

*Региональный семинар МСЭ для стран СНГ и Грузии  
«Тенденции развития конвергентных сетей:  
решения пост-NGN, 4G и 5G»»*

*17 – 18 ноября 2016 г., Киев, Украина*

*Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»*



# **РАДИОЧАСТОТНЫЙ МОНИТОРИНГ: ВСЕГДА БЫТЬ В «МАСКЕ»**

*Благодарный В.Г.*

*к.тн. доцент*

*Государственное предприятие  
«Украинский государственный  
центр радиочастот»*

# Основные задачи радиомониторинга



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

**Основной задачей радиомониторинга является поддержка процесса управления использованием спектра и решение проблем помех.**

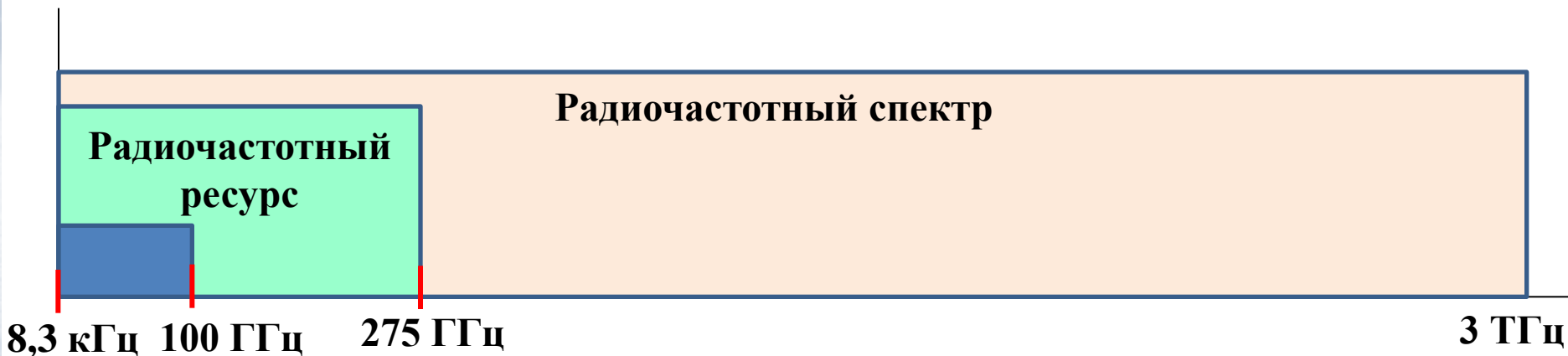
**Конкретные цели:**

- 1) содействие в решении проблем электромагнитных радиочастотных помех в местном, региональном или глобальном масштабе;
- 2) обеспечение необходимых данных контроля для процесса управления использованием радиочастотного ресурса, проверка надлежащих технических и эксплуатационных характеристик передаваемых сигналов (соблюдение лицензии);
- 3) содействие в обеспечении допустимого качества приема населением звуковых и телевизионных вещательных передач;
- 4) обеспечение условий совместной работы сетей связи.

# Составляющие процесса управления использованием спектра



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»



**Основные составляющие процесса управления использованием спектра:**

- распределение радиочастот;
- выделение радиочастот (радиочастотного канала);
- присвоение радиочастоты (радиочастотного канала).

**Распределение (полосы) радиочастот (allocation of a frequency band)** – запись в Таблице распределения частот некоторой заданной полосы частот с целью ее использования одной или несколькими наземными или космическими службами при определенных условиях.

# Радиослужбы. Выделение. Присвоение



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

## Радиослужбы:

- Фиксированная
- Подвижная
- Радиовещательная
- Радионавигационная
- Радионавигационная спутниковая служба
- Служба космической эксплуатации
- Радиоастрономическая
- Спутниковая служба исследования Земли ...

## Радиовещательная служба:

- Аналоговое звуковое вещание
- Цифровое звуковое вещание
- Аналоговое телевидение
- Цифровое телевидение

## Радионавигационная спутниковая служба:

- GPS
- Глонасс
- Galileo

**Выделение (радиочастот или радиочастотного канала) (allotment of a radio frequency)** – запись определенной полосы или радиочастотного канала в согласованном плане, принятом компетентной конференцией, с целью использования его одной или несколькими администрациями для наземной или космической службы радиосвязи в одной или нескольких указанных странах или географических зонах при определенных условиях.

**Присвоение (радиочастоты или радиочастотного канала) (assignment of a radio frequency)** – разрешение, выдаваемое администрацией какой-либо радиостанции, на использование радиочастоты или радиочастотного канала при определенных условиях.

# Концепция гармонизации выделения радиочастот



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

До недавнего времени краеугольным камнем европейской политики по регулированию использования РЧР являлась **гармонизация** выделения радиочастот, т.е. жесткое закрепление за каждой из радиотехнологий отдельных участков спектра.

Идея заключалась в том, чтобы создать **НАИЛУЧШИЕ** условия для развития массового рынка, и, как следствие, - Европейского роуминга, удешевления оборудования и услуг связи.

