

УДК 621.396.218:614.89.086.5

ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СТАНДАРТА GSM В ГОРОДЕ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ВНУТРИСИСТЕМНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

В.И. МОРДАЧЕВ, А.С. СВИСТУНОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 12 марта 2015

Приведены результаты имитационного моделирования фрагмента сети сотовой связи с использованием модели типовой городской застройки, обеспечивающие возможность оценки уровня эквивалентной изотропно излучаемой мощности в частотных каналах базовых станций сотовой радиосети стандарта GSM-1800, необходимого и достаточного для обеспечения высокого качества связи с учетом затухания радиоволн в зданиях и уровня внутрисетевых помех, определяемых качеством обеспечения внутрисистемной электромагнитной совместимости сайтов, использующих одинаковые частотные каналы.

Ключевые слова: сотовая связь, базовая станция, эквивалентная изотропно излучаемая мощность, электромагнитная совместимость, электромагнитная безопасность.

Введение

В связи с постоянным ростом территориальной плотности базовых станций (БС) сотовой связи большой интерес представляет вопрос о безопасности их электромагнитного излучения (ЭМИ) для населения. Эквивалентная изотропно излучаемая мощность (ЭИИМ) БС сотовой связи стандарта GSM в городах Республики Беларусь достигает 53...54 дБм/канал, что существенно выше фактически необходимой для нормального функционирования сетей сотовой связи в местах с высокой плотностью населения [1].

Завышенная мощность ЭМИ БС в городах может представлять опасность для населения, поскольку сотовые радиосети – не единственный источник ЭМИ в местах с высокой плотностью населения. Завышенные ЭИИМ БС могут реально приводить к увеличению размеров санитарно-защитных зон действующих передающих радиотехнических объектов (радиотелевизионных передающих центров, локальных группировок РЛС и т.п.), которые принято определять по суммарной интенсивности ЭМП [2, 3]. Кроме того, в силу известных особенностей частотно-территориального планирования сотовых радиосетей, обусловленных многократным повторением использования одних и тех же частотных каналов в территориально разнесенных сайтах сети, реально используемые мощности ЭМИ и БС, и абонентских станций (АС) оказываются завышенными из-за появления проблемы внутрисистемной электромагнитной совместимости (ЭМС), т.е. вследствие присутствия в сети внутрисетевых помех.

Особую актуальность вопрос об определении научно обоснованной нижней границы диапазона возможных уровней ЭИИМ БС, достаточных для нормального функционирования сотовой связи в местах с высокой плотностью населения, приобретает в связи со следующим. При принятой методике взимания платы за использование радиочастотного спектра базовыми станциями сотовой связи [4] плата в госбюджет пропорциональна ЭИИМ БС. Данное положение находится в противоречии как с самой идеей сотовой связи (покрытие территории не за счет увеличения ЭИИМ БС, а за счет сотовой структуры сети с многократным повторением использования одних и тех же частотных каналов маломощными БС при условии

их территориального разнесения), так и с требованиями электромагнитной безопасности населения. Более того, данное обстоятельство препятствует принятию Лицензиаром решений о снижении ЭИИМ БС до минимально необходимых уровней в связи с тем, что такие решения приведут к снижению поступлений в госбюджет. Изменение сложившейся ситуации возможно только на основе определения научно-обоснованного минимально необходимого уровня ЭИИМ БС в населенных пунктах.

Ранее были выполнены оценки [1] уровней ЭИИМ в частотных каналах БС GSM 900/1800, необходимых и достаточных для обеспечения эффективного использования выделенного сети радиочастотного ресурса при различных высотах подвеса антенн БС, плотности населения, уровнях реальной чувствительности радиоприема в сети, размерности кластера частотного планирования и удельной интенсивности трафика. Эти оценки были выполнены с использованием модели условий распространения радиоволн (РРВ) в городской застройке (urban area) на основе эмпирической модели Окамура–Хата [5,6] с ее интерполяцией на трассы РРВ длиной менее 1 км, для которых ее точность существенно зависит от параметров городской застройки.

