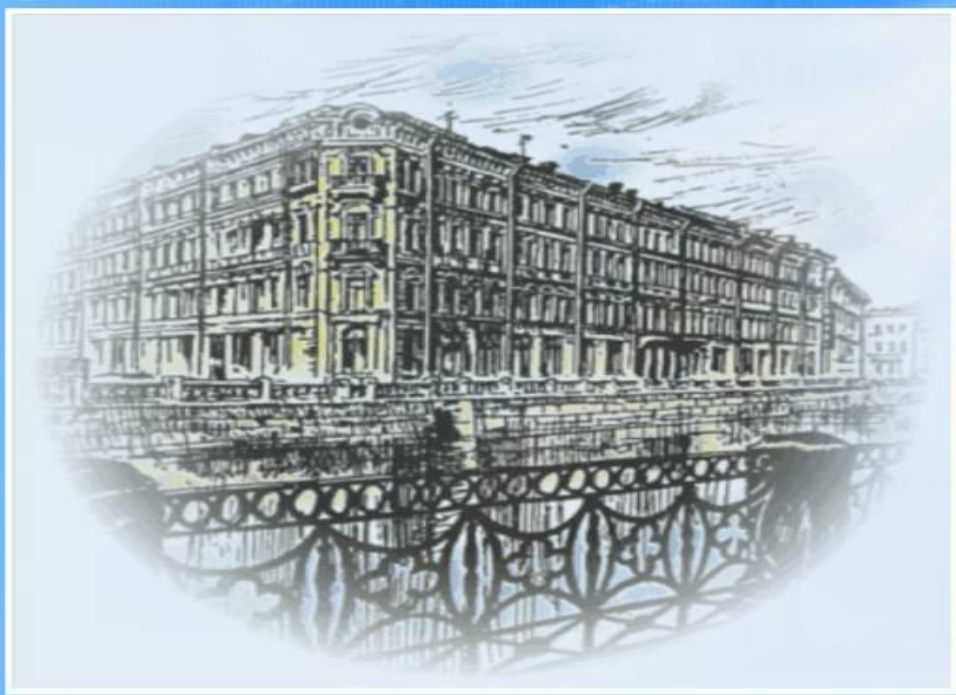




Технологии измерений и мониторинга в сетях мобильной связи

2. Электромагнитная совместимость



Антипин Борис Маврович,
к.т.н., доцент кафедры
«Телевидения и метрологии»
(СПбГУТ).



Основные понятия и определения

Электромагнитная совместимость технических средств – способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых помех другим техническим средствам.

ГОСТ Р50397-92



Радиоэлектронные средства –
технические средства, предназначенные
для передачи и (или) приема радиоволн,
состоящие из одного или нескольких
передающих
и (или) приемных устройств либо
комбинации таких устройств и
включающие в себя вспомогательное
оборудование.



Высокочастотные устройства - оборудование или приборы, предназначенные для генерирования и использования радиочастотно энергии в промышленных, научных, медицинских, бытовых или других целях, за исключением применения в области электросвязи.



Электромагнитная совместимость – способность радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств функционировать с установленным качеством в окружающей электромагнитной обстановке и не создавать недопустимые радиопомехи другим радиоэлектронным устройствам.



Электромагнитная обстановка (ЭМО)
– совокупность электромагнитных явлений,
процессов в заданной области пространства,
частотном и временном диапазонах.

