



# Защита фиксированных станций радиоконтроля от радиопомех

**Леонтьев Георгий**

директор департамента радиоконтроля

Службы управления связи Литовской Республики (RRT)



# СОДЕРЖАНИЕ

1. **Нормативные акты Литовской Республики в области радиоконтроля**
2. **Организация защиты фиксированных станций радиоконтроля Службы управления связью от помех**
2. **Рекомендации МСЭ-R SM.575 и МСЭ-R SM.575-1**
3. **Новая редакция рекомендации МСЭ-R SM.575**





# Национальные нормативные акты в области радиоконтроля

## ЗАКОНЫ

Закон электронной  
связи

Закон о  
государственном  
управлении

Закон о защите  
персональных данных

## ПОДЗАКОННЫЕ АКТЫ (утверждаются директором RRT)

- Правила защита фиксированных станций радиоконтроля RRT от сильных полей, создаваемых близлежащими радиостанциями;
- Правила поиска и устранения радиопомех;
- Правила измерения максимальной девиации частоты излучения ЧМ станций;
- ...



# Закон электронной связи

## Параграф 46. Радиоконтроль

1. RRT осуществляет радиоконтроль с целью надзора за порядком использования радио спектра. ...
2. RRT сама устанавливает правила защита фиксированных станций радиоконтроля от сильных полей, создаваемых близлежащими радиостанциями.
3. Полученную при проведения радиоконтроля информацию RRT использует только в ходе регламентируемой данным законом деятельности.

## Параграф 47. Устранение радиопомех

1. ...



# Основные положения правил защиты фиксированных станций радиоконтроля от радиопомех (1)

- 1.** RRT **не регистрирует** новые радиостанции, если:
  - 1.1.** расстояние между планируемой станцией и станцией контроля RRT меньше установленного;
  - 1.2.** расчетное значение уровня напряженности поля больше допустимого.
- 2.** Проекты планируемых вблизи станций контроля радиостанций, кроме обычного рассмотрения департаментом радиосвязи, проходят **дополнительную экспертизу в департаменте радиоконтроля.**

# Основные положения правила защита фиксированных станций радиоконтроля от радиопомех (2)

Минимальное расстояние между радиостанцией и станцией радиоконтроля:

Частота, $f$	Минимальное расстояние, км	
	Городская территория	Остальная территория
$9 \text{ kHz} \leq f < 174 \text{ MHz}$	$\sqrt{12P}$	$\sqrt{48P}$
$174 \text{ MHz} \leq f < 3 \text{ GHz}$	$\sqrt{3P}$	$\sqrt{12P}$