Целью данной работы является уточнение оценок [1] необходимых уровней ЭИИМ БС в городской застройке на основе имитационного моделирования фрагмента сети сотовой связи с использованием модели городской застройки центральной части г. Минска и многолучевой модели РРВ, реализованных с применением [7], а также с учетом уточненных требований внутрисистемной ЭМС (требований к отношению «сигнал/внутрисетевая помеха») и характеристик [5,6,8] затухания сигналов GSM в зданиях.

Характеристики имитационного моделирования фрагмента сети GSM

При имитационном моделировании фрагмента сети GSM использованы следующие модели и исходные данные.

1. Модель фрагмента городской застройки центральной части г. Минска, изображенного на рис. 1, его размеры 1,5×1,5 км. В модели учтена топология размещения зданий и их высота. Данная территория является центральной частью города с плотной застройкой. В модели приняты следующие характеристики, влияющие на РРВ в рассматриваемых условиях:

– основной материал стен зданий – кирпич, тип покрытия земной поверхности – асфальт, погодные условия двух видов: низкая влажность (солнечно, ясно) и высокая влажность (дождь);

– высота домов 8...30 м исходя из этажности и архитектуры зданий; ширина главной транспортной магистрали (проспекта) 50 м, ширина улиц 20...30 м в зависимости от количества полос движения транспорта (2...8) и ширины тротуаров;

– территория разделена на три условные категории: дворовая территория, проезжая часть, пешеходная зона. Распределение АС по дворовым территориям и пешеходным зонам принято равномерным случайным. Расположение АС на проезжей части принято равномерным случайным по полосам движения. Количество точек наблюдения – 10000 точек для каждого типа территории;

– территориальная плотность БС 2,5...3,0 ед./км² (6 БС на рассматриваемой территории);

– крыши зданий приняты плоскими, в качестве основного конструктивного элемента крыш принято железобетонное перекрытие (данное предположение обусловлено ограничениями функциональности использованного при моделировании программного обеспечения [7]).

2. Трехмерная модель Х3Д [7] многолучевого РРВ в условиях плотной городской застройки, не имеющая ограничений на использование в принятых условиях и учитывающая множество возможных путей прохождения ЭМИ БС, размещаемых на крышах зданий на высоте 25 м над земной поверхностью, в каждую из рассматриваемых точек размещения АС у поверхности на высоте 15...2,0 м.

Модель основана на использовании трехмерного алгоритма SBR (Shooting and Bouncing Ray). Данный алгоритм используется для определения траекторий лучей РРВ от БС к АС в трехмерном пространстве. Траектория прохождения каждого луча по направлению к точке

наблюдения (АС) начинается в источнике излучения (БС) и продолжается, зеркально отражаясь от стенок зданий и земной поверхности не более заданного количества раз (данный параметр используется для отбора лучей, учитываемых при суммировании на входе приемника АС), дифрагируя на углах и краях крыш зданий.



Рис. 1. Модель фрагмента городской застройки центральной части г. Минска с размещенными в нем шестью БС сети GSM-1800 (Тх1–Тх6).

Параметры модели РРВ Х3D: количество отражений луча – до 6, количество точек дифракций не более 1, угол между двумя соседними лучами, исходящими из одного источника $0,25^\circ$, количество лучей, исходящих из одного источника – до 10.

1. Моделирование выполнено для условий обеспечения качественного приема сигнала БС приемником АС, соответствующего высокой вероятности связи («Grade of Service», GoS) $B = 0,98 \dots 0,99$ при различных уровнях канальной ЭИИМ БС.

2. Анализ проводится для БС GSM-1800, поскольку на их долю приходится 75 % объема радиочастотного спектра, выделяемого сетям GSM. Диапазон анализируемых уровней ЭИИМ БС 40...53 дБм на частотный канал GSM.

3. Коэффициент шума приемников БС и АС GSM-1800 регламентирован на уровне 7 дБ, что соответствует уровню $P_0 = -114$ дБм пороговой чувствительности приемника – уровню приведенного ко входу приемника собственного шума в полосе радиоприема 200 кГц.

4. Принято, что полезным сигналом, принимаемым АС, является сигнал преобладающей БС, для которой потери при РРВ в точку размещения АС являются наименьшими.