ГОСТ Р 50397 -92, ГОСТ 30372-95



Классификация источников непреднамеренных электромагнитных помех

Источник электромагнитных помех

Естественные

Искусственные

Внеземные Земные

Радиоэлектронные

Системы зажигания

Аппаратура промышленная и широкого потребления

- Солнце
- Космические объекты
- Радиозвезды

- Атмосфера
- Разряды в осадках
- Среда распространения

- Средства радиовещания
- Радиорелейные линии
- Средства навигации
- РЛС
- Средства радиосвязи
- Аппаратура ИСЗ

- Двигатели
- Транспортные средства
- Станки и инструменты

- Сварочные аппараты
- Ультразвуковые устройства
- Медицинское оборудование
- Системы контроля производства
- Осветительные устройства
- Бытовые электроприборы



Классификация излучений радиопередающего устройства

Излучения передатчиков

Основное излучение

Нежелательные излучения

Внеполосные

Побочные

Сигнальное

Шумовое

На гармониках

На субгармониках

Комбинационные

Паразитные

Интермодуляционные



Необходимая ширина полосы частот - ширина полосы частот, которая достаточна при данном классе излучения для обеспечения передачи сообщений с необходимой скоростью и качеством при определенных условиях.

Обозначения : H005= 5 Гц, 180K=180 кГц,
16K0=16 кГц, 1M25=1,25 МГц, 5G65=5,65ГГц.



Занимаемая ширина полосы частот - ширина полосы частот, в которой содержится 99% мощности излучения.