$P$  – Мощность радиостанции, кВт

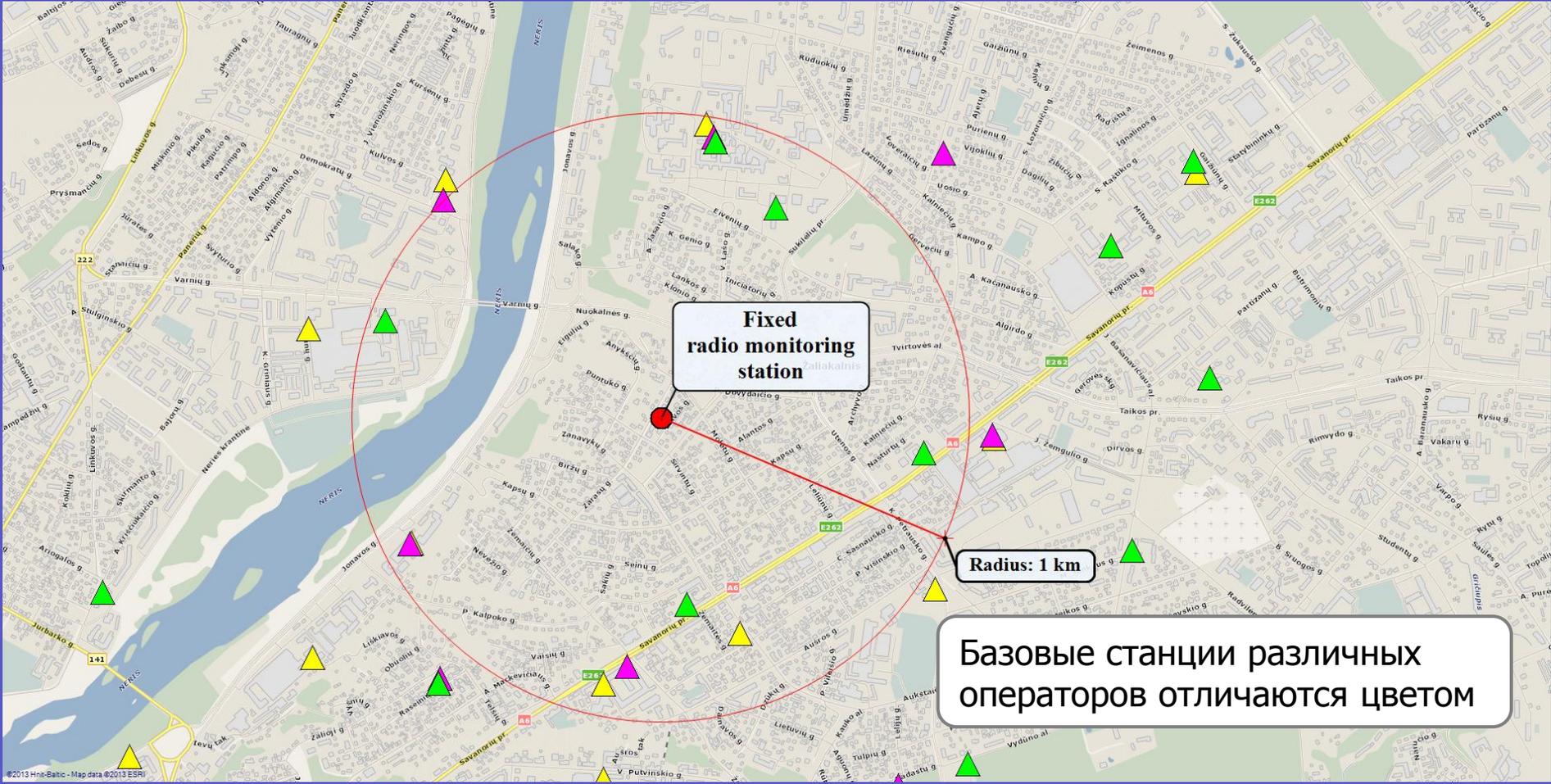
Значение максимально допустимой напряженности поля на станции радиоконтроля перенесено из рекомендации МСЭ-R SM. 575.



# Процедура регистрации радио станции вблизи станции радиоконтроля

Этапы	Действия оператора	Действия RRT
<b>1.</b> Подача заявки на регистрацию радиостанции.	Подготовка заявки на регистрацию радиостанции.	Проверка соответствия заявки установленным требованиям, включая <b>проверку расстояния</b> до станции радиоконтроля.
<b>2.</b> Регистрация радиостанции.	Устранение недостатков заявки, включая <b>корректировку</b> мощности излучения.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Расчет</b> уровня напряжённости поля, создаваемого радиостанцией на антенной площадке станции радиоконтроля.</li><li>• Регистрация радиостанции в базе данных RRT.</li></ul>
<b>3.</b> Уточнение мощности излучения радиостанции.	Корректируется мощность излучения в направлении станции радиоконтроля (изменяется угол наклона антенны, мощность передатчика и т.п.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Измерение</b> уровня напряжённости поля на антенной площадке станции радиоконтроля.</li><li>• Уточнение параметров радиостанции в базе данных RRT.</li></ul>

# Расположение GSM базовых станций в окрестности станции радиоконтроля



# Особенности рекомендации МСЭ-R SM.575 1982 г. редакции

В рекомендации приведены следующие критерии максимально допустимой напряженности поля на станции радиоконтроля:

Fundamental frequency, $f$	Field-strength standard (mV/m)	Root-sum-square values of more than one fundamental field strength (mV/m)
$9 \text{ kHz} \leq f < 174 \text{ kHz}$	10	30
$174 \text{ kHz} \leq f < 960 \text{ kHz}$	50	150

*Note* – The root-sum-square field strength value applies to multiple signals, but only when all are within the RF passband of the monitoring receiver.

Значение максимально допустимой напряженности поля дано лишь **до 960 MHz** и в явном виде **“не привязано”** ни к ширине спектра сигнала, ни к параметрам приёмного оборудования станции радиоконтроля.

