

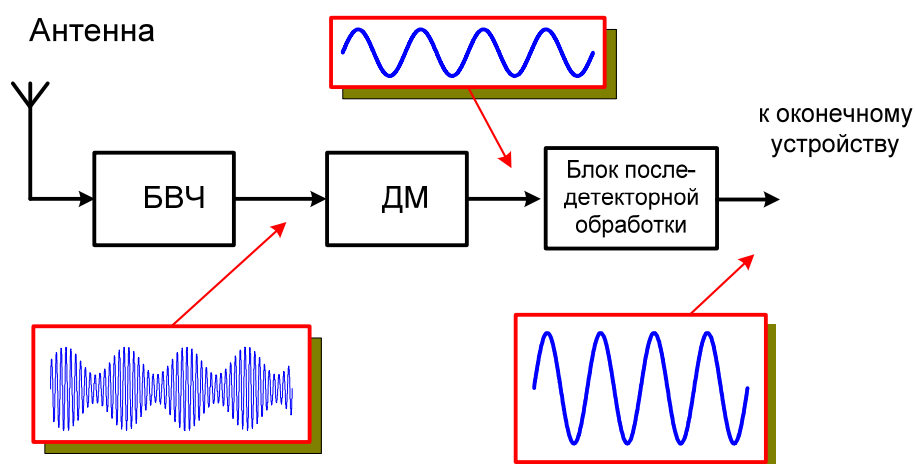
1. Структура, принцип действия и основные характеристики устройств приёма и обработки сигналов

1.1. Типовые структурные схемы устройств приёма и обработки сигналов

1.2. Показатели качества радиоприёмных устройств

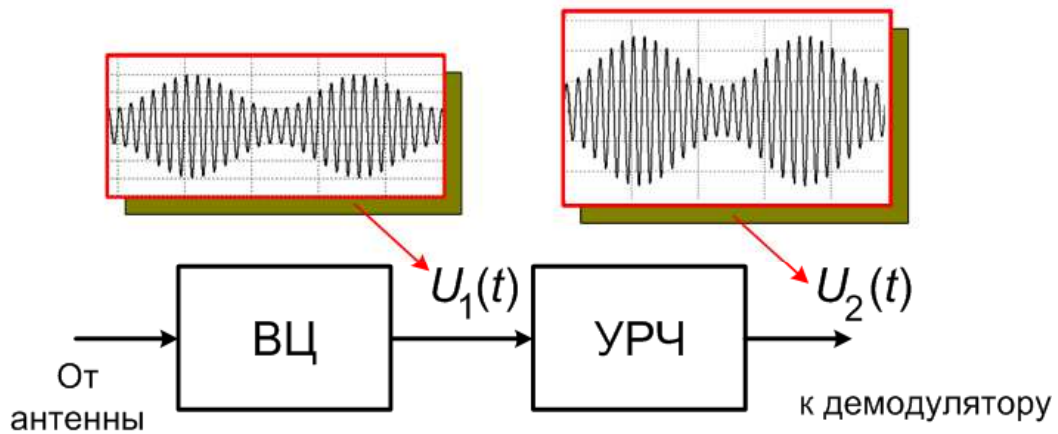
1.1. Типовые структурные схемы устройств приёма и обработки сигналов

