

УДК 621.396

ОЦЕНКА ЭМС ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ

В.Г. Скрынников, эксперт ОАО «Мобильные ТелеСистемы», руководитель Рабочей группы «ЭМС сетей и систем связи» отделения ИТТ ПАЕН, чл.-корр. ПАЕН, к.т.н.; skvg@mts.ru

Ключевые слова: перспективные радиотехнологии, IMT (International Mobile Telecommunications), UMTS/HSPA (Universal Mobile Telecommunications System/High Speed Packet Access), LTE (Long Term Evolution), LTE-Advanced, MIMO (Multi Input – Multi Output), DC (Dual Carrier), DB (Dual Band), радиочастотное обеспечение, радиочастотный спектр, электромагнитная совместимость.

Внедрение новых технологий соевой связи в России сопровождается целым рядом проблем, касающихся в основном сферы радиочастотного ресурса. Но, пожалуй, самая главная из них – оценка и обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) перспективных радиосредств. Само по себе развитие технологий направлено на резкое повышение их эффективности на рынке услуг, но косвенно приводит к усложнению проблем, связанных с ЭМС, из-за существенной специфики новых радиointерфейсов. Поэтому особый интерес сегодня представляют такие вопросы:

Расширяется ли круг задач по ЭМС для новых радиотехнологий?

Существует ли специфика оценки условий ЭМС, требующая новых подходов к решению этих задач?

Какие особенности перспективных радиотехнологий необходимо учитывать для успешной и достоверной оценки условий ЭМС на этапе их внедрения?

Далее в тезисной форме даны ответы на эти вопросы.

Общая проблема радиочастотного обеспечения новых радиотехнологий (рис. 1) имеет следующую логику:

- рост потребительского трафика;
- появление новых технологий;
- рост потребностей в радиочастотном спектре (РЧС) и его гармонизированное использование.

В структуре этой логики динамичное развитие технологий – закономерный процесс и объективная реальность. К таким технологиям сегодня относится семейство радиointерфейсов системы IMT (UMTS/HSPA, LTE, LTE-Advanced). Имея значительные

преимущества по пропускной способности, эти радиointерфейсы рассчитаны на дополнительный радиочастотный ресурс, потребности в котором и показаны на рис. 1 [1].

При ограниченности РЧС существует три возможных направления решения проблемы:

- повышение эффективности использования РЧС;
- переиспользование имеющегося у оператора РЧС (рефарминг);
- выделение (распределение) радиочастотного ресурса, нейтрального к конкретной технологии (технологическая нейтральность).

Данные направления расширяют круг задач по ЭМС, а особенности новых радиointерфейсов – меняют подходы к ЭМС.

Использование радиочастот по принципу технологической нейтральности требует определения некоторого обобщенного критерия по ЭМС. В зарубежной практике в качестве такого критерия в проекте WAPECS (Wireless Access Policy for Electronic Communications) предложено использовать краевую маску блока BEM (Block Edge Mask). BEM – это «регуляторная» спектральная маска сигнала в блоке спектра, выделенном оператору [2].

Рефарминг РЧС требует разработ-

ки условий функционирования совместных сетей нескольких стандартов в смежных полосах частот в пределах одного диапазона. Здесь также необходимо учитывать и варианты комбинированного использования несущих частот DC/DB (Dual Carrier – двойная частота/Dual Band – двойная полоса).

Повышение эффективности использования РЧС в этой логической цепочке – самое очевидное и главное условие, открывающее возможность для внедрения новых радиотехнологий при ограниченном спектре. Одновременно оно является и требованием по нерасточительному использованию ограниченного национального ресурса. Реальный путь его выполнения – максимальное снижение вводимых ограничений по ЭМС до объективных и разумных значений (без лишних запасов) за счет применения эффективных методик оценки.