# Особенности рекомендации МСЭ-R SM.575 2007 г. редакции

В рекомендации приведены следующие критерии максимально допустимой напряженности поля на станции радиоконтроля:

Основная частота, $f$	Стандарт напряженности поля (мВ/м)	Среднеквадратичные значения более чем одной основной напряженности поля (мВ/м)
$9 \text{ кГц} < f < 174 \text{ МГц}$	10	30
$174 \text{ МГц} < f < 960 \text{ МГц}$	50	150
$960 \text{ МГц} < f < 3 \text{ ГГц}$	5	15



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Среднеквадратичная величина напряженности поля применяется для нескольких сигналов, но только в том случае, если они находятся в пределах полосы пропускания контрольного приемника по РЧ.

При допустимой напряженности поля 5 мВ/м, возможность размещения базовых станции сетей мобильной связи в радиусе 5-6 км от станции радиоконтроля исключается. В крупных городах это условие невыполнимо.

# Этапы подготовки новой редакции рекомендации МСЭ-R SM.575

Основная работа по подготовке рекомендации проходила в рабочей группе **WGFM PT FM22**:

- октябрь 2011 г. – на собрании группы **Украина** представила документ FM22(11)48Rev1 “Безопасное расстояние между фиксированной станцией радиоконтроля и передатчиком”, чем инициировала интерес к проблеме защиты станций радиоконтроля от радиопомех;
- март, ноябрь 2012 г. – группа рассматривала предложение **Германии** относительно критериев защиты станций радиоконтроля от вредных излучений (док. FM22(12)08 и FM22(12)48);
- апрель 2013 г. – группа FM22 на основе документов, представленных **Германией** (док. FM22(13)09) и **Литвы** (док. FM22(13)08), подготовила проект новой редакции рекомендации МСЭ-R SM.575



Май 2013 г. – группа WGFM одобрила проект новой редакции рекомендации МСЭ-R SM.575 и рекомендовала его для рассмотрения в МСЭ на собрании группы WP1C



Июнь 2013 г. – пленарное заседание группы WP1C практически без изменений одобрила новую редакцию рекомендации МСЭ-R SM.575 и рекомендовала её для дальнейшего рассмотрения

# Особенности проекта новой рекомендации

**Исходное положение проекта:** основным источником радиопомех фиксированным станциям радиоконтроля являются интермодуляционные продукты, возникающие во входных цепях приёмников.

В проекте новой рекомендации даны не фиксированные значения максимально допустимой напряженности поля для одного сигнала, а приведено выражение его расчёта :

$$E_{\max} (dB\mu V / m) = \frac{2P_{IP3} (dBm) + NF (dB) + 10 \log B_S (Hz)}{3} + 20 \log f (MHz) - G_i (dB) + 18,6 dB. (1)$$

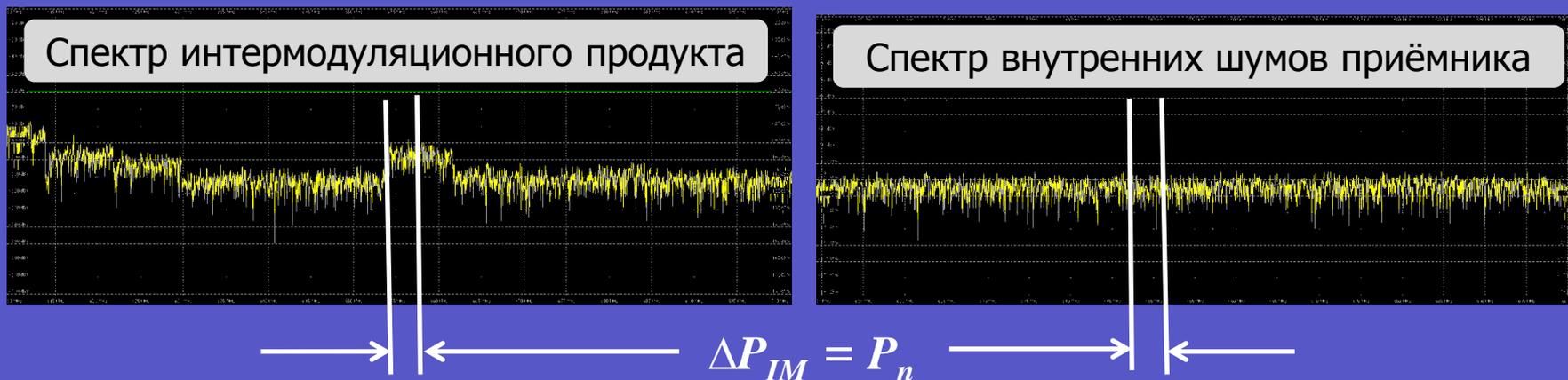
Здесь  $P_{IP3}$  – точка пересечения 3-его порядка приёмника;  $NF$  – коэффициент его шума;  $B_S$  и  $f$  – ширина спектра и средняя частота связанного с полем сигнала;  $G_i$  – коэффициент усиления антенны.