Укрупнённая структурная схема РПУ



БВЧ – блок высокой частоты
ДМ - демодулятор

БВЧ прямого усиления

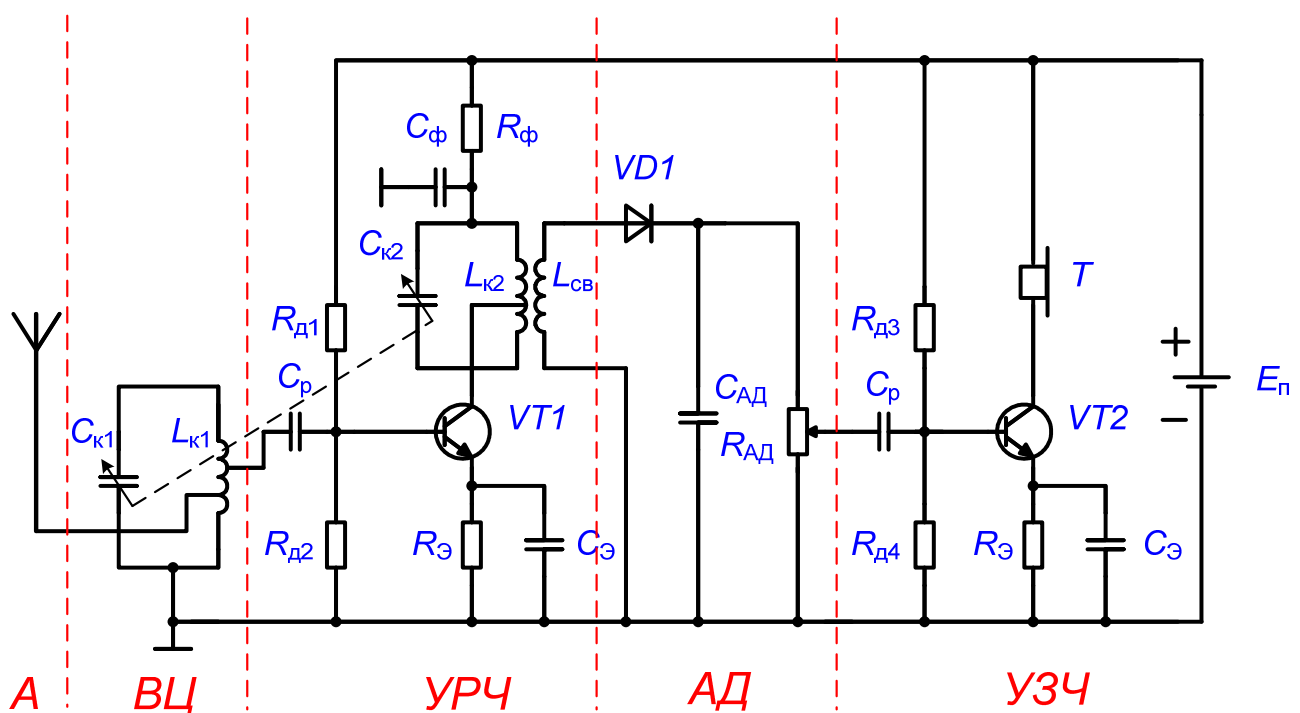


ВЦ – входная цепь

УРЧ – усилитель радиочастоты

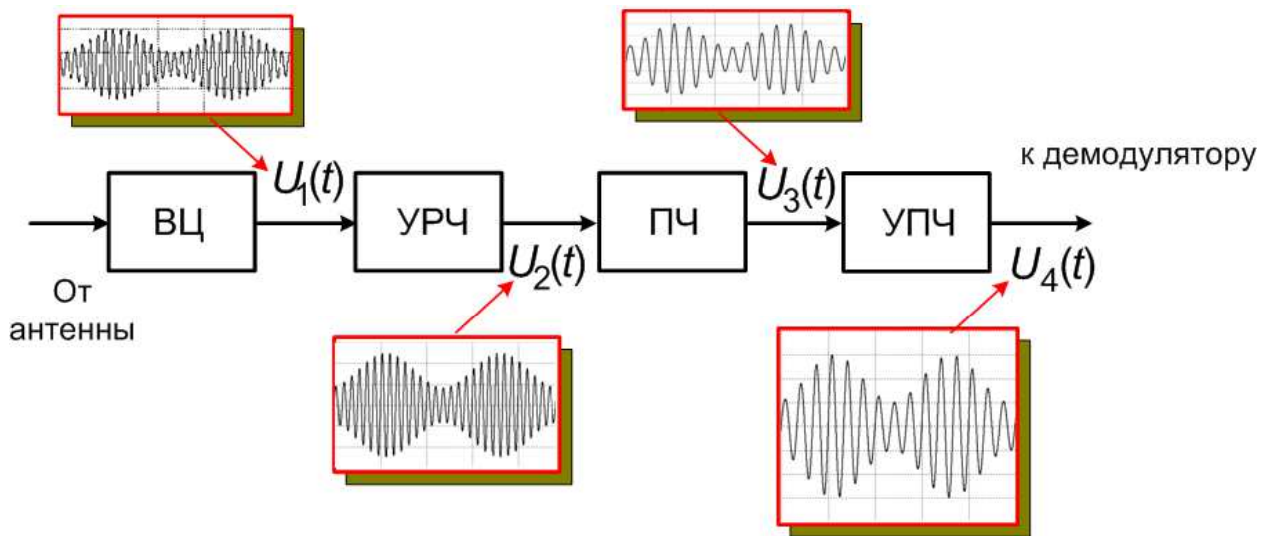
2

Простейший приёмник прямого усиления АМ сигнала



3

БВЧ с преобразованием частоты