Результаты имитационного моделирования

Ниже в табл.1–4 приведены оценки границ диапазонов уровней сигналов преобладающих БС на входе приемников АС полученные в результате статистической обработки результатов моделирования функционирования фрагмента сотовой радиосети при

различных погодных условиях (сухо, дождь) и при расположении АС на территории различного типа (дворовая территория, проезжая часть, пешеходная зона) для вероятности связи (GoS) $B = 0,99$ и $B = 0,98$.

Полученные результаты свидетельствуют о следующем.

1. При ЭИИМ БС 53 дБм/канал (200 Вт/канал), используемой в настоящее время операторами GSM в Республике Беларусь на городских территориях, нижняя граница P_D значений уровня полезного сигнала на входе приемника АС составляет:

– для дворовой территории $P_D = -70,9...-68,2$ дБм, т.е. на 43,1...45,8 дБ выше пороговой чувствительности приемника АС;

– для проезжей части $P_D = -60,7...-57,2$ дБм, т.е. на 53,3...56,8 дБ выше пороговой чувствительности приемника АС;

– для пешеходной зоны $P_D = -63,2...-60,4$ дБм, т.е. на 50,8...53,6 дБ выше пороговой чувствительности приемника АС.

2. Ужесточение требований к качеству связи на 1 % с $B = 0,98$ до $B = 0,99$ сдвигает нижнюю границу значений уровня полезного сигнала на входе приемника АС на 2,6...3,4 дБ, изменение погодных условий изменяет эту границу на 0,1...0,5 дБ.

3. При ЭИИМ БС 43 дБм/канал (20 Вт/канал), в 10 раз меньшей, чем используемая в настоящее время операторами GSM в Республике Беларусь на городских территориях, нижние границы значений уровня полезного сигнала на входе приемника АС для территорий различного вида составляет $P_D - P_0 = 33,1...35,8$ дБ для дворовой территории, $P_D - P_0 = 43,3...46,8$ дБ для проезжей части, и $P_D - P_0 = 40,8...43,6$ дБ для пешеходной зоны.

4. В целях обеспечения высокого качества связи запас $P_D - P_0$ по уровню полезного сигнала должен быть достаточным для преодоления затухания радиоволн при их проникновении внутрь здания. В этом случае разница $D_P = P_D - P_0$ имеет три слагаемых и связана с минимально необходимым отношением «сигнал/собственный шум» на входе приемника Q_N и затуханием радиоволн в здании S_B следующим образом:

$$D_P [dB] = P_D [dBm] - P_0 [dBm] \geq Q_N [dB] + S_B [dB], \quad Q_N [dB] = Q [dB] + \Delta Q [dB], \quad (1)$$

где Q – минимально необходимое защитное отношение на входе приемника АС, равное отношению минимально используемой мощности полезного сигнала $P_{u \min}$ [Вт] на входе приемника АС к мощности суммарной помехи ($P_0 + P_{\Sigma int}$) [Вт], зависящей как от уровня собственных шумов приемника P_0 , так и от уровня внутрисетевой помехи $P_{\Sigma int}$:

$$\frac{P_{u \min}}{P_0 + P_{\Sigma int}} \geq Q; \quad Q_N = \frac{P_{u \min}}{P_0}, \quad Q [dB] = 10 \lg Q, \quad Q_N [dB] = 10 \lg Q_N; \quad (2)$$

ΔQ – дополнительное слагаемое, определяемое качеством частотно-территориального планирования сети (качеством обеспечения внутрисетевой электромагнитной совместимости).

Таблица 1. Диапазоны уровней сигналов преобладающих БС на входе приемников АС при низкой влажности (сухие погодные условия) для вероятности связи (GoS) $B = 0,99$

ЭИИМ частотного канала БС, дБм	Уровень сигнала преобладающей БС на входе приемника АС, дБм		
	Дворовая территория	Проезжая часть	Пешеходная зона
40	-83,8...-22,1	-73,2...-22,9	-76,2...-23,3
43	-80,8...-19,1	-70,2...-19,9	-73,2...-20,3
47	-76,8...-15,1	-66,2...-15,9	-69,2...-16,3
50	-73,8...-12,1	-63,2...-12,9	-66,2...-13,3
53	-70,8...-9,1	-60,2...-9,9	-63,2...-10,3

