой станции и антенн телецентра, мы сделали вывод: в некоторых случаях интермодуляция происходит на нелинейных элементах антенны базовой станции. Радиотрасса между антеннами базовой станции и телецентра открытая, расстояние прямой видимости 3.2 км. Телецентр, расположенный на Алексеевке, излучает телевизионные программы в дециметровом и метровом диапазоне частот мощностью несколько кВт. Антенны базовой станции и телевизионные настроены приблизительно на одну и ту же частоты, поэтому в антенне базовой станции наводится телевизионный сигнал и переизлучается в эфир уже промодулированный сигналом CDMA2000 3G.

В CDMA2000 3G системах используются различные виды интеллектуальных антенн, которые обладают свойством пространственной или/и амплитудной селекцией, т.е. могут изменять свою диаграмму направленности (сужать луч в направлении на конкретного абонента) и менять мощность для конкретного абонента. В интеллектуальных антеннах в роли переключающих элементов и в управляемых аттенуаторах используются СВЧ pin-диоды, т.е. нелинейные элементы. С одной стороны на эти нелинейные элементы поступают полезные сигналы БС, с другой – паразитные наводки. Следствие – одновременно происходят процессы интермодуляции и модуляции телевизионного сигнала сигналом БС и наоборот, и излучение всей этой смеси в эфир. Мощность переизлучённых сигналов мала, поэтому принять их можно лишь в некоторой окрестности антенн БС.

Ещё одна особенность данного случая, то, что частотные фильтры, установленные перед антенной системой, никак не влияют на процессы интермодуляции в самой системе, т.е. на сигнал БС тоже накладываются помехи. Абоненты CDMA2000 3G этого не замечают, т.к. в цифровых системах передачи используются методы адаптивной цифровой фильтрации, а телевизионные системы эфирного вещания в нашей стране – аналоговые, поэтому влияние интермодуляционных помех на такие системы значительно.

Основные меры по уменьшению интермодуляционных излучений состоят в улучшении фильтрации и уменьшении степени связи между передающими антеннами путём их рационального размещения. Один из методов устранения интермодуляционных процессов включает в себя установку частотных или пространственных высокочастотных фильтров перед нелинейными блоками и элементами, настроенных на частоту мощного сигнала.

Выводы. Применение управляемых антенн в системах радиосвязи CDMA2000 3G привело к возникновению нелинейных явлений в антенных системах БС. Впервые этот факт был установлен эмпирическим путём. Использование управляемых антенн для улучшения энергетических характеристик системы CDMA2000 3G, значительно ухудшает электромагнитную совместимость в эфире.