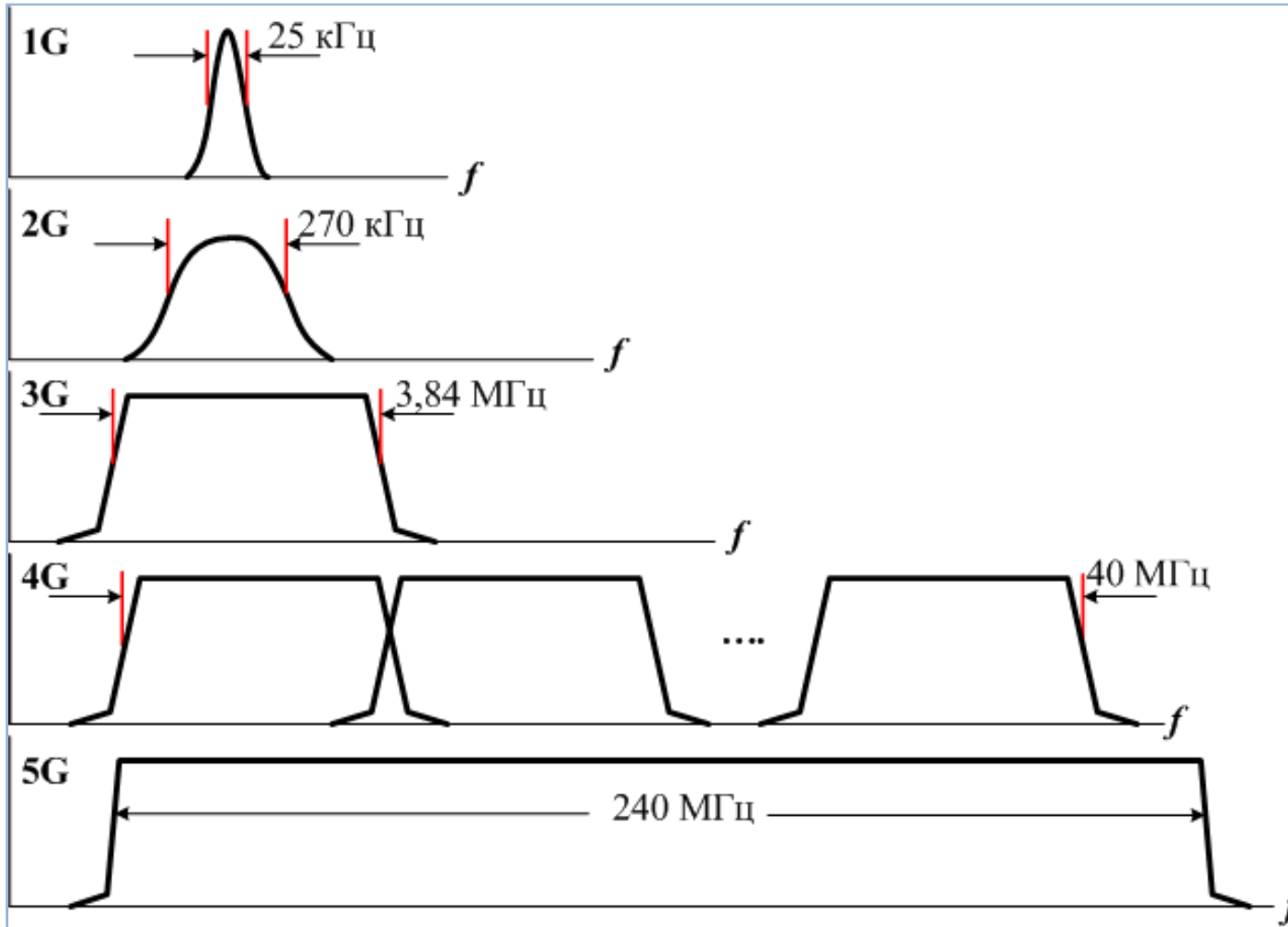
Сущность гармонизации:

- Единая полоса частот для использования определенным типом оборудования/системой во всех участвующих странах.
- Определение технического стандарта и других условий использования радиочастот.
- Контроль соблюдения регулятором условий использования радиочастот через лицензирование и мониторинг.

# Ширина спектра сигналов для различных поколений радиосвязи



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»



# Концепция WAPECS



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

**WAPECS – Wireless Access Policy for Electronic Communications Services** – политика по развертыванию систем беспроводного доступа для предоставления любых услуг электросвязи конечному пользователю.

## **Общий концептуальный подход WAPECS:**

1) Спектральная маска излучения (определяется стандартом):

- ТТХ передатчика и формирователя каналов – в зависимости от радиотехнологии;
- гарантированная внутрисистемная совместимость;
- является частью оценки соответствия оборудования.

2) Граничная маска блока (***BEM, Block Edge Mask***):

- технологическая нейтральность;
- относится ко всему блоку спектра оператора;
- охватывает как внутриблочные, так и межблочные излучения;
- различные BEM относятся к базовым и мобильным станциям, к режиму FDD и TDD.