Таблица 2. Диапазоны уровней сигналов преобладающих БС на входе приемников АС при низкой влажности (сухие погодные условия) для вероятности связи (GoS) $B = 0,98$

ЭИИМ частотного канала БС, дБм	Уровень сигнала преобладающей БС на входе приемника АС, дБм		
	Дворовая территория	Проезжая часть	Пешеходная зона
40	-81,2...-22,1	-70,2...-22,9	-73,6...-23,3
43	-78,2...-19,1	-67,2...-19,9	-70,6...-20,3
47	-74,2...-15,1	-63,2...-15,9	-66,6...-16,3
50	-71,2...-12,1	-60,2...-12,9	-63,6...-13,3
53	-68,2...-9,1	-57,2...-9,9	-60,6...-10,3

Таблица 3. Диапазоны уровней сигналов преобладающих БС на входе приемников АС при высокой влажности (дождь) для вероятности связи (GoS) $B = 0,99$

ЭИИМ частотного канала БС, дБм	Уровень сигнала преобладающей БС на входе приемника АС, дБм		
	Дворовая территория	Проезжая часть	Пешеходная зона
40	-83,9...-20,8	-73,7...-21,5	-76...-22,5
43	-80,9...-17,8	-70,7...-18,5	-73...-19,5
47	-76,9...-13,8	-66,7...-14,5	-69...-15,5
50	-73,9...-10,8	-63,7...-11,5	-66...-12,5
53	-70,9...-7,8	-60,7...-8,5	-63...-9,5

Таблица 4. Диапазоны уровней сигналов преобладающих БС на входе приемников АС при высокой влажности (дождь) для вероятности связи (GoS) $B = 0,98$

ЭИИМ частотного канала БС, дБм	Уровень сигнала преобладающей БС на входе приемника АС, дБм		
	Дворовая территория	Проезжая часть	Пешеходная зона
40	-81,3...-20,8	-70,3...-21,5	-73,4...-22,5
43	-78,3...-17,8	-67,3...-18,5	-70,4...-19,5
47	-74,3...-13,8	-63,3...-14,5	-66,4...-15,5
50	-71,3...-10,8	-60,3...-11,5	-63,4...-12,5
53	-68,3...-7,8	-57,3...-8,5	-60,4...-9,5

Если требуемое минимальное защитное отношение Q меньше значения Q_{CL} защитного отношения для суммарной внутрисетевой помехи, характерного для выбранного типа кластера частотно-территориального планирования сотовой радиосети

$$Q < Q_{CL} = \frac{P_u}{P_{\Sigma int}}, \quad (3)$$

где P_u – обеспечиваемый в сети уровень полезного сигнала при внутрисетевой помехе уровня $P_{\Sigma int}$, то можно найти минимально используемую мощность полезного сигнала $P_{u min}$, привязанную к собственным шумам приемника АС и определяющую фактическое значение реализуемой в сети чувствительности радиоприема АС:

$$P_{\Sigma int} = \frac{P_{u min}}{Q_{CL}}, \quad \frac{P_{u min}}{P_0 + \frac{P_{u min}}{Q_{CL}}} \geq Q.$$

Отсюда

$$P_{u min} \geq P_0 \frac{Q Q_{CL}}{Q_{CL} - Q}, \quad Q < Q_{CL}, \quad (4)$$

$$Q_N = \frac{P_{u min}}{P_0} \geq \frac{Q Q_{CL}}{Q_{CL} - Q_0}, \quad Q < Q_{CL}. \quad (5)$$

Последнее соотношение позволяет оценить величину ΔQ в (1), зависящую от качества частотно-территориального планирования сети. На рис. 2, а показан график зависимости Q_N от значения Q для четырех значений Q_{CL} , взятых с шагом 0,5 дБ в диапазоне 16,5...18 дБ; на рис. 2, б показан график зависимости ΔQ значений Q для четырех значений Q_{CL} , отмеченных выше. Установленные значения Q_{CL} характерны для частотного планирования сети с размерностью кластера 4...7 регулярной сотовой сети [9]. Согласно графикам зависимости на рис. 2, можно утверждать следующее:

– в области $Q_{CL} - Q \geq 5$ дБ, соответствующей высокому качеству частотно-территориального планирования сети, необходимая добавка ΔQ к уровню полезного сигнала, компенсирующая влияние внутрисетевой помехи на качество связи, не превышает 2 дБ;

– при $Q \ll Q_{CL}$ очевидно, что Q приближенно равно значению Q_N ;

– добавка ΔQ к уровню полезного сигнала сопровождается соответствующим «синхронным» увеличением уровня внутрисетевой помехи $P_{\Sigma int}$ и снижением влияния собственного шума приемника на значение Q (снижение до приемлемого уровня значения P_0 в знаменателе);

– при ухудшении качества частотно-территориального планирования сети добавка ΔQ может резко возрастать и достигает 10...15 дБ и более;

– при низком качестве частотно-территориального планирования сети для некоторых областей зоны покрытия условие $Q_{CL} > Q$ может не выполняться; в этих областях вследствие низкого уровня внутрисетевой ЭМС требуемое качество связи останется неудовлетворительным при любом увеличении уровня полезного сигнала (увеличении ЭИИМ БС).

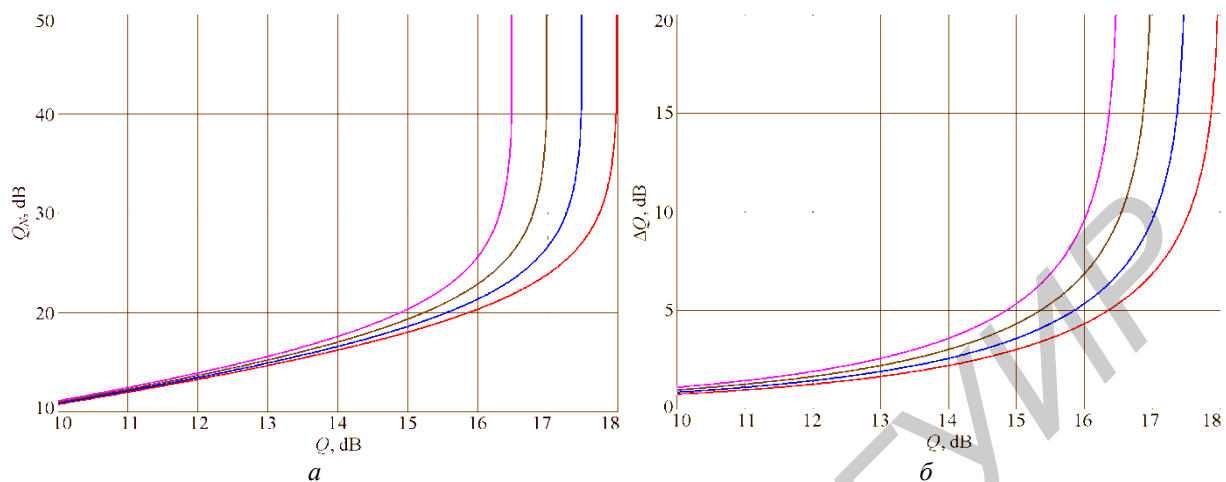


Рис. 2. Графики зависимости Q_N (а) и зависимости $\Delta Q = Q_N - Q$ (б) от значения Q для $Q_{CL} = 16,5 \dots 18$ дБ с шагом 0,5 дБ ($Q_{CL} = 16,5$ – левые крайние кривые, $Q_{CL} = 18$ – правые крайние кривые)

В результате оказывается возможным оценить, насколько запас по уровню полезного сигнала на входе радиоприемника АС, отмеченный выше в п.п. 1, 3, необходим и достаточен для обеспечения требуемого качества сотовой связи, принимая во внимание, что

- в сетях GSM $Q \geq 9$ дБ [10];
- в типовых квазирегулярных трехсекторных сотовых радиосетях GSM, в которых число выделенных сети радиоканалов в 4...7 раз превышает число радиоканалов, используемых в трехсекторном сайте, внутрисистемная ЭМС обеспечивается на уровне $Q_{CL} = 15 \dots 20$ дБ. С этим согласуется определение уровня чувствительности приемников АС GSM на уровне -104 дБм [10], что на 10 дБ превосходит уровень собственных шумов приемника АС;

