

**Балтийская государственная академия  
рыбопромыслового флота**

**Кафедра СРТС**

**Прием и обработка сигналов**

**Лекция № 10**

**Нелинейные явления в  
радиотракте**

**Блокирование**

**Постановка задачи:** ОСИ рассматривается в предположении линейности тракта принимаемой частоты. Однако существует и **многосигнальная избирательность**, которую МСЭ трактует как способность приемника различать желаемый сигнал (на который приемник настроен) и нежелательные сигналы (с частотами за пределами полосы пропускания), уровни которых таковы, что они создают нелинейные эффекты при одновременном действии желательных и нежелательных сигналов.

К указанным нелинейным эффектам относятся:

- 1. Блокирование** – изменение коэффициентов усиления каскадов, а следовательно, уровня сигнала и отношения  $R_c/R_{ш}$  под действием внеполосной немодулированной помехи.
- 2. Перекрестная модуляция** – явление одновременного воздействия на каскады тракта сигнала модулированной помехи, в результате которого происходит процесс модуляции АМ с мешающего на

## 1. Блокирование и его оценка

Представим проходную характеристику электронного прибора в виде функции  $I=f(U)$ . Известно, что всякую функцию  $f(U)$ , имеющую внутри промежутка  $\pm\Delta U$  точку  $E=U$  и непрерывные производные всех порядков, можно представить при всех значениях  $U$  внутри этого промежутка рядом Тейлора по степеням разности  $U-E=\Delta U$ . Тогда выходной ток усилительного элемента, имеющего ВАХ, характеризующийся в рабочей точке напряжением  $E$ , при изменении входного напряжения на величину  $\pm\Delta U$  можно представить рядом Тейлора вида:

$$i = f(E + \Delta U) = f(E) + f'(E)\Delta U + \frac{1}{2}f''(E)\Delta U^2 + \frac{1}{3!}f'''(E)\Delta U^3 + \dots \quad (1)$$

Учитывая что  $f(E)=i$  — постоянная составляющая выходного тока,  $f'(E)=S_d$ ,  $f''(E)=S_d'$ ,  $f'''(E)=S_d''$  — динамическая крутизна ВАХ и ее производные в рабочей точке, преобразуем выражение (1) к виду:

$$i = i_0 + S_d \Delta U + \frac{1}{2!} S_d' \Delta U^2 + \frac{1}{3!} S_d'' \Delta U^3 + \dots \quad (2)$$

**Обычно для каскадов с малой нелинейностью достаточно учитывать четыре первых члена разложения.**

**Предположим, что на вход нелинейного элемента воздействуют полезный сигнал и помеха. Зададим входное воздействие в виде суммы двух колебаний:**

**Причем  $U_{m_2} \ll U_m$  и частота сигнала совпадает с частотой настройки тракта. Найдем амплитуду тока первой гармоники сигнала в спектре выходного тока каскада. Подставим (3) в (2) и получим:**

$$\begin{aligned}
i &= i_0 + S_d \left( U_{m_a} \cos(\omega_c t) + U_m \cos(\omega t) \right) + \\
&+ \frac{1}{2!} S_d' \left( U_{m_a} \cos(\omega_c t) + U_m \cos(\omega t) \right)^2 + \\
&+ \frac{1}{3!} S_d'' \left( U_{m_a} \cos(\omega_c t) + U_m \cos(\omega t) \right)^3 + \dots = \\
&= \left( S_d U_{m_a} + \frac{S_d''}{c8} U_{m_c}^3 + \frac{S_d''}{4} U_m^2 U_m + \dots \right) \cos(\omega_c t)
\end{aligned}$$

**Выражение в круглых скобках представляет собой амплитуду первой гармоники тока сигнала при воздействии помехи:**

$$I_{m1a(\ )} = S_d U_{m_a} + \frac{S_d''}{c8} U_{m_c}^3 + \frac{S_d''}{4} U_m^2 U_m + \dots \quad (4)$$