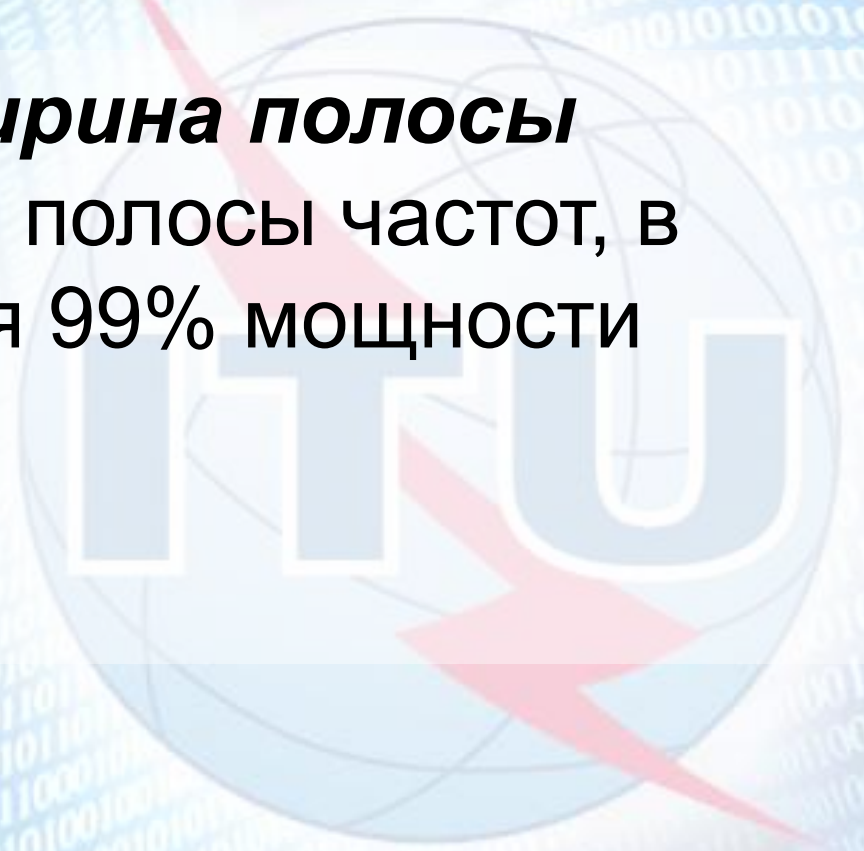
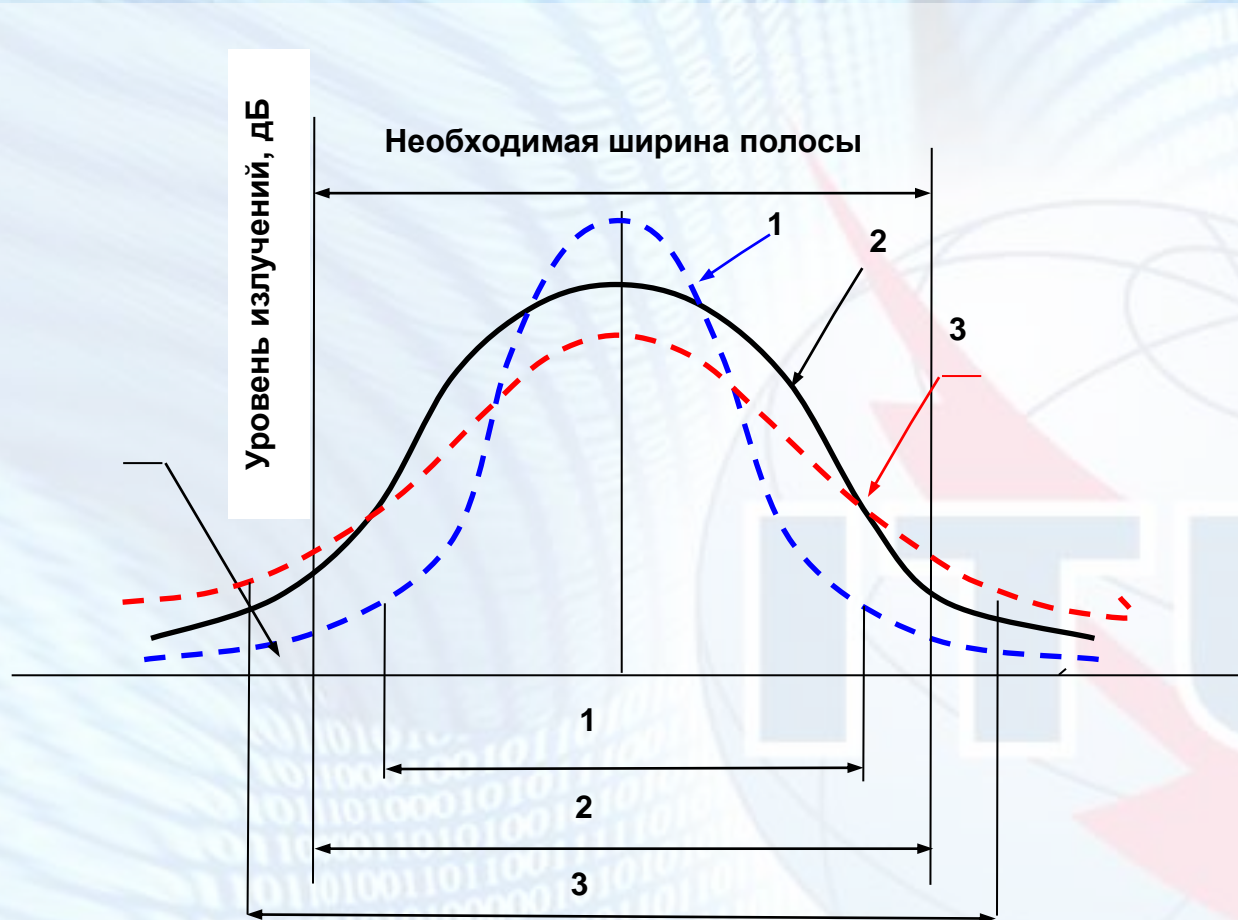




Иллюстрация понятия «необходимая полоса частот»



- 1 – ширина занимаемой полосы меньше необходимой;
- 2 – ширина занимаемой полосы равна необходимой;
- 3 – ширина занимаемой полосы больше необходимой.



Класс излучения -

последовательность из трех-пяти символов, обозначающих совокупность характеристик излучения:

1 символ - тип модуляции основной несущей.

2 символ - характер сигнала, модулирующего основную несущую.

3 символ - тип передаваемой информации.

4 символ - подробные данные о сигнале.

5 символ - характер уплотнения.