- при оценке необходимого уровня ЭИИМ БС сети GSM в городской застройке необходимо учитывать затухание сигналов БС в зданиях. По данным [5] затухание радиоволн в зданиях на уровне земли составляет примерно 18...19 дБ для GSM-900 и примерно 16...17 дБ для GSM-1800, по данным [6] основные потери на проникновение радиоволн диапазона UHF на этажи здания зависят от номера этажа и принимают значения в пределах 2,5...16,5 дБ, в соответствии с [8] медианное значение этого затухания может составлять для помещений на уровне земли порядка 11 дБ для GSM-900/1800 при среднеквадратическом отклонении 6 дБ. При территориальной плотности 3...5 БС/км² следует считаться с тем, что в помещении присутствуют сигналы от нескольких окружающих БС, и связь устанавливается по «наилучшему» каналу. Поэтому реальный предел затухания радиоволн в зданиях для сотовой связи может быть принят равным 18...20 дБ.

Таким образом, приведенные результаты моделирования фрагмента сотовой сети стандарта GSM свидетельствуют о следующем.

1. При ЭИИМ БС 53 дБм/канал, используемой в настоящее время операторами GSM в Республике Беларусь на городских территориях, запас по уровню полезного сигнала на входе радиоприемника АС, отмеченный выше в п.п. 1, 3 и создаваемый для компенсации влияния внутрисетевой помехи на качество сотовой связи, составляет 13...15 дБ для АС на дворовой территории, 22...26 дБ для АС на проезжей части, и 20...22 дБ для АС в пределах пешеходной зоны. Такой большой запас по уровню полезного сигнала на входе радиоприемника АС с одной стороны является причиной завышенных значений ЭИИМ БС, а с другой стороны допускает низкое качество частотного планирования сети в городской застройке.

2. При ЭИИМ БС 43 дБм/канал (20 Вт/канал) запас по уровню полезного сигнала на входе радиоприемника АС, создаваемый для компенсации влияния внутрисетевой помехи на

качество сотовой связи, составляет 3...5 дБ для АС на дворовой территории, 12...16 дБ для АС на проезжей части, и 10...12 дБ для АС в пределах пешеходной зоны. Такой запас ориентирован на более высокое, но вполне достижимое качество частотного планирования сети в городской застройке, обеспечиваемое как за счет увеличения объема радиочастотного ресурса, используемого сетью, так и за счет развития инфраструктуры сети, сопровождающегося дроблением сайтов (что позволяет увеличить значение Q_{CL}), а также за счет оптимизации сети.

3. Полученные результаты позволяют определить возможные пути снижения уровня внутрисетевой помехи и увеличения Q_{CL} , либо уменьшения значения добавки ΔQ . В частности:

– уменьшение размеров сайтов (уменьшение зон обслуживания отдельных БС) при фиксированной пространственной плотности АС (пространственной плотности трафика в часы наибольшей нагрузки) позволяют снизить объем трафика, обслуживаемого каждой отдельной БС, и уменьшить число частотных каналов, необходимое для ее функционирования. При фиксированном объеме радиочастотного ресурса, выделенного для рассматриваемой сотовой сети, это позволяет увеличить размерность кластера ее частотно-территориального планирования (или увеличить отношение общего числа частотных каналов сети к числу частотных каналов, используемых отдельной БС, при использовании «оптимизационных» методов частотного планирования сотовых сетей нерегулярной пространственной топологии) и увеличить значение Q_{CL} ;

– ограничение требований к качеству сотовой связи на некотором разумном (стандартном) уровне, чрезмерность этих требований может быть очевидной причиной необходимого роста ΔQ и использования сотовыми операторами существенно избыточных уровней ЭИИМ БС, что крайне нежелательно с точки зрения электромагнитной экологии густонаселенных территорий и электромагнитной безопасности населения.

Заключение

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что ЭИИМ БС на уровне 53 дБм/канал, используемая в настоящее время операторами GSM в Республике Беларусь на городских территориях, является существенно избыточной и ориентирована на низкое качество частотно-территориального планирования сети в городской застройке.

