

**РЯЗАНОВА Е. А., ПИЩИН О. Н.**  
**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ СИСТЕМ**  
**ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ GSM И LTE**

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы оптимального использования радиочастотного ресурса операторов систем мобильной связи. Анализ проводится для диапазона выделенных частот системы GSM при подключении услуг передачи данных систем четвертого поколения (LTE).

**Ключевые слова:** электромагнитная совместимость, концепция WAPECS, технологическая нейтральность, LTE, маска BEM.

**RYAZANOVA E. A., PISHCHIN O. N.**  
**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY**  
**OF GSM AND LTE MOBILE RADIO COMMUNICATION SYSTEMS**

**Abstract.** The issues of optimal use of a radio-frequency resource of mobile telecommunication system operators are considered. An analysis is carried out for the range of assigned frequencies of GSM system in case of connection of data transfer services of the fourth generation systems (LTE).

**Keywords:** electromagnetic compatibility, concept of WAPECS, technological neutrality, LTE, BEM mask.

В настоящее время конвергенция фиксированных и мобильных сетей связи создала ситуацию, когда несколько цифровых технологий стали являться конкурентами в области предоставления услуг на рынке подвижной радиосвязи. Несмотря на изменение политики регулирования использования радиочастотного ресурса и введение гибкого подхода к использованию радиочастотного спектра [1], вопросы качества предоставления услуг в области подвижной радиосвязи не получили облегчения ситуации из-за дефицита частот.

Политика беспроводного доступа для служб электронных коммуникаций (WAPECS – Wireless Access Platforms for Electronic Services) – это политика, которая представляет концепцию гибкого варианта регулирования радиочастотного спектра.

Концепция WAPECS предполагает, что услуги связи могут предоставляться с использованием принципов технологической и сервисной нейтральности на основе требований по избеганию взаимных помех.

По концепции WAPECS под сервисной нейтральностью понимается, то, что любая услуга службы подвижной радиосвязи может быть предоставлена в любом из выбранных из WAPECS-диапазонов частот посредством любого типа сети электросвязи и не должно быть

диапазонов частот, зарезервированных для какого-либо пользователя или использования отдельными службами радиосвязи». Однако, основным условием остается отсутствие помех другим радиослужбам, что относится к вопросам межсистемной электромагнитной совместимости [1].

Согласно принципу технологической нейтральности, частотный диапазон становится более не привязан к технологии, например, GSM. Этот же диапазон становится доступным и иным технологиям, таким как, например, LTE. Но реализация этого принципа может быть усложнена тем, что для соблюдения электромагнитной совместимости внутри самой системы и между различными системами выделены полосы частот для организации защитного интервала не столько между различными службами, сколько это необходимо технологиям для того, чтобы передача данных не создавала помех передаче голоса.

В целях соблюдения ЭМС основным методом реализации технологической нейтральности использования радиочастот является введение понятия «маски излучения передатчика» (BEM – Block Edge Mask) или «краевая маска блока», далее – «маска BEM». В соответствии с Рекомендацией ECC (11)06: «Измерения соответствия маске границы блока для базовых станций» [2] разработаны возможные способы выполнения требований ЭМС с помощью вышеуказанных масок путем использования оборудования с требуемыми спектральными характеристиками (а), либо с использованием защитной полосы частот (б) (см. рис. 1).

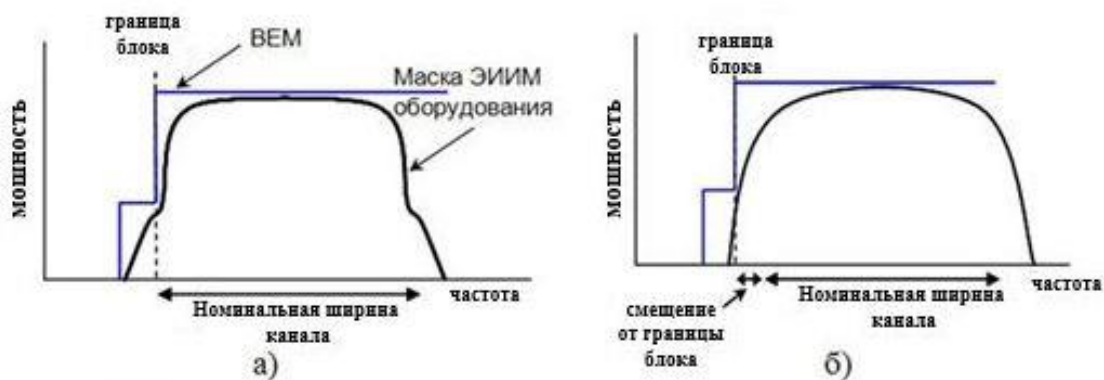


Рис. 1. Способы выполнения ЭМС с помощью маски BEM.

Соблюдение требуемых норм ЭМС возможно также с использованием дополнительных фильтров, т.е. посредством снижения мощности передатчика (рис. 2 в), а также с использованием возможности самостоятельно договориться о снижении требований маски BEM (см. рис. 2 г).