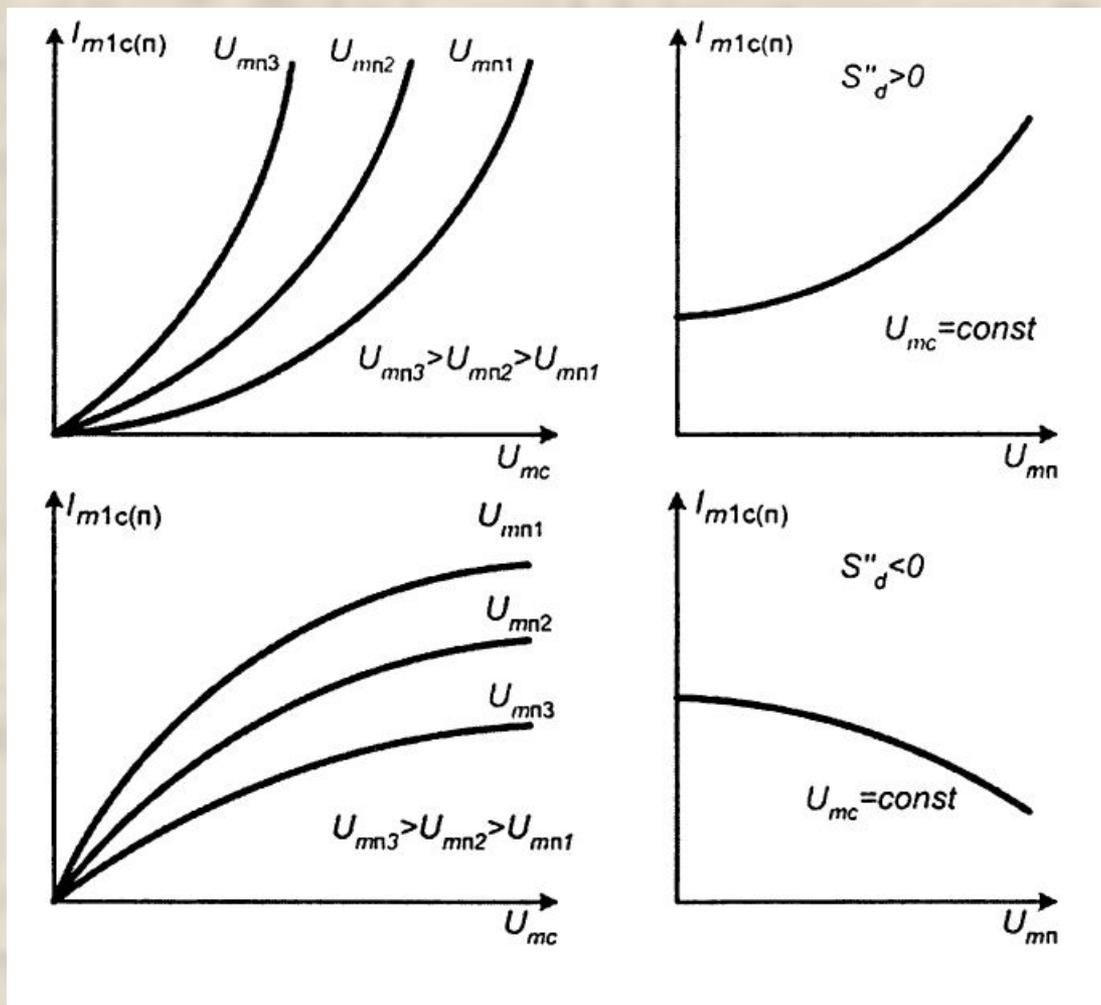
Учитывая, что  $U_{m_a} \ll U_m$  вторым слагаемым в (4) пренебрегаем:

$$I_{m1_a} = S_d U_{m_a} \left( 1 + \frac{S_d''}{4S_d} U_m^2 \right) \quad (5)$$

Данное уравнение представляет собой аналитическое выражение колебательной характеристики и она нелинейна. В отсутствии помехи амплитуда первой гармоники сигнала равна:

$$I_{m1_c} = S_d U_{m_c} \quad (6)$$

Из уравнения (5) видно, что чем больше амплитуда помехи, тем больше возрастает амплитуда первой гармоники тока сигнала и тем больше напряжение на выходе усилительного каскада.



**Рисунок 1 –Изменение амплитуды первой гармоники выходного тока электронного прибора при воздействии помехи различного уровня**

**Вывод:** Амплитуда первой гармоники выходного тока ЭП не пропорциональна изменению амплитуды

**Наклон колебательной характеристики зависит от величины  $S_d$  и  $S''_d$ , а также амплитуды напряжения помехи  $U_{m_n}$ . В зависимости от знака  $S''_d$  колебательная характеристика может либо нарастать либо падать. Знак  $S''_d$  зависит от выбора режима работы усилительного элемента.**

**Т.к. амплитуда сигнала при воздействии помехи изменяется, изменяется и коэффициент усиления каскада.**

**Эффект изменения уровня сигнала (обычно уменьшения) при действии немодулированной помехи, не имеющей прямого прохождения, по сравнению с отсутствием помехи называется **блокированием (забитием)**.**

**Качественно блокирование оценивается коэффициентом  $K_{бл} = \frac{I_{m_c}}{I_{m_c}} = \frac{S''_d}{S_d} U_{m_n}^2$  (7) который определяют как относительное изменение уровня**

Отсюда видно, что коэффициент блокирования определяется параметром нелинейности ВАХ в рабочей точке, т.е.  $U_{m_n}$  и  $S_d$

амплитудой помехи

Для уменьшения коэффициента блокирования следует:

1. выбирать электронные приборы с меньшим отношением ;
2. уменьшить амплитуду помехи на входе первого УВЧ, что достигается применением более высоко избирательных резонансных систем во входных цепях.

Если известно допустимое значение коэффициента блокирования, определены тип ЭП и режим его работы, то можно определить допустимое напряжение помехи на входе ЭП. Для полевых транзисторов допустимое значение уровня помехи на входе составляет  $1 \text{ В}$  – усилительно-каскада и  $0,1 \text{ В}$  смесителя

У биполярных транзисторов эти значения в несколько раз меньше.

Часто радиоприемник характеризуют кривой многосигнальной избирательности, снимаемой экспериментально. Под ней понимают зависимость отношения  $U_n/U_c$  от частоты расстройки помехи относительно частоты настройки приемника при заданном уровне сигнала  $U_n$  и уровне помехи  $U_c$ .

Задавая отношение  $U_n/U_c$  и частоту  $f$ , говорят о полноте подавления помехи.

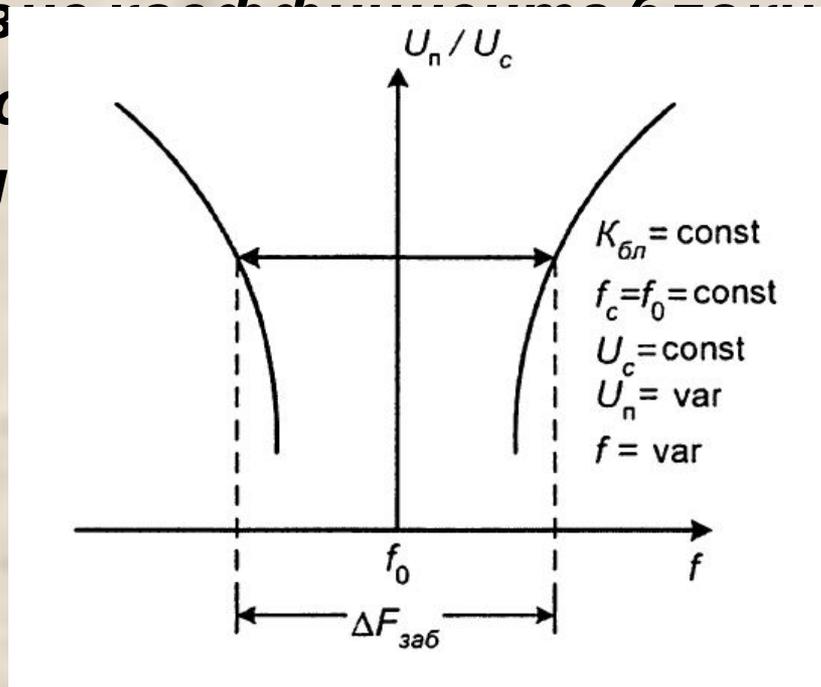


Рисунок 3 – Кривая многосигнальной

избирательности по частоте