Приведенные в данной работе результаты иллюстрируют специфический состязательный характер отношений Лицензиара и Лицензиата в области строительства сетей сотовой связи. Величина ΔQ представляет собой резерв, обеспечивающий возможность Лицензиату экономить на инвестициях в инфраструктуру сотовой связи. К сожалению, эта экономия осуществляется за счет электромагнитной экологии сотовой связи и электромагнитной безопасности населения территорий, на которых эта экономия имеет место.

Снижение ЭИИМ БС на городских территориях до уровня 43...45 дБм/канал при одновременном увеличении объема используемого каждой из сетей радиочастотного ресурса, высвобождаемого за счет конверсии радиочастотного спектра, и продолжении операторами работ по дальнейшему развитию инфраструктуры сетей за счет увеличения территориальной плотности БС в городской застройке с учетом требований оптимизации городских фрагментов сетей, представляется вполне реальным, так как при этом запас по уровню полезного сигнала на входе радиоприемников АС, создаваемый для компенсации влияния внутрисетевой помехи на качество сотовой связи, остается достаточным для обеспечения высокого качества связи.

Представленные результаты позволяют оценить возможность снижения мощности излучения БС в городской застройке наряду с высокими требованиями к внутрисистемной электромагнитной совместимости. Они показывают, что завышенный средний уровень ЭИИМ БС может быть рассмотрен как один из важнейших факторов, принимаемый во внимание при диагностике качества внутрисистемной электромагнитной совместимости в сети сотовой связи.

Количественные результаты, приведенные выше, получены для сети сотовой связи стандарта GSM. Однако в настоящее время технологическая эволюция сотовой связи ассоциируется со все более широким использованием сотовой связи третьего (UMTS) и четвертого (LTE) поколений при существенном снижении доли услуг, реализуемых в рамках сотовой связи второго поколения (GSM). По этой причине авторы намерены продолжить

исследования, касающиеся получения количественных оценок необходимых и достаточных уровней ЭИИМ БС в сетях сотовой связи третьего, четвертого и последующих поколений.

ESTIMATION OF ACCEPTABILITY OF REDUCTION THE RADIATED POWER OF CELLULAR BASE STATIONS IN URBAN AREA AT HIGH REQUIREMENTS TO THE INTRASYSTEM ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

V.I. MORDACHEV, A.S. SVISTUNOV

Abstract

Results of estimation of necessary and sufficient levels of radiation power of base stations of cellular communications on urban area are resulted. Analysis is made on the basis of the behavior simulation of the fragment of a GSM network executed with the use of multibeam radiowave propagation model and the topological model of a fragment of urban area of the central part of Minsk. The results indicate that a high communication quality can be achieved at levels of base stations equivalent isotropic radiated power which are essentially less than the corresponding levels actually used by GSM/UMTS operators in considered territory.

Список литературы

1. *Мордачев В.И., Свистунов А.С.* // Докл. БГУИР. 2013. № 7 (77). С. 44–50
2. СанПиН «Гигиенические требования к установке и эксплуатации систем сотовой связи». Утв. Пост. Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 14 от 01.02.2010.
3. Оценка риска для здоровья населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых базовыми станциями сотовой подвижной электросвязи и широкополосного беспроводного доступа. Инструкция по применению. Утв. Гл. государств. санитарн. врачом Республики Беларусь 28.06.2010, Рег. № 093–0610.
4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 июля 2006 г. № 890 «Об установлении порядка определения размера ежегодной, разовой платы и платы за выделение радиочастотного спектра».
5. *Siwiak K.* Radiowave propagation and antennas for personal communications. London, 1998.
6. *Parsons J.D.* The mobile radio propagation channel. New Jersey, 2000.
7. Wireless InSite: Site-specific radio propagation prediction software. Reference manual. February, 2014. Ver. 2.7.1.
8. Rec. ITU-R P.1812 A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands.
9. *Mehrotra A.* Cellular Radio: Analog and Digital Systems. London, 1994.
10. Digital Cellular Telecommunications System (Phase 2+). Radio Transmission and Reception (GSM 05.05 version 8.5.1 Release 1999). ETSI EN 300 910, V 8.5.1 (2001-11).