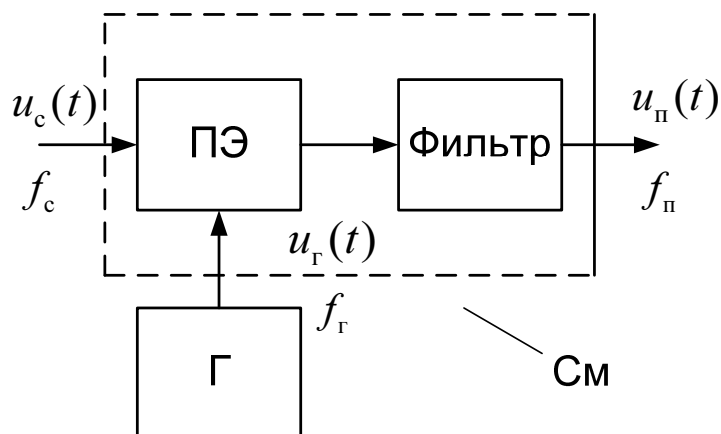


ПЧ – преобразователь частоты

УПЧ – усилитель промежуточной частоты

4

Структурная схема преобразователя частоты



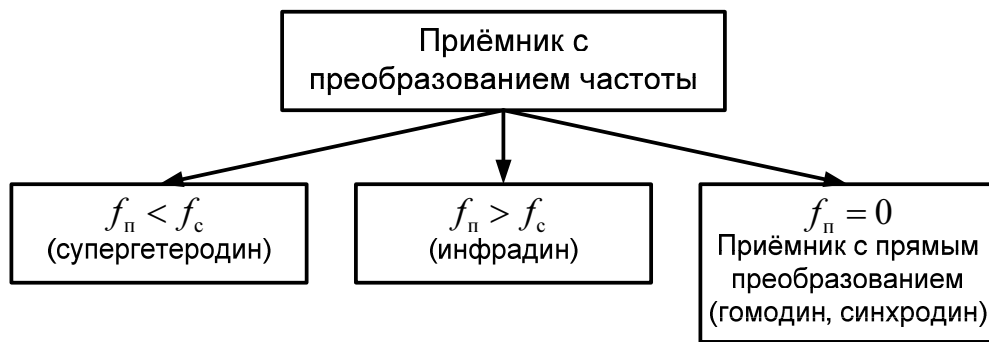
ПЭ – преобразовательный элемент

Г – гетеродин

См – смеситель

5

Радиоприёмники с преобразованием частоты



Супергетеродинный приёмник:

$$f_{\text{п}} = |f_{\text{с}} - f_{\text{г}}|$$

$f_{\text{г}} > f_{\text{с}}$ - верхняя настройка гетеродина

$f_{\text{г}} < f_{\text{с}}$ - нижняя настройка гетеродина

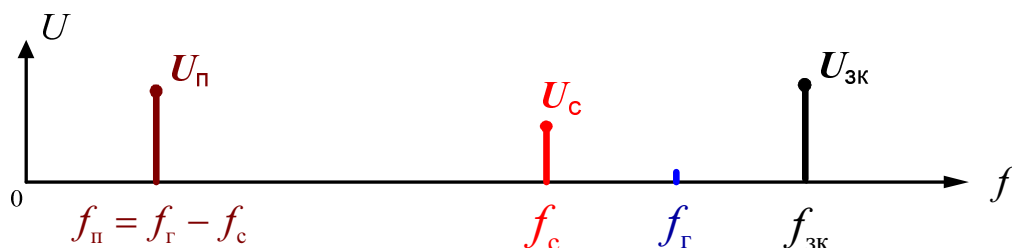
6

Каналы приёма супергетеродинного РПУ

- паразитные
- 1) Основной канал: $f_{\text{с}}$
 - 2) Зеркальный канал: при $f_{\text{г}} > f_{\text{с}}$
 $f_{\text{зк}} = f_{\text{г}} + f_{\text{п}} = f_{\text{с}} + 2f_{\text{п}}$
 - 3) Канал прямого прохождения: $f_{\text{п}}$
 - 4) Комбинационные каналы: $f_{\text{к}} = \frac{n}{m} f_{\text{г}} \pm \frac{1}{m} f_{\text{п}}$

m – номер гармоники сигнала

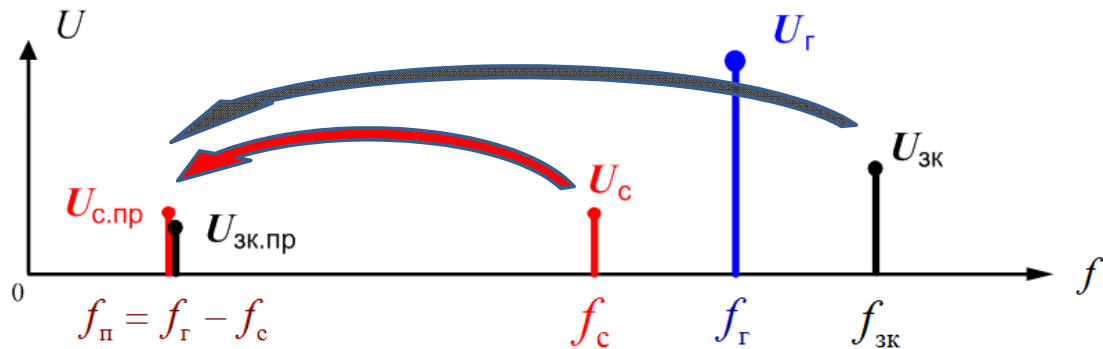
n – номер гармоники колебания гетеродина



7

Преобразование частоты полезного сигнала и помехи по зеркальному каналу

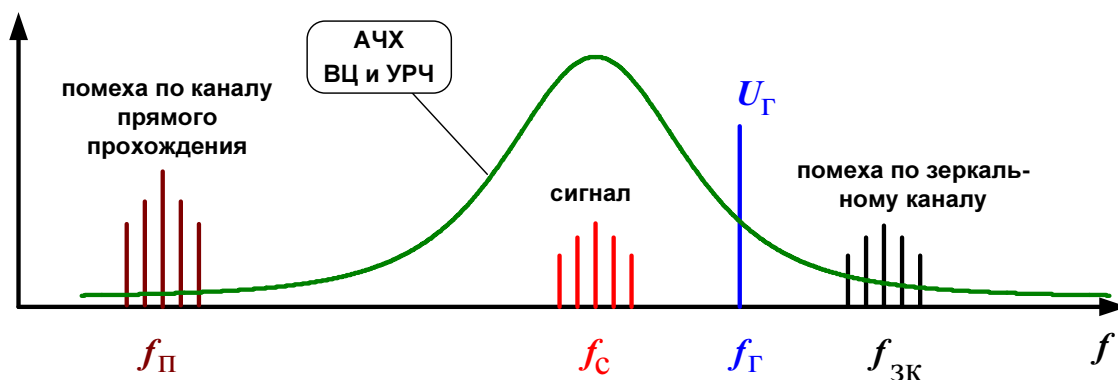
Сигнал: $f_{с. пр} = |f_c - f_r| = f_\pi$



Помеха: $f_{пом. пр} = |f_{зк} - f_r| = |(f_r + f_\pi) - f_r| = f_\pi$

8

Ослабление помех по паразитным каналам приёма



Помехи по паразитным каналам приёма ослабляются до преобразователя частоты в преселекторе (ВЦ + УРЧ)