# Концепция «технологической нейтральности»



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

Реализация принципов **технологической нейтральности**, предоставляемых посредством гибкого использования РЧР, позволяет пользователю выбирать между различными мобильными технологиями (3G/UMTS, 4G/LTE, WiMAX и т.д.) и соответствующими услугами на базе этих технологий.

**Методы реализации технологической нейтральности (Отчет СЕРТ 19 «Минимальные технические требования в полосах частот при внедрении концепции WARECS»):**

- 1. Определение для полосы частот перечня возможных радиотехнологий и условий их использования.**
- 2. Применение «маски» излучения передатчика (ВЕМ).**
3. Плотность потока мощности (PFD).
4. Маски спектральной плотности передатчиков (PSD).
5. Смешанный подход.
6. Метод определения частотно-временной области.



# Повышение спектральной эффективности сигналов



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

Спектр сигнала IEEE 802.16-2009 (WiMAX 3,6 ГГц)



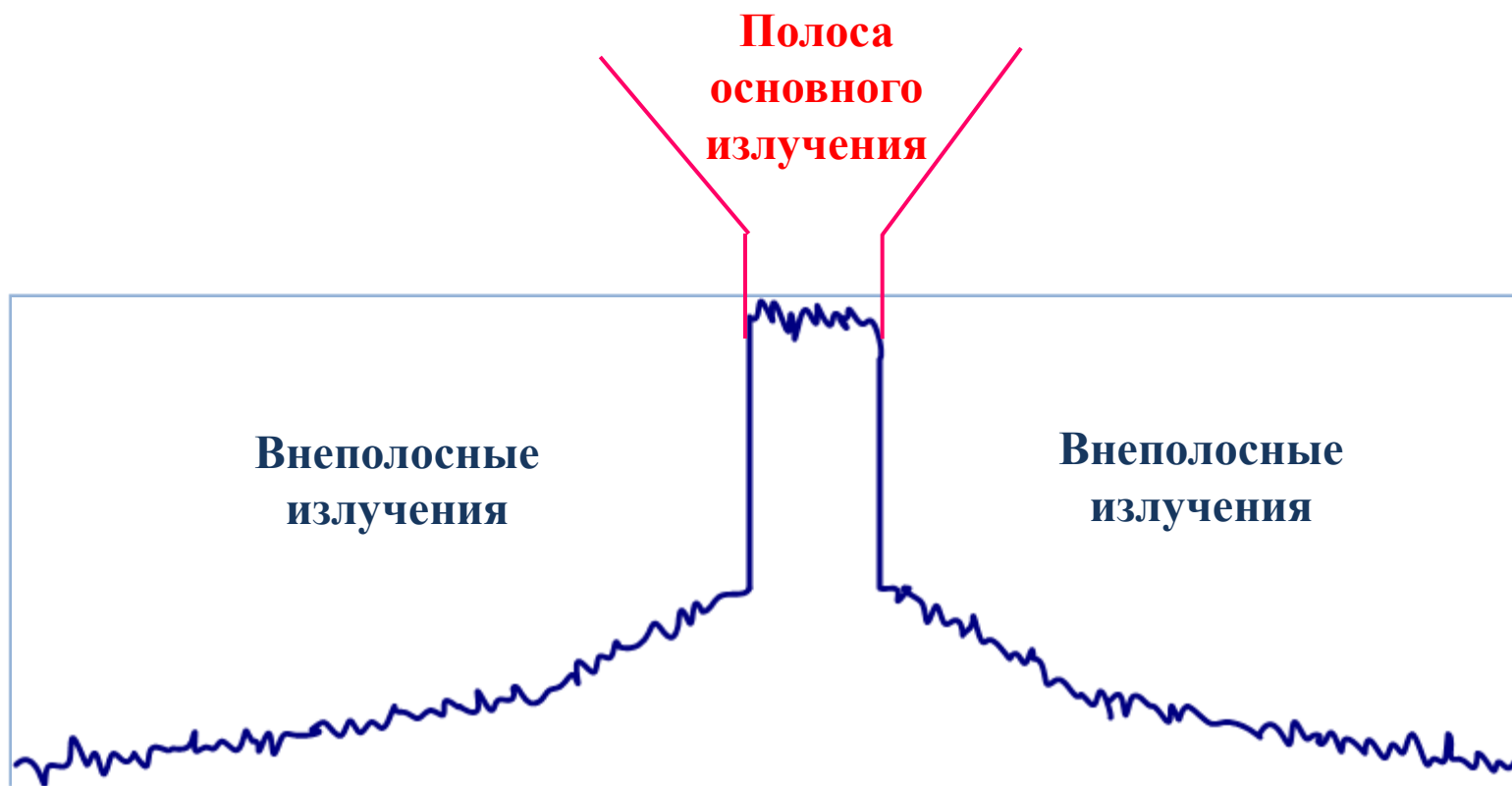
Date: 9.MAR.2010 13:40:09

# Повышение спектральной эффективности сигналов



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

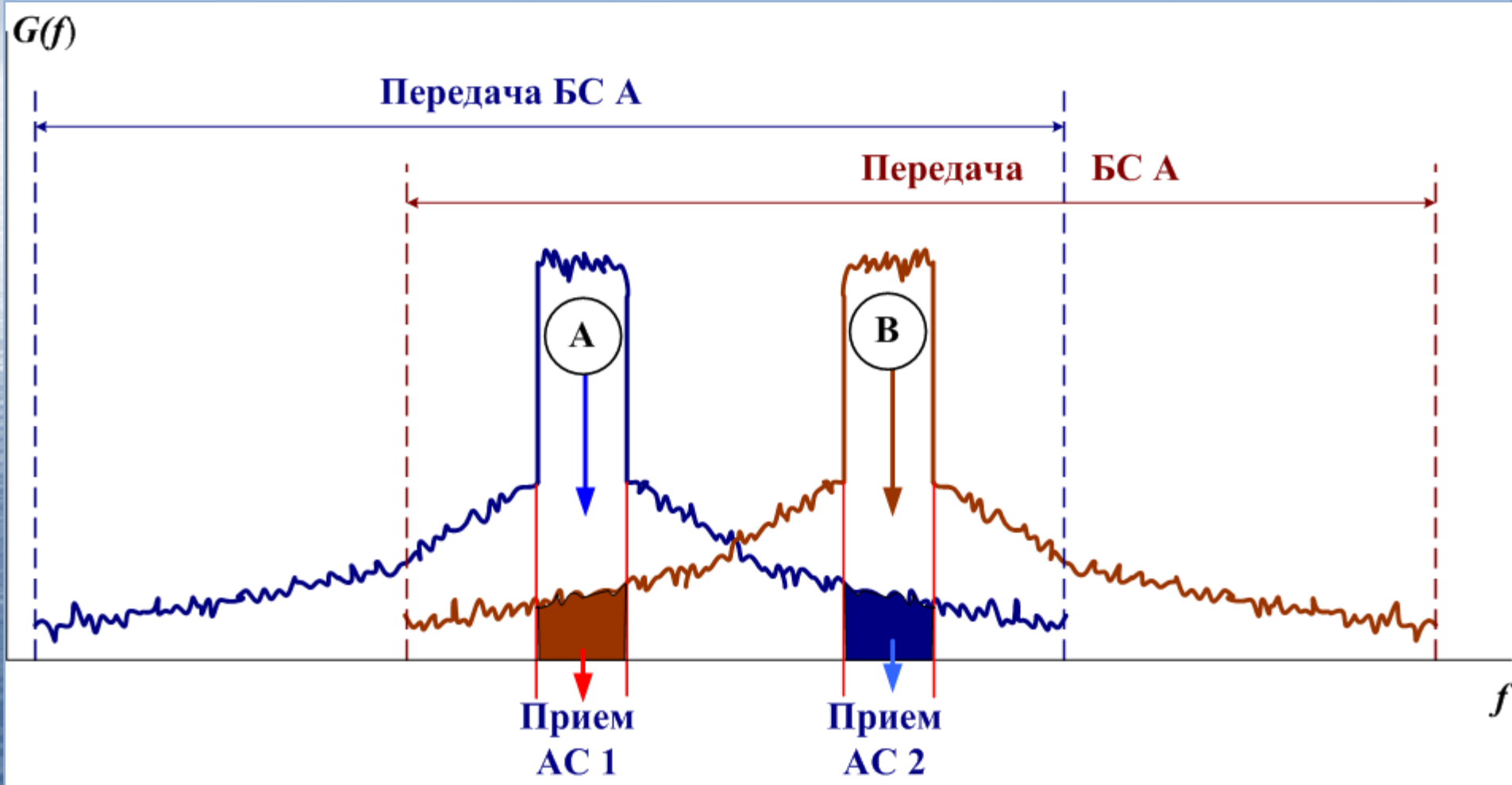
## Спектр сигнала БС LTE700 (758 МГц – 788 ГГц)