**Расчётное значение максимально допустимой напряженности определяется как параметрами связанного с полем сигнала, так и параметрами приёмной системы станции радиоконтроля.**

# Методика расчёта максимально допустимой напряженности поля

1

Из условия, что фиксируемые в полосе пропускания приёмника мощности интермодуляционного продукта  $\Delta P_{IM}$  и внутренних шумов приемника  $P_n$  равны, определялось **максимальное значение мощности сигнала на входе** приёмника  $P_{max}$ .



2

По величине максимальной мощности сигнала на входе приёмника рассчитывалась **максимально допустимая напряжённость поля**  $E_{max}$ .

# Основные допущения расчёта

## Основные допущения при расчете максимально допустимого уровня напряженности поля для одного сигнала:

- взаимодействуют три или более одинаковых по мощности и ширине спектра сигнала;
- учитываются продукты интермодуляции типа ИМЗ(1;1;1), поскольку их уровень на  $6\text{ dB}$  выше, чем продуктов типа ИМЗ(2;1);
- допускается, что спектр интермодуляционных продуктов плоский;
- внутренние шумы приёмника превышают уровень радишумов (это условие обычно выполняется на частотах выше  $100\text{ MHz}$ );
- затухание антенного фидера незначительно (если нет, то максимально допустимый уровень напряженности поля необходимо увеличить на величину затухания фидера).

# Внутренние шумы приемника (1)

Пересчитанное ко входу приёмника **среднеквадратичное значение мощности** его внутренних шумов  $P_n$  описывается известной формулой:

$$P_n = (f - 1)k t_0 B_n = (f - 1)p_n B_n, \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент шума приёмника;  $k$  – постоянная Больцмана;  $t_0$  – опорная температура (в этом выражении принимается равной  $290^\circ C$ );  $B_n$  – шумовая полоса пропускания приёмника.

**Обменная мощность теплового шума**  $p_n$  в полосе  $1 Hz$  при температуре  $290^\circ$  равна  $-174 dBm$ .

**Коэффициент шума приёмника**  $f$  обычно выражается в децибелах:

$$NF = 10 \log f.$$

## Внутренние шумы приемника (2)

Из формулы (2) вытекает следующее выражение для расчёта внутренних шумов приёмника в  $dBm$  :

$$P_R(dBm) = 10 \log(1000 p_R) = 10 \log(10^{\frac{NF}{10}} - 1) + 10 \log B_n - 174(dBm). \quad (3)$$

**Шумовая полоса пропускания** приёмника  $B_n$  обычно **мало отличается** от полоса пропускания приёмника на уровне  $3 dB$ , а коэффициент шума  $NF$  близок к  $10 dB$  или несколько больше. В этом случае выражение (3) заметно упрощается:

$$P_R(dBm) = NF + 10 \log B - 174(dBm). \quad (4)$$

При  $NF$  равной  $10 dB$  формула (3) дает лишь на  $0.5 dB$  большее значение чем формула (4), но при уменьшении  $NF$  до  $1 dB$  разница возрастает до  $6,9 dB$  !

# Пример расчёта максимально допустимой напряженности поля

Исходные параметры приёмной системы станции радиоконтроля:

- коэффициент шума приёмника – 10 dB;
- точка пересечения 3-его порядка приёмника – 15 dBm;
- коэффициент усиления антенны – 2,15 dBi.