9

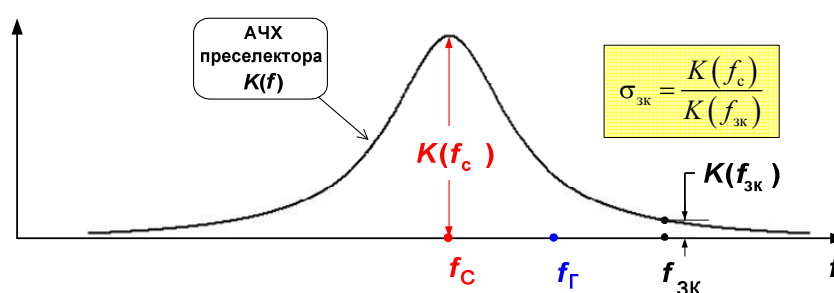
1.2. Показатели качества радиоприёмных устройств

Электрические показатели качества

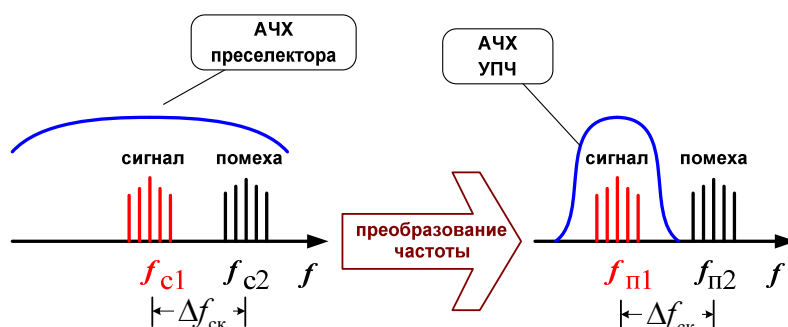
1. **Чувствительность (шумовая)** – это способность РПУ принимать слабые сигналы, одновременно выделяя их из шумов
2. **Частотная селективность (избирательность)** – это способность РПУ выделить полезный сигнал из смеси с мешающими сигналами, отличающимися от полезного по частоте
3. **Динамический диапазон** – это диапазон значений напряжения (или мощности) сигнала на входе приёмника, в котором обеспечивается требуемое качество приёма сигнала