Примеры: F3EGN, F8E, A1D, J3E, H2BFN, G7D

Основные характеристики класса излучения:

- Первое обозначение - Тип модуляции основной несущей:
- Излучение немодулированной несущей N
- Излучения, при которых основная несущая модулируется по амплитуде :
 - Двухполосная A
 - Однополосная с полной несущей H
 - Однополосная с ослабленной несущей или с переменным уровнем несущей R
 - Однополосная с подавленной несущей J
- Излучения, при которых основная несущая имеет угловую модуляцию:
 - Частотная модуляция F
 - Фазовая модуляция G

Основные характеристики класса излучения:

Прочие случаи, отличные от указанных выше, при которых излучение состоит из основной несущей, модулированной либо одновременно, либо в заранее установленной последовательности сочетанием двух или более из следующих методов модуляции:

амплитудной, угловой, импульсной W

Прочие случаи X



Основные характеристики класса излучения:

Второе обозначение - Характер сигнала (сигналов), модулирующего основную несущую:

- Отсутствие модулирующего сигнала 0
- Один канал, содержащий квантованную или цифровую информацию без пользования модулирующей поднесущей 1;
- Один канал, содержащий квантованную или цифровую информацию при использовании модулирующей поднесущей 2;
- Один канал, с аналоговой информацией 3;
- Два и более каналов, содержащих квантованную или цифровую информацию 7;
- Два или более каналов с аналоговой информацией 8;
- Сложная система с одним или несколькими каналами, содержащими квантованную или цифровую информацию, совместно с одним или несколькими каналами, содержащими аналоговую информацию 9;
- Прочие случаи X

Основные характеристики класса излучения:

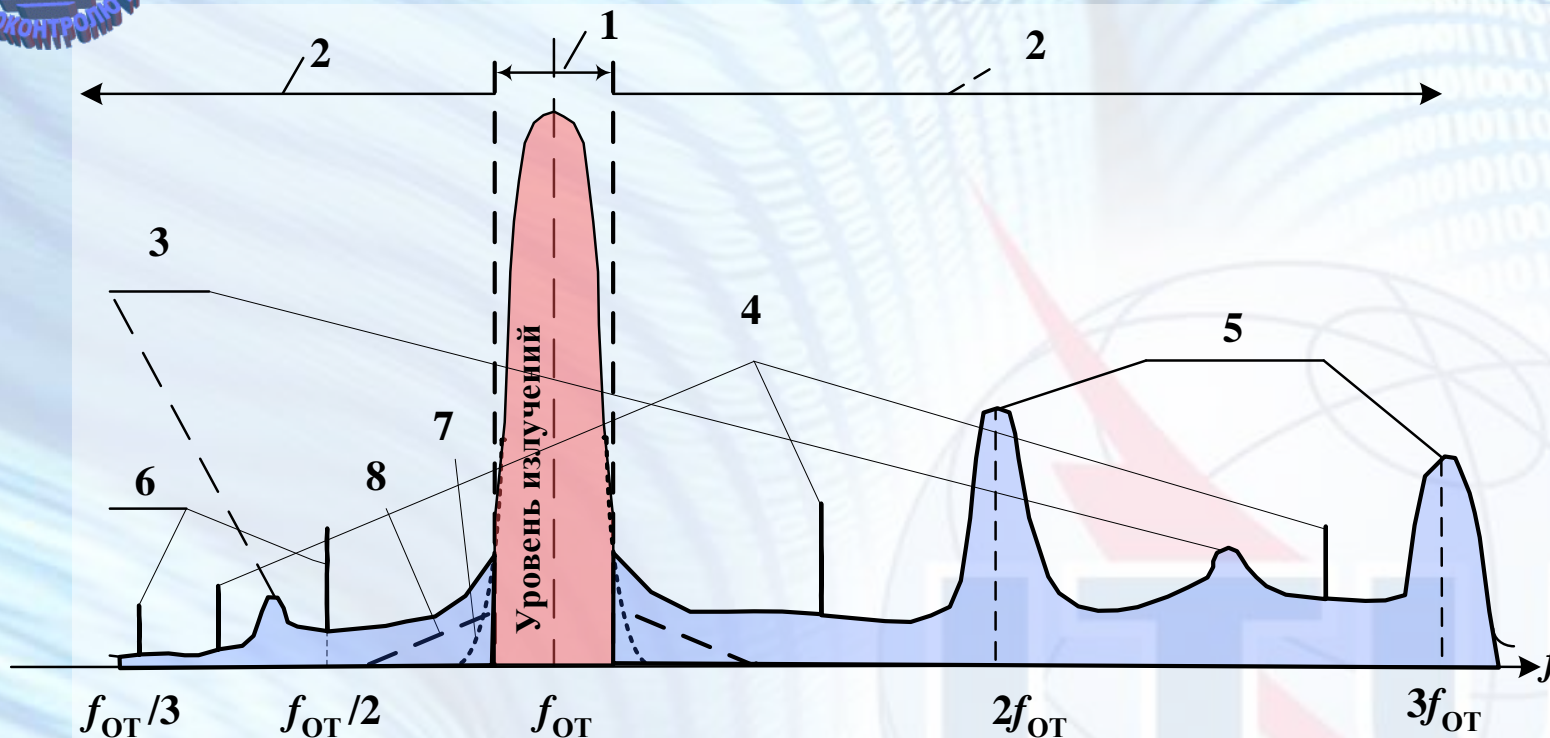
Третье обозначение - Тип передаваемой информации