# Тенденции развития беспроводной связи



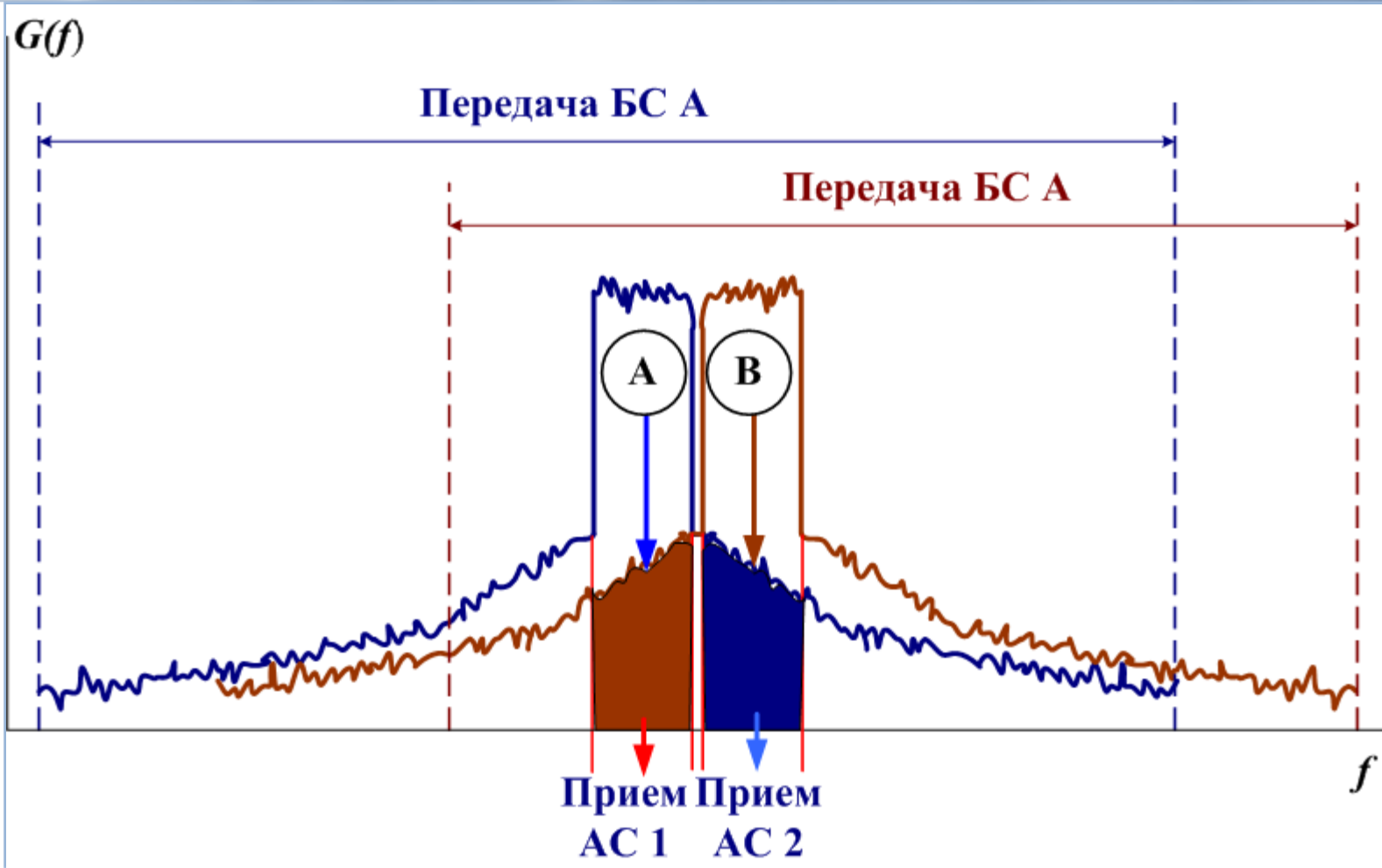
Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»