Точность и достоверность этих оценок имеют и другую, не менее важную сторону – они влияют на эффективность инвестиций, вложенных операторами в коммерческие сети. На рис. 2 представлены возможные последствия неточной оценки условий ЭМС для оператора. За основу взяты доводы о том, что снижение скорости передачи данных в сети из-за ограничений по



Рис. 1

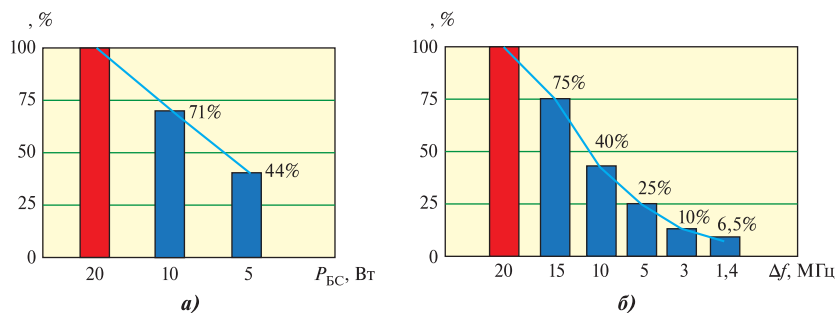


Рис. 2

ЭМС приводит к более длительному возврату инвестиций, т.е. к увеличению периода окупаемости сети.

На графиках показано, какой процент планируемого периода будет выполнен при разных ограничениях мощности базовой станции в сети UMTS (рис. 2,а) и при ограничениях частотного ресурса в сети LTE (рис. 2,б).

Следовательно, для эффективного использования РЧС как в технологическом, так и в коммерческом плане необходима жесткая оптимизация ограничений по ЭМС под девизом «Ни одного лишнего децибела на ограничение».

Особенности ЭМС для перспективных технологий. В сравнении с технологиями предыдущих поколений новым радиотехнологиям IMT присущи характерные особенности, среди которых можно выделить три основных фактора, влияющих на оценку ЭМС (рис. 3).

Во-первых, эти технологии имеют принципиально новые радиointерфейсы – с новыми методами радиодоступа, способами пространственной передачи данных и сложной гетерогенной структурой радиосети. Во-вторых,

этим радиointерфейсам присуще динамическое изменение параметров (адаптивный выбор режимов передачи, порядка модуляции и канального кодирования, динамическая регулировка мощности, динамическое планирование ресурсов и самоконфигурация и оптимизация радиосети). В-третьих, в радиосетях на основе новых технологий использование РЧС имеет характерные особенности. Речь идет о применении объединенного спектра за счет агрегации его фрагментов из разных полос и диапазонов, а также о многоплановости частотного ресурса, идентифицированного для систем IMT (UMTS и LTE). В каждой из идентифицированных полос радиочастот существуют свои условия ЭМС.

Специфика перспективных технологий. На рис. 4 показаны этапы и особенности развития таких технологий IMT, как UMTS/HSPA, LTE и LTE-Advanced.

Радиointерфейсы UMTS/HSPA/HSPA+ на каждой стадии эволюции предполагают различные варианты комбинированного использования нескольких несущих частот с шириной

спектра 5 МГц каждая (в перспективе – до четырех несущих частот). Причем на последующих этапах развития предполагается комбинирование как смежных несущих частот, так и частот в разных диапазонах.

Главная особенность LTE с точки зрения ЭМС состоит в использовании каналов с разной масштабируемой шириной и применении способов пространственной передачи данных посредством мультиантенных систем MIMO.

Можно ожидать, что для оценки ЭМС наиболее сложной станет технология следующего поколения – LTE-Advanced. Комплекс технических решений, заложенных в ее радиointерфейсе, представляет собой новшества, ранее не встречавшиеся в практике решения задач по ЭМС. К ним можно отнести расширенные функции MIMO – одно- и многопользовательские способы передачи, усовершенствованные режимы передачи с формированием направленных пространственных лучей; ретрансляцию в радиосети; агрегированное использование спектра за счет объединения нескольких фрагментов спектра из разных диапазонов частот и т.д.

Перечислим другие особенности новых технологий, которые могут существенно влиять на ЭМС:

- маска спектра сигнала LTE, в отличие от традиционного понимания, есть функция как от частотной расстройки, так и от масштабированной ширины канала и количества задействованного частотного ресурса в нем в текущий момент времени. В зависимости от ширины канала уровень однотипных внеполосных излучений может изменяться от 3 до 12 дБ;

- при постоянной мощности передатчика и разной ширине канала LTE спектральная плотность мощности в радиоканале различна. Это означает, что уровень (мощность) помех в приемнике потенциально несовместимого РЭС будет зависеть от его полосы пропускания, а значит, можно считать, что для каждой ширины канала в сети LTE будут существовать группы таких РЭС;

- имеются различные варианты планирования и назначения частотного ресурса в сети LTE, цель которых – снижение помех от соседних сот на границах зон покрытия.