- Отсутствие передаваемой информации N
- Телеграфия для слухового приема A
- Телеграфия для автоматического приема B
- Факсимиле C
- Передача данных, телеметрия, телеуправление D
- Телефония З (включая звуковое радиовещание) E
- Телевидение (видео) F
- Сочетание указанных выше типов W
- Прочие случаи X

Примеры: 10M0G7W, 3M84G7W, 252KF7W



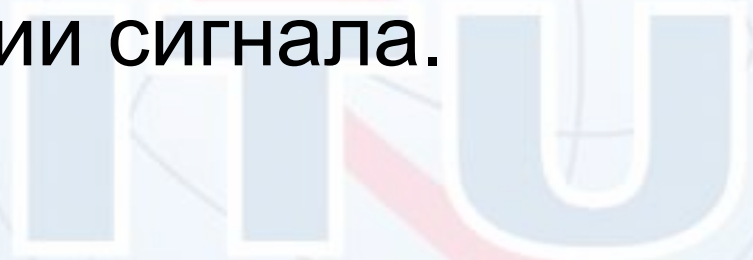
Спектр излучения передатчика



- 1- основные излучения;
- 2 - нежелательные излучения;
- 3 - паразитные излучения;
- 4 - комбинационные излучения;
- 5 - излучения на гармониках;
- 6 - излучения на субгармониках;
- 7 - внеполосные сигнальные излучения;
- 8 - внеполосные шумовые излучения



Внеполосные излучения -
нежелательные излучения в полосе
частот, непосредственно примыкающей к
необходимой полосе, являющиеся
результатом модуляции сигнала.





Побочные излучения -
нежелательные излучения, вызванные
нелинейными процессами,
происходящими в передатчике при
формировании несущей частоты и
усилении высокочастотных колебаний.



Комбинационные излучения -
нежелательные излучения, возникающие
в передатчике, когда основное излучение
формируется путем преобразования
вспомогательных колебаний.

ИГУ



Паразитные излучения - побочные излучения , возникающие в результате самовозбуждения передатчика из-за паразитных связей в генераторных или усилительных приборах или в его каскадах.



Интермодуляционные излучения - побочные излучения , возникающие в результате воздействия на нелинейные элементы высокочастотного тракта передатчика генерируемых колебаний и внешнего электромагнитного поля.