# Тенденции развития беспроводной связи



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

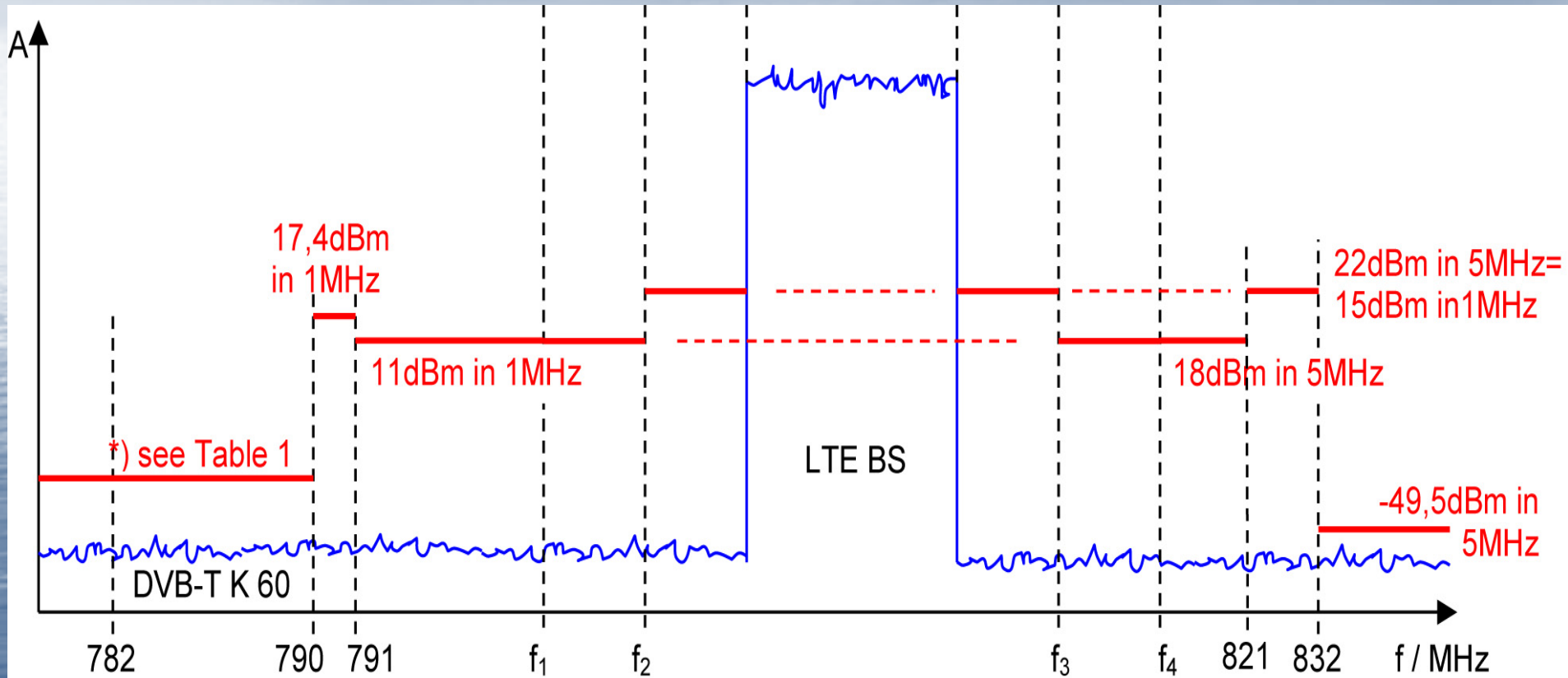


# Образец ВЕМ для БС LTE800



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

Маска сигнала передатчика БС LTE800 в соответствии с ЕСС/DEC/(09)03



$f_1 = 10\text{MHz}$  from lower block edge,  $f_2 = 5\text{MHz}$  from lower block edge  
 $f_3 = 5\text{MHz}$  from upper block edge,  $f_4 = 10\text{MHz}$  from upper block edge

# Повышение спектральной эффективности сигналов



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

## Относительные уровни ВЕМ на примере БС LTE800 в канале 806 МГц для э.и.и.м. 56дБм/5 МГц

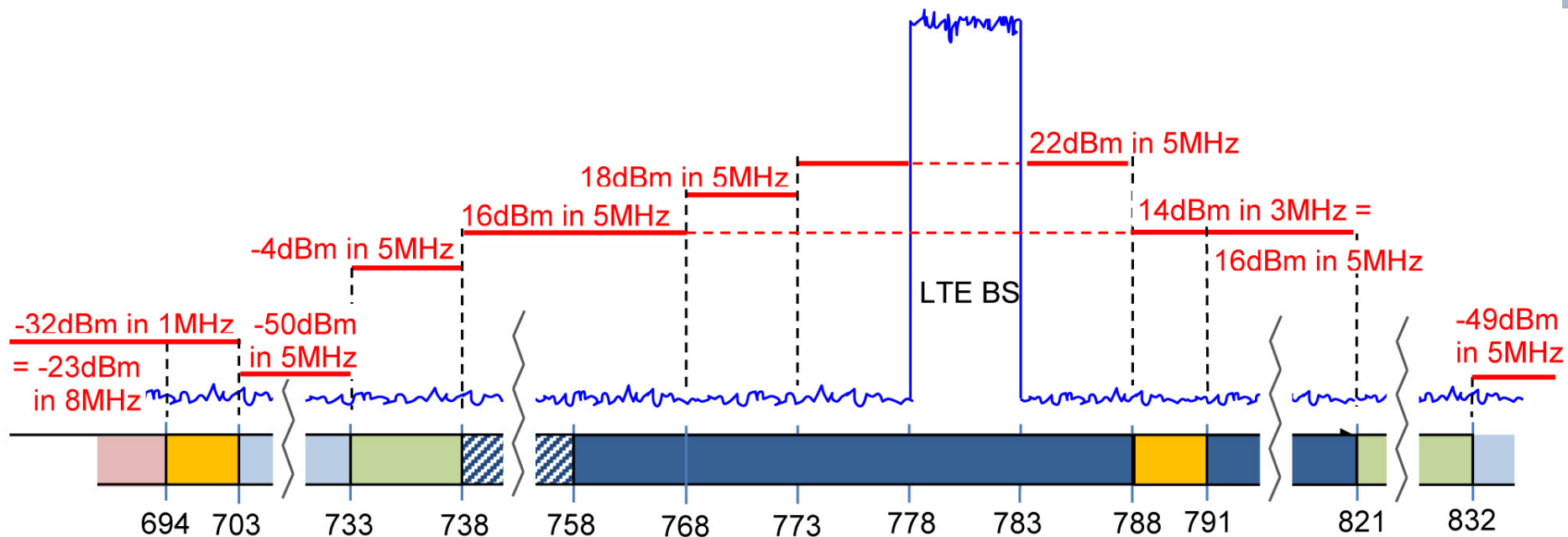
Offset from LTE centre frequency	Frequency range	e.i.r.p. limit according to VEM definition (ECC/DEC/(09)03 [12])	Reference bandwidth	Level	Relative level
< -16 MHz	< 790 MHz	0 dBm	8 MHz	-9 dBm/MHz	-58 dB
-16...-15 MHz	790...791 MHz	17.4 dBm	1 MHz	17.4 dBm/MHz	-31.6 dB
-15...-10 MHz	791...796 MHz	18 dBm	5 MHz	11 dBm/MHz	-38 dB
-10...-5 MHz	796...801 MHz	22 dBm	5 MHz	15 dBm/MHz	-34 dB
-5...+5 MHz	801...811 MHz	59 dBm	10 MHz	49 dBm/MHz	0 dB
+5...+10 MHz	811...816 MHz	22 dBm	5 MHz	15 dBm/MHz	-34 dB
+10...+15 MHz	816...821 MHz	18 dBm	5 MHz	11 dBm/MHz	-38 dB
+15...+26 MHz	821...832 MHz	11 dBm	1 MHz	11 dBm/MHz	-38 dB