Отдельно следует отметить характерные особенности применения технологии MIMO в сетях LTE (рис. 5).

При MIMO несколько параллельных потоков данных передаются по от-

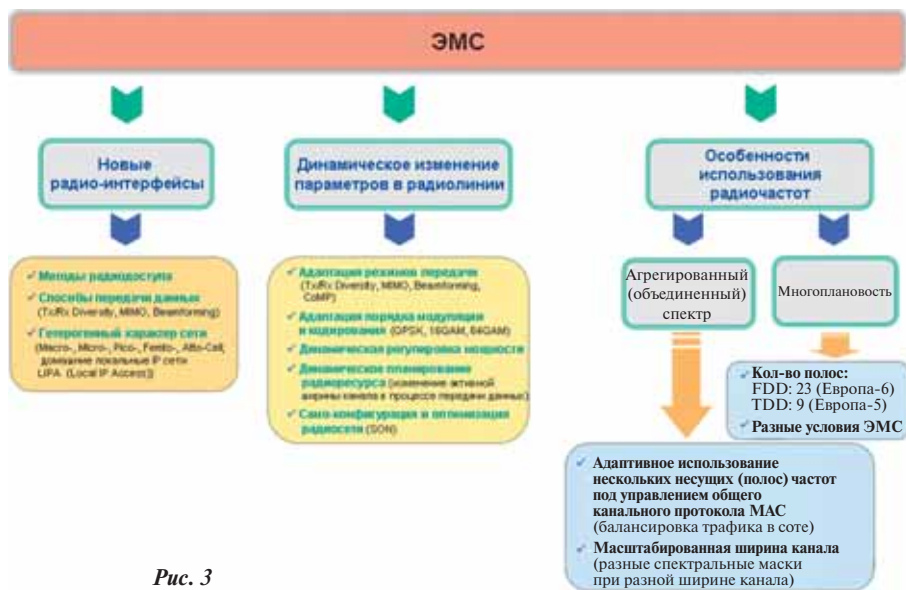


Рис. 3

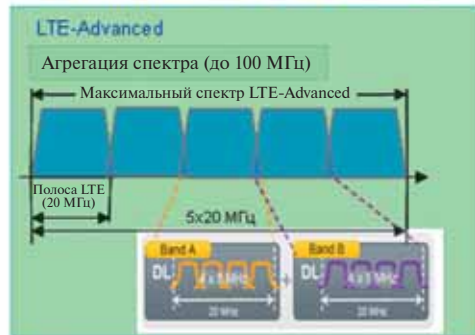
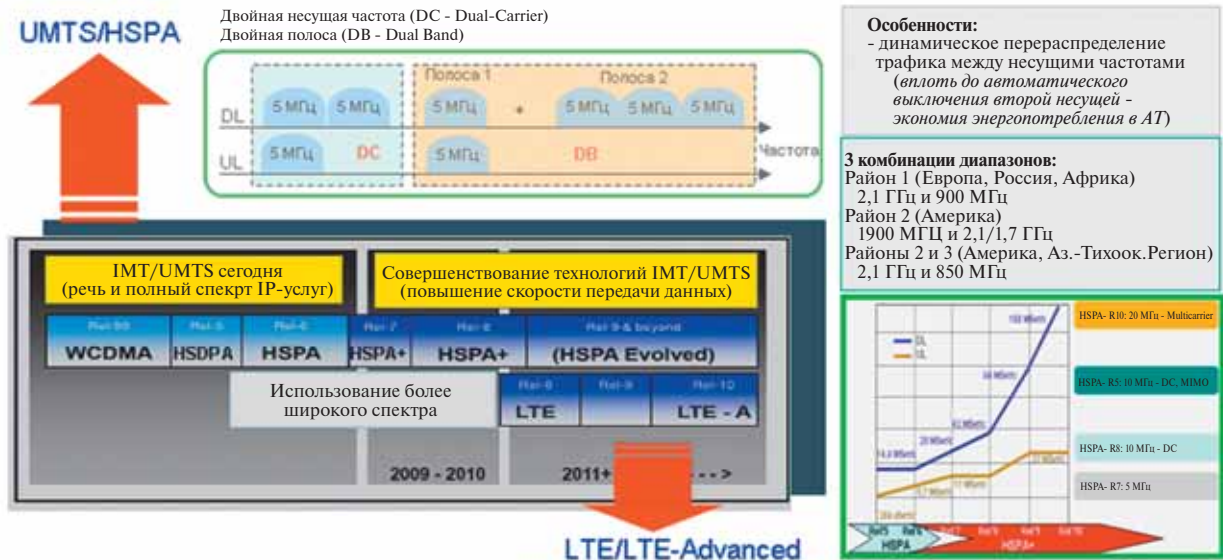