Классификация рецепторов электромагнитных помех

Рецепторы электромагнитных помех

Естественные

Человек

Животные

Растения

Искусственные

Радиоэлектронные приемные устройства

Радиовещание

Радиорелейная связь

Навигация

РЛС

Связные системы

Усилители

Промежуточной частоты

Видеочастоты

Звуковых частот

Аппаратура промышленная и широкого потребления

Контроля и управления

Биомедицинское оборудование

Вещательная аппаратура

Телефоны

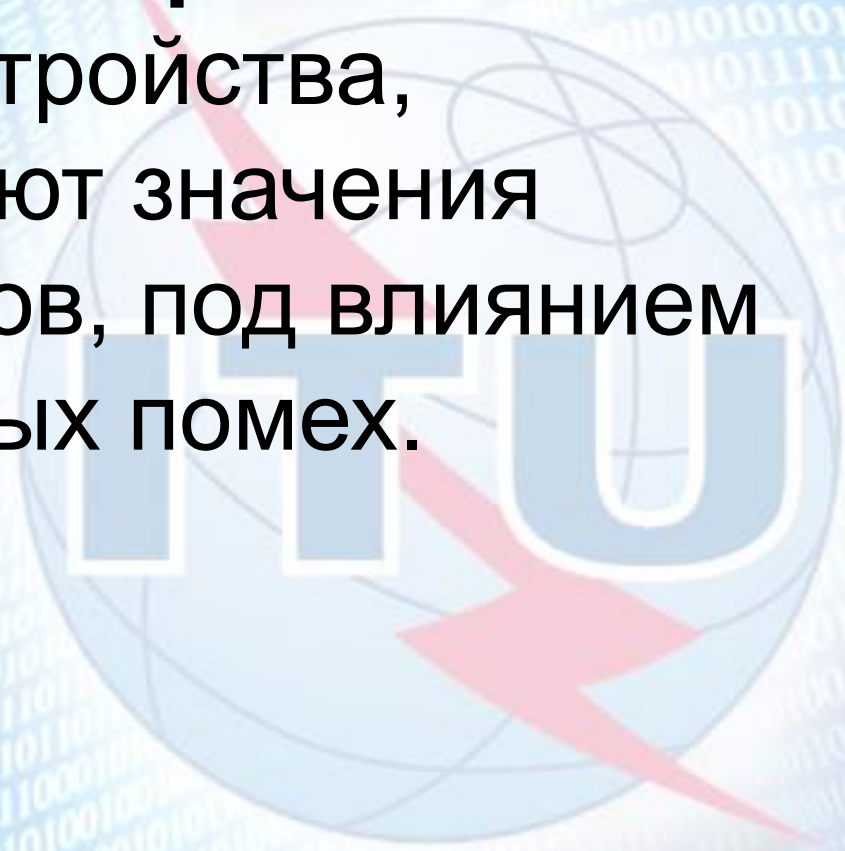
ЭВМ

Средства отображения

Чувствительные элементы

Пиротехнические приборы (детонаторы)

Рецепторы электромагнитных помех – устройства, которые изменяют значения своих параметров, под влиянием электромагнитных помех.