# Повышение спектральной эффективности сигналов



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

Относительные уровни ВЕМ БС LTE700 в канале 780,5 МГц (ЕСС/ДЕС/(09)03)



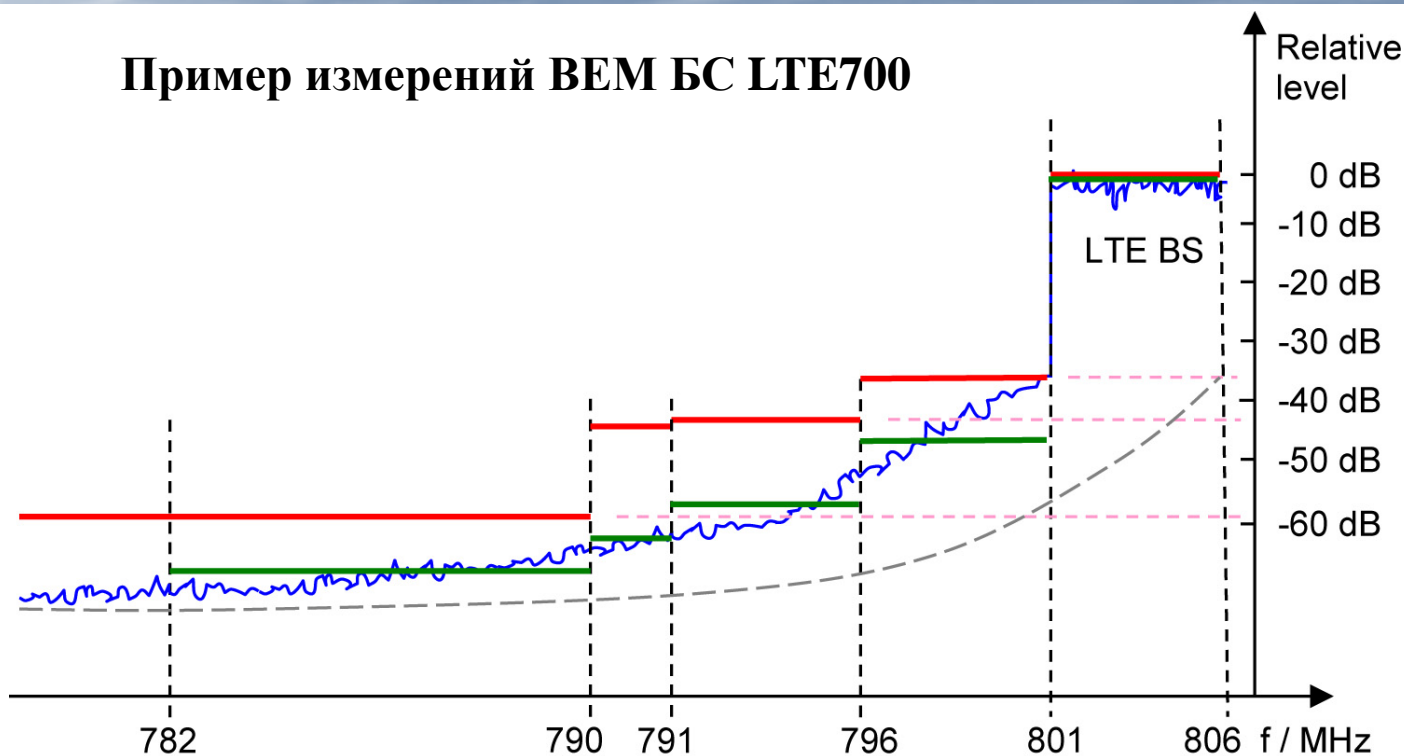
- Digital Television
- Guard Band
- Duplex Gap
- Supportive downlink (SDL)
- LTE downlink
- LTE uplink