10

Избирательность по зеркальному каналу



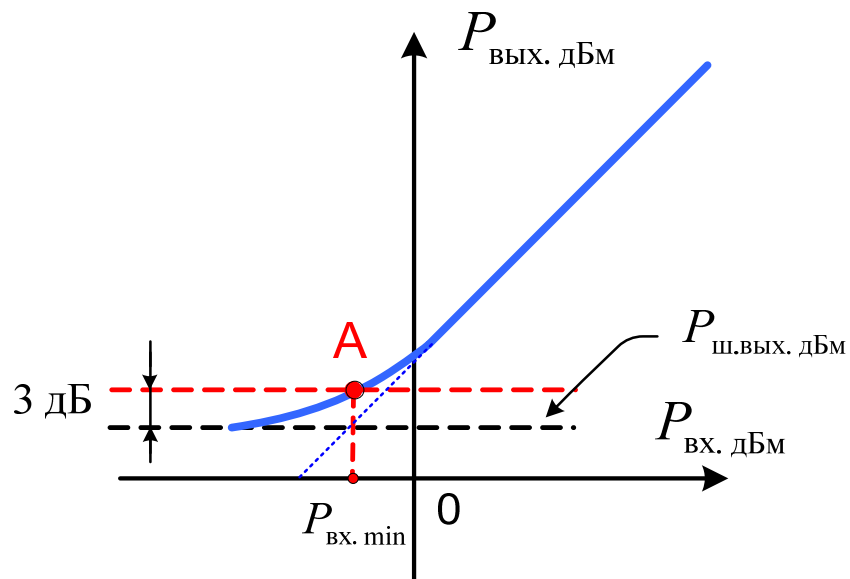
Избирательность по соседнему каналу



11

Линейный динамический диапазон

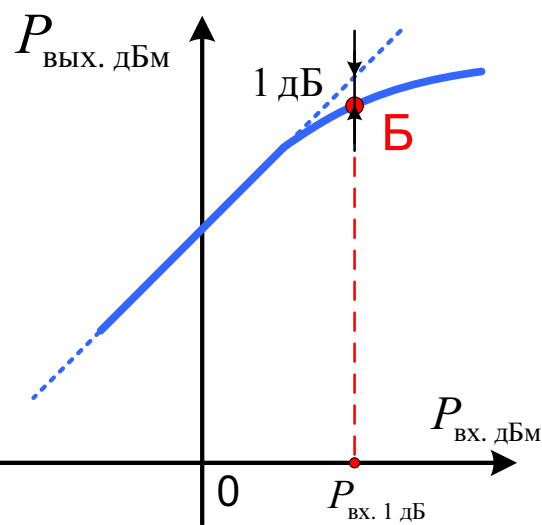
Нижняя граница (точка А)



12

Линейный динамический диапазон

Верхняя граница (точка Б)



$$D_{1 \text{ дБ}} = P_{\text{вх. 1 дБ}} - P_{\text{вх. min}}$$

13

Динамический диапазон по интермодуляционным искажениям (1)

Комбинационные (интермодуляционные) составляющие
3-го порядка

$$f'_{\text{комб.}} = 2f_1 - f_2, \quad f''_{\text{комб.}} = 2f_2 - f_1$$

$$f_c = 1000 \text{ кГц}, \quad f_r = 1500 \text{ кГц}, \quad f_n = 500 \text{ кГц}$$

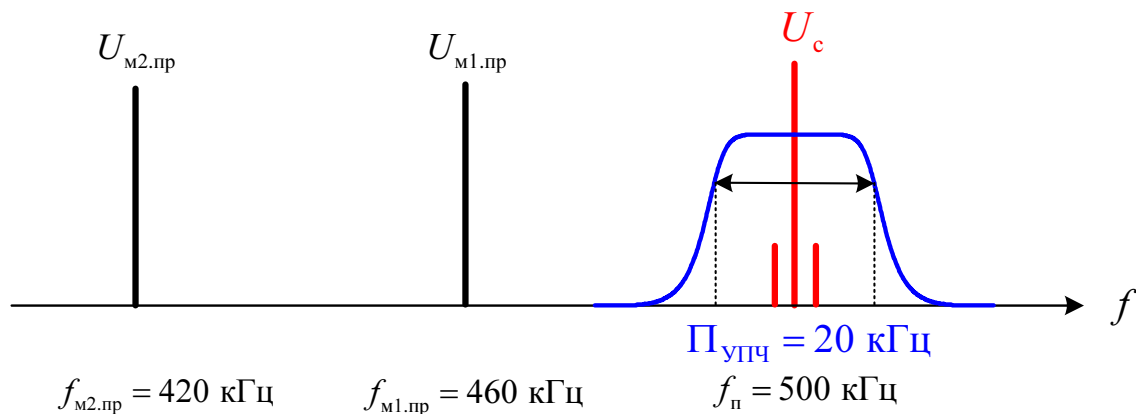
Помеха 1: $f_{m1} = 1040 \text{ кГц}$, **помеха 2:** $f_{m2} = 1080 \text{ кГц}$

Полоса УПЧ: $\Pi_{\text{УПЧ}} = 20 \text{ кГц}$

14

Динамический диапазон по интермодуляционным искажениям (2)

Спектр колебаний в тракте промежуточной частоты
радиоприёмника с **линейным** УРЧ