Рис. 4

дельным пространственным каналам. Эти каналы формируются посредством диаграммообразующих схем на передающей и приемной сторонах, в которых за счет специального кодирования передаваемых потоков данных задается определенное соотношение фаз сигнала в элементах антенной системы, как показано на рис. 6.

Для расчета потерь на трассе распространения сигнала при оценке ЭМС при таком способе пространственной передачи сегодня разработаны специальные модели потерь, получившие название WINNER (Wireless World Initiative New Radio) [3]. Эти модели геометрически ориентированы и позволяют отдельно учитывать как параметры среды распространения, так и угловые параметры антенн. Они хорошо встраиваются в статистические модели и применимы для разных сред (город, пригород, сельская местность, внутри и вне зданий, в условиях прямой видимости и при ее отсутствии).

Тестирование этих моделей показало отличие рассчитываемых потерь при MIMO от используемых сегодня традиционных моделей. На рис. 7 приведена зависимость потерь от протяженности трассы для условий пригорода (C1), рассчитанных по модели ITU-R



Рис. 5

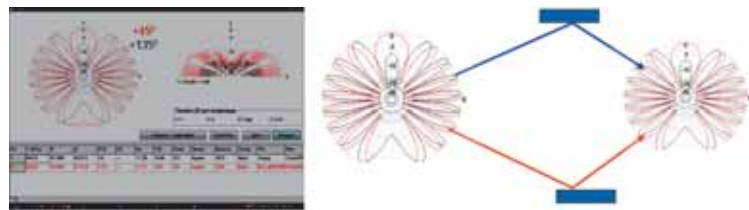


Рис. 6

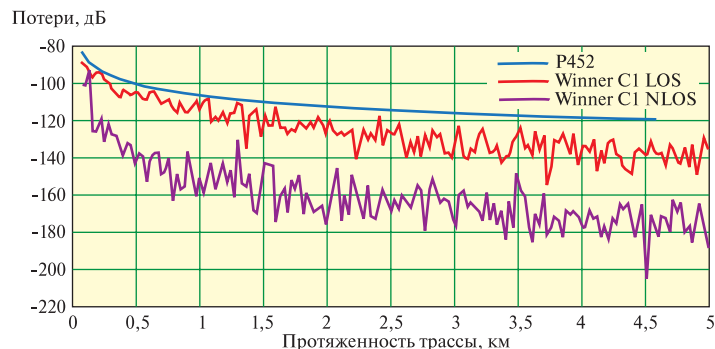


Рис. 7

P.452 (график синего цвета) и моделям WINNER для прямой видимости LOS (график красного цвета) и при отсутствии прямой видимости NLOS (график малинового цвета) [4].

Приведенные графики говорят о том, что потери, рассчитанные для одних и тех же сред распространения по моделям WINNER, могут отличаться на 10 дБ и более от оценок, сделанных по традиционным моделям. Это означает, что условия ЭМС при использовании традиционной модели для MIMO могут отличаться на эту величину в сторону ухудшения. Ранее было показано, какие последствия могут повлечь за собой такие неточности.

Заключение. Исходя из совокупности рассмотренных факторов, можно сделать вывод о том, что для оценки и обеспечения условий ЭМС при внедрении перспективных радиотехнологий в России необходимы новые подходы к решению этих задач, что требует отдельного обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rep. ITU-R M.2078. Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced // Report ITU-R. – 2006.
2. CEPT Report 19. Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate to develop least restrictive technical conditions for frequency bands

addressed in the context of WAPECS. – 2008.

3. Rep. ITU-R M.2135-1. Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-Advanced. // Report ITU-R. M Series. Mobile, radiodetermination, amateur and related satellites services. – 2009.
4. SEAMCAT Implementation of WINNER and ITU Propagation Models// <http://tractool.seamcat.org/wiki/Manual>. – 2010.

Получено 26.05.11