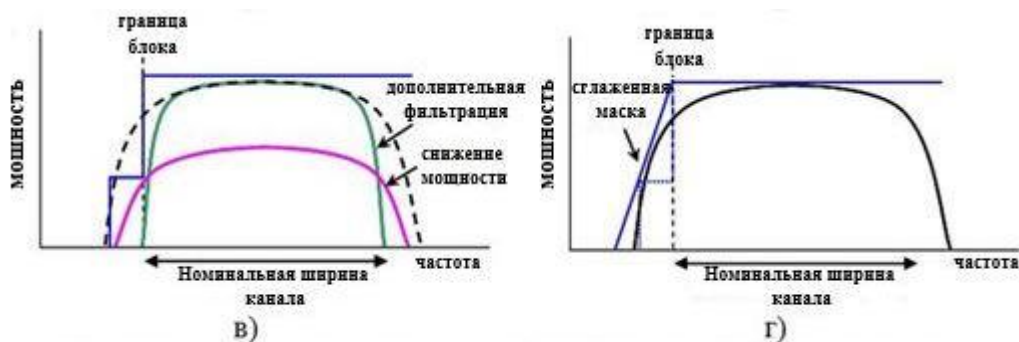


Рис. 2. Способы выполнения ЭМС с помощью маски ВЕМ.

Однако использование масок ВЕМ не гарантирует отсутствия помех на 100%, а только лишь обеспечивает их минимизацию до требуемого уровня и не всегда может решить проблемы с ЭМС.

В таких случаях в лицензии операторов включаются требования по исключению возможных помех приемникам в соседних полосах частот за счет самих же операторов, например, путем установки фильтров на приемники. При переходе к технологической нейтральности контролирующие органы надзора отслеживают только граничные условия (на границе лицензируемой территории) без осуществления детальной экспертизы ЭМС.

Таким образом, использование полос частот на основе маски ВЕМ целесообразно только в тех диапазонах, где отсутствуют РЭС других радиослужб или технологий, особенно там, где присутствуют РЭС военного назначения.

Однако существующий традиционный метод с указанием перечня технологий и условий для них хорошо согласуется с принципом разработки норм частотно-территориальных разнесов, уже использующийся на территории РФ. Это означает, что в РФ уже существуют примеры технологической нейтральности. Теперь практически рассмотрим возможности современных операторов сотовой связи по внедрению LTE с использованием собственных радиочастотных ресурсов.

Общий радиочастотный ресурс имеет следующие ограничения и содержит для GSM 124 несущие и 374 несущие для стандарта GSM-1800 (DCS1800). Этот запас частот, как правило, предназначен для всех конкурирующих операторов систем подвижной радиосвязи, функционирующих на одной и той же территории. Количество операторов, одновременно работающих на лицензионной территории, как правило, 4 (но не более 5). Исходя из уже известных правил ЭМС, утвержденных для системы GSM разнос между частотными каналами составляет 200 кГц. Таким образом, в среднем один оператор может иметь ширину полосы 4-5 МГц (от 20 до 25 частотных каналов) в диапазоне GSM900 и 16-17 МГц (80-85 частотных каналов) в диапазоне DCS-1800.

Условия же применения различных видов радиотехнологий в диапазоне 1800 МГц закреплялись решениями главного радиочастотного центра (или Главного комитета по радиочастотам ГКРЧ). Этими решениями ГКРЧ закрепил условия частотного разнеса между сетями различных технологий для операторов в соседних полосах частот. Выдержка данных условий из решений ГКРЧ №13-22-02 от 11 декабря 2013 г. (см. табл. 1).

Таблица 1

**Минимальный частотный разнос между номиналами частот сетей стандартов GSM и LTE для дуплекса FDD (метод радиодоступа SC-FDMA, OFDMA)**

№ п/п	Класс излучения LTE	Частотный разнос (МГц)
1	1M08 и 1M40	1
2	2M70 и 3M00	1,8
3	4M50 и 5M00	2,7
4	9M00 и 10M0	5,2
5	13M5 и 15M0	7,7
6	18M0 и 20M0	10,2

В соответствии с WAPECS использование диапазона LTE совместно с диапазоном передачи голосовых сообщений должно происходить при соблюдении требований ЭМС.

В настоящее время условия совместимости стандартов разработаны и приняты для GSM900 и UMTS. И в перспективе лишь планируется переход на LTE, но это потребует дополнительного решения Главного радиочастотного центра РФ. Более того, количество номиналов частот в диапазоне GSM900 невелико (см. рис. 3).



Рис. 3. Емкость полосы частот, занимаемой в GSM стандартом LTE в 2МГц.

И при наличии у оператора 20–25 номиналов частот для планирования сети, согласно табл. 1, используя минимальный разнос частот для класса излучения «1M08 и 1M40», минимум 10 номиналами радиочастот голосового трафика необходимо будет пожертвовать для защитной полосы LTE в целях соблюдения ЭМС. Это решение может стать критическим в плане значительного снижения количества голосовых каналов. Использование диапазона DCS-1800 (см. рис. 4) в качестве частичного использования для системы LTE является наиболее обоснованным.



Рис. 4. Емкость полосы частот, занимаемой в DCS стандартом LTE в 2МГц.

Из рисунка 4 видно, что использование ресурса диапазона DCS в процентном отношении приносит меньше сложностей по сравнению с диапазоном GSM.

В целях сохранения имеющегося уровня качества в системах подвижной радиосвязи и не снижения одного из основных параметров качества сотовой сети связи – пропускной способности сети – наиболее целесообразным, безусловно, является использование диапазона DCS-1800. Особенно это рекомендация важна для тех операторов мобильной связи, которые не обладают лицензией на 3G технологию (технологию третьего поколения), так как на сегодняшний день только она способна предоставлять голосовые каналы вместо систем 2G диапазонов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пастух С. Ю. Общие сведения о технологической нейтральности использования радиочастот [Электронный ресурс] // НИИР. – Май 2014. – Режим доступа: <http://niir.ru/news/>.
2. ECC Recommendation (11) 06: Block Edge Mask Compliance Measurements for Base Stations. Approved October 2011. Approved Annex 3 – October 2013.