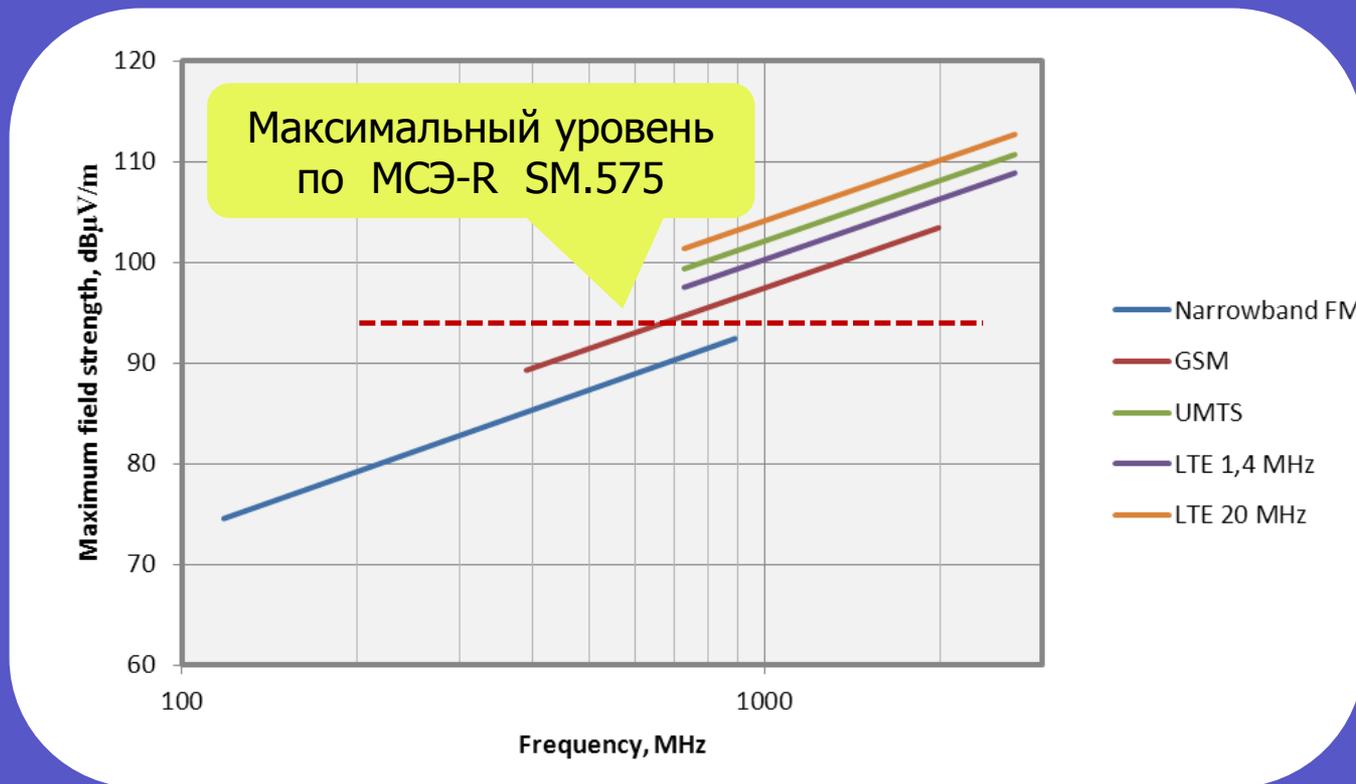
Рабочая расчётная формула:

$$E'_{\max} (dB\mu V / m) = \frac{10}{3} \log B_s (kHz) + 20 \log f (MHz) + 29,78 dB$$



Тип сигнала	Ширина спектра	Диапазон частот (downlink)	Максимально допустимая напряженность поля
Узкополосная FM	12,5 kHz	(118 – 890) MHz	(74,54 – 92,42) dBμV/m
GSM	200 kHz	(390,2 – 1990) MHz	(89,27 – 103,42) dBμV/m
UMTS	5 MHz	(728 – 2690) MHz	(99,35 – 110,7) dBμV/m
LTE	1,4 MHz	(728 – 2690) MHz	(97,51 – 108,86) dBμV/m
	5 MHz		(99,35 – 110,7) dBμV/m
	20 MHz		(101,36 – 112,71) dBμV/m

# Частотная зависимость максимально допустимой напряженности поля



**В случае утверждения новой редакции рекомендации МСЭ-R SM.575 заметно облегчатся условия функционирования базовых станций сетей сотовой связи вблизи фиксированных станций радиоконтроля.**

**Спасибо за  
внимание!**



**Спрашивайте!**

**Ph.D. Георгий Леонтьев  
georgij.leontjev@rrt.lt**

**Служба управления связи Литовской Республики  
www.rrt.lt**