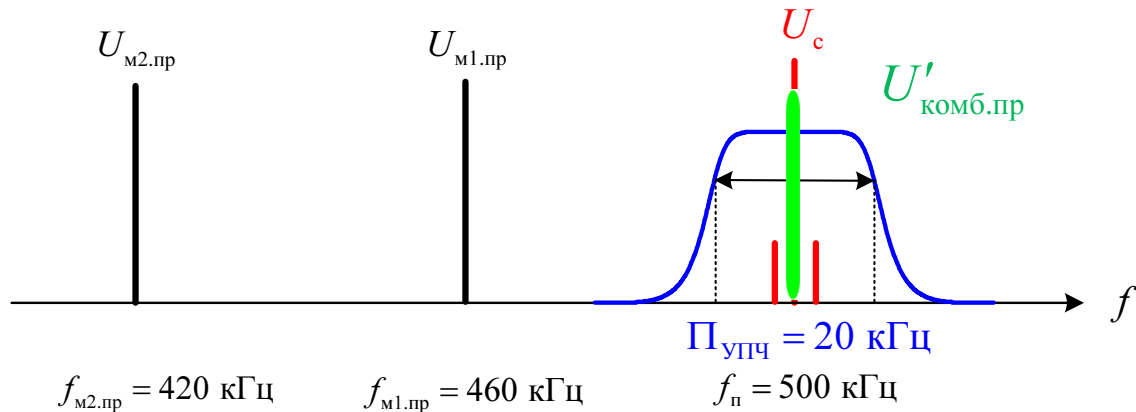
$$f_{m1.pr} = f_r - f_{m1} = 1500 - 1040 = 460 \text{ кГц}$$

$$f_{m2.pr} = f_r - f_{m2} = 1500 - 1080 = 420 \text{ кГц}$$

15

Динамический диапазон по интермодуляционным искажениям (3)

Спектр колебаний в тракте промежуточной частоты радиоприёмника с **нелинейным** УРЧ



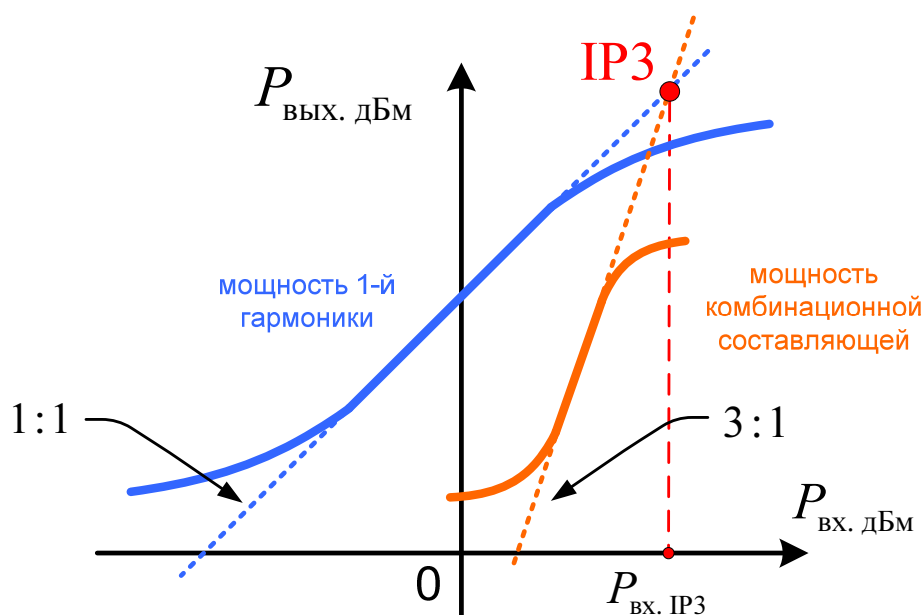
$$f'_{комб.} = 2f_{м1} - f_{м2} = 2 \cdot 1040 - 1080 = 1000 \text{ кГц} = f_c$$