# Повышение спектральной эффективности сигналов



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

## Пример измерений ВЕМ БС LTE700



— Измеренная канальная мощность в контролируемой полосе

— Границы ВЕМ в контролируемой полосе

— Измеренный уровень в полосе 100 кГц

- - - Шум системы измерений + затухание фильтра

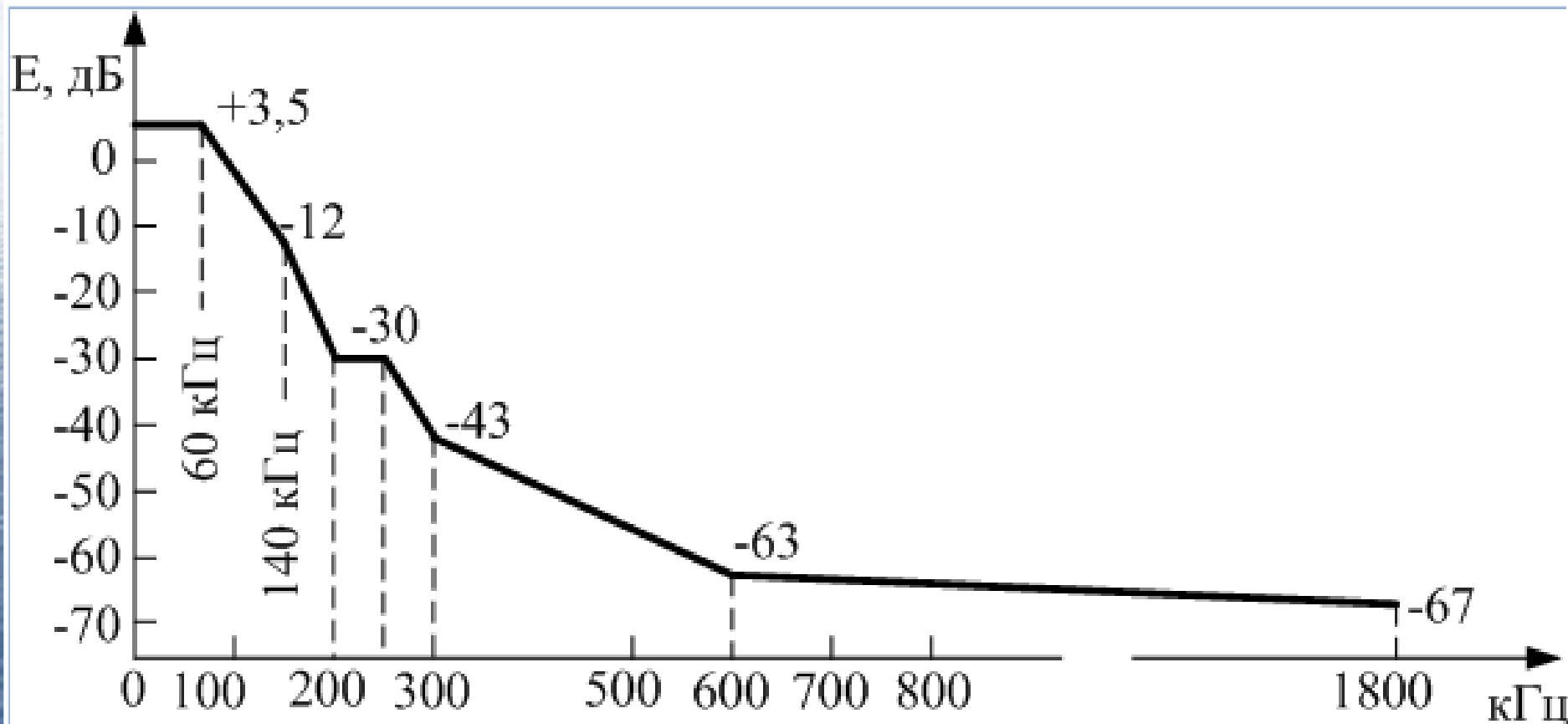


# Нормы на спектральную характеристику сигнала GSM



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

## Нормы на спектральную характеристику сигнала GSM



# Способы выполнения требований ВЕМ



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

**Способы выполнения требований маски ВЕМ оператором для различных случаев:**

- а) использование оборудования с требуемыми частотными характеристиками;
- б) использование защитной полосы частот для оборудования, которое не соответствует требованиям маски ВЕМ;
- в) применение дополнительных фильтров, либо снижения мощности в основной полосе частот;
- г) операторы, использующие соседние блоки частот самостоятельно договариваются о снижении требований маски ВЕМ по сравнению с установленными пределами.

**Использование масок ВЕМ не обеспечивает гарантию отсутствия помех во всех случаях, а лишь обеспечивает их минимизацию до определенного уровня. Более того, маски ВЕМ в соседних полосах частот могут быть жестче, чем возможности стандартного оборудования, что может потребовать использования защитной полосы частот.**

# Выполнение требований к маске ВЕМ



Государственное предприятие «Украинский государственный центр радиочастот»

В диапазоне 800 МГц в случае возникновения помех операторы широкополосного доступа обязаны их устранить, например, путем установки **фильтров на приемники телевизионного вещания**, работающих на каналах ниже 790 МГц.

В настоящее время маски ВЕМ разработаны и включены в нормативные документы Европейской Комиссии применительно к сетям подвижной службы в полосах радиочастот 800 МГц, 2100 МГц, 2600 МГц и 3500 МГц.

В полосах частот 900 МГц и 1800 МГц оказалось невозможным определить маски ВЕМ из-за нелинейного характера воздействия узкополосных помех от сетей GSM на широкополосные приемники UMTS и LTE.

Долгачу закончен.  
Спасибо за внимание