Каналы проникновения помех в радиоприёмник

Каналы проникновения помех

основной

нежелательные

внеполосный

побочный

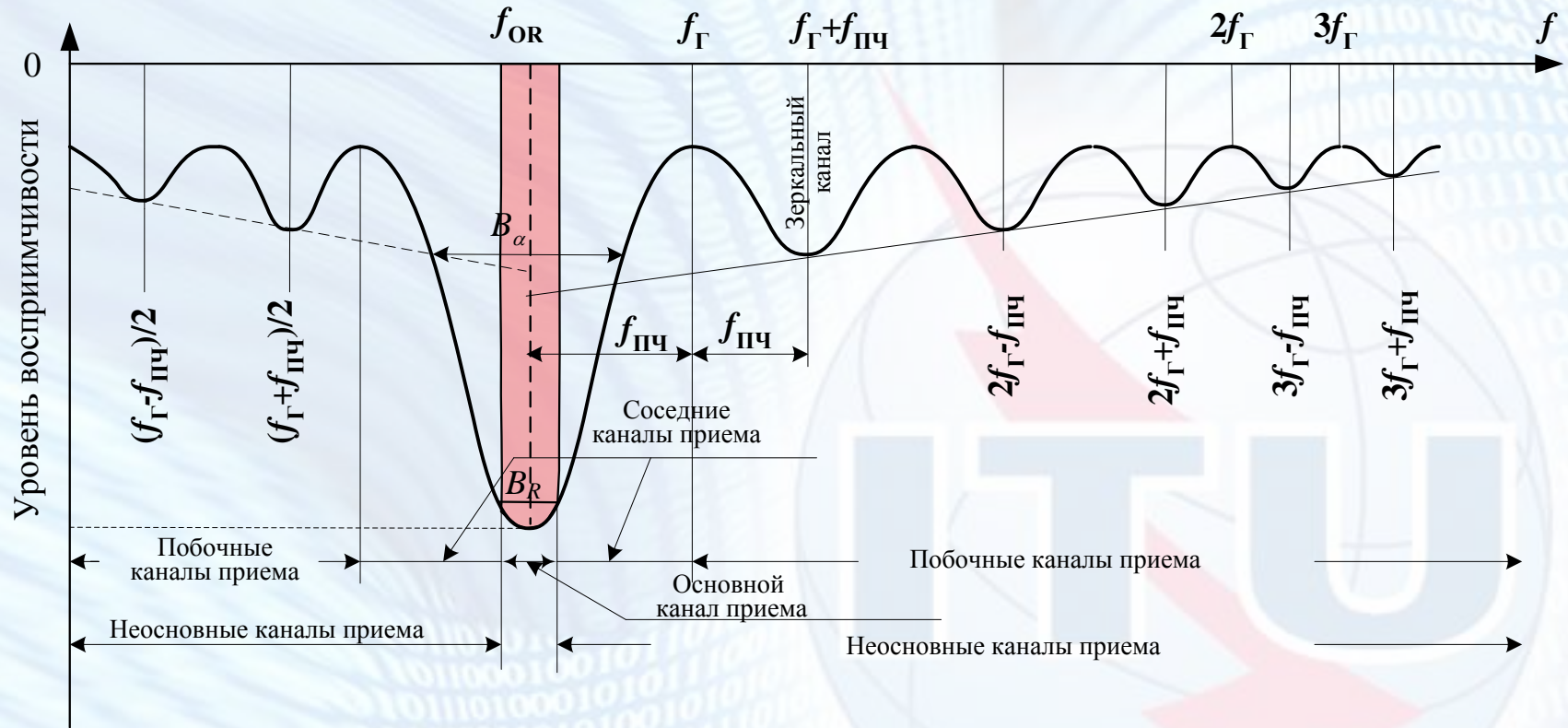
**Интермодуляционный
канал**

**Промежуточная
частота**

**Комбинационный
канал**



Характеристика частотной избирательности супергетеродинного приемника



f_{OR} - частота сигнала (настройки) приемника;
 f_{Γ} - частота гетеродина;
 $f_{ПЧ}$ - промежуточная частота



Методы обеспечения ЭМС

Классификация

Организационные

- распределения частоты
- временная регламентация работы
- пространственный разнос
- регулировка мощности
- выбор поляризации
- выбор кода (стр-ры)

Технические

- экранирование
- фильтрация
- заземление
- спец. методы защиты



Контрольные вопросы

- 1. Основные причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости.**
- 2. Основные источники помех.**
- 3. Назвать причины возникновения внеполосных излучений радиопередатчиков.**
- 4. Перечислить побочные излучения передатчиков.**
- 5. Дать определение необходимой полосы частот.**
- 6. Дать определение занимаемой полосы частот.**
- 7. Побочные каналы приёма супергетеродинного приёмника. Внеполосные каналы приёма.**
- 8. Методы обеспечения электромагнитной совместимости.**