$$f'_{комб.пр.} = 500 \text{ кГц} = f_{п}$$

16

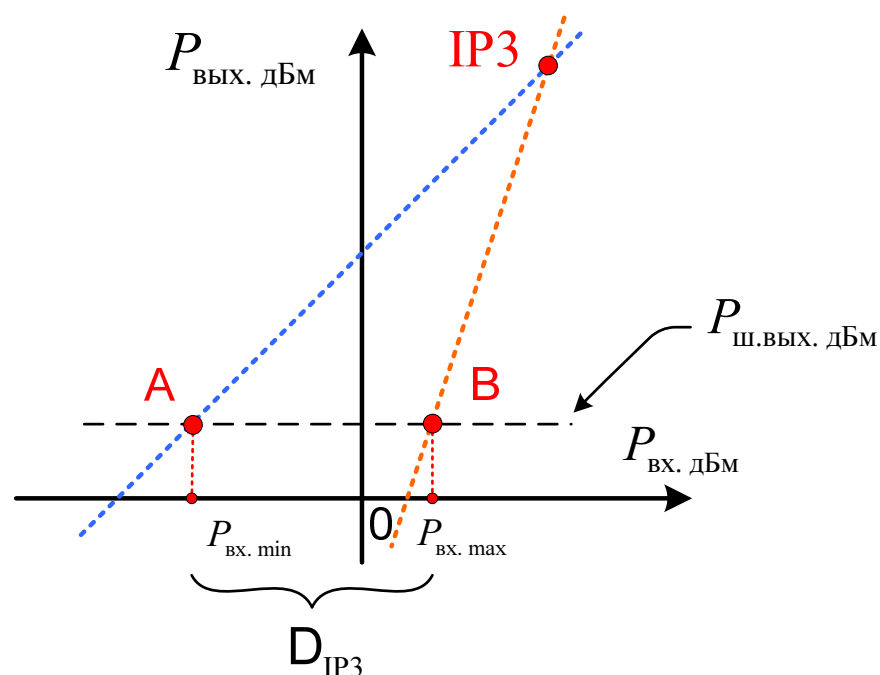
Динамический диапазон по интермодуляционным искажениям (4)

Определение точки IP3 (3-rd Order Intercept Point)



17

Динамический диапазон по интермодуляционным искажениям (5)

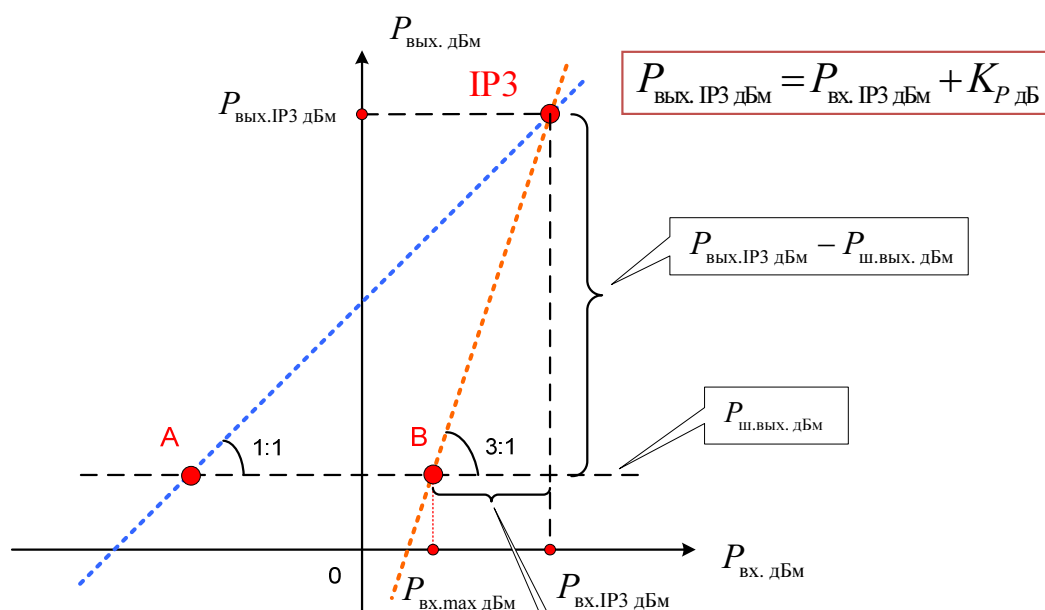


$$D_{\text{IP3}} = P_{\text{вх. max}} - P_{\text{вх. min}}$$

18

Динамический диапазон по интермодуляционным искажениям (6)

Расчёт $P_{\text{вх. max}}$



$$P_{\text{вх. max дБм}} = P_{\text{вх. IP3 дБм}} - (P_{\text{вх. IP3 дБм}} + K_P \text{ дБ} - P_{\text{ш.вых. дБм}}) / 3$$

$$(P_{\text{вых. IP3 дБм}} - P_{\text{ш.вых. дБм}}) / 3$$

19