

# *РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ*

---

*Преобразование частоты*

# РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С.И. Баскаков «Радиотехнические цепи и сигналы», 2003 г.
2. С.И. Баскаков «Радиотехнические цепи и сигналы.  
Руководство к решению задач», 2002 г.
3. В.И. Нефёдов «Основы радиоэлектроники», 2000 г.
4. В.И. Нефёдов «Основы радиоэлектроники и связи», 2002 г.
5. М.Т. Иванов, А.Б. Сергиенко, В.Н. Ушаков,  
«Теоретические основы радиотехники», 2002 г.
6. И.С. Гоноровский, М.П. Дёмин,  
«Радиотехнические цепи и сигналы», 1994 г.
7. В.И. Каганов, «Радиопередающие устройства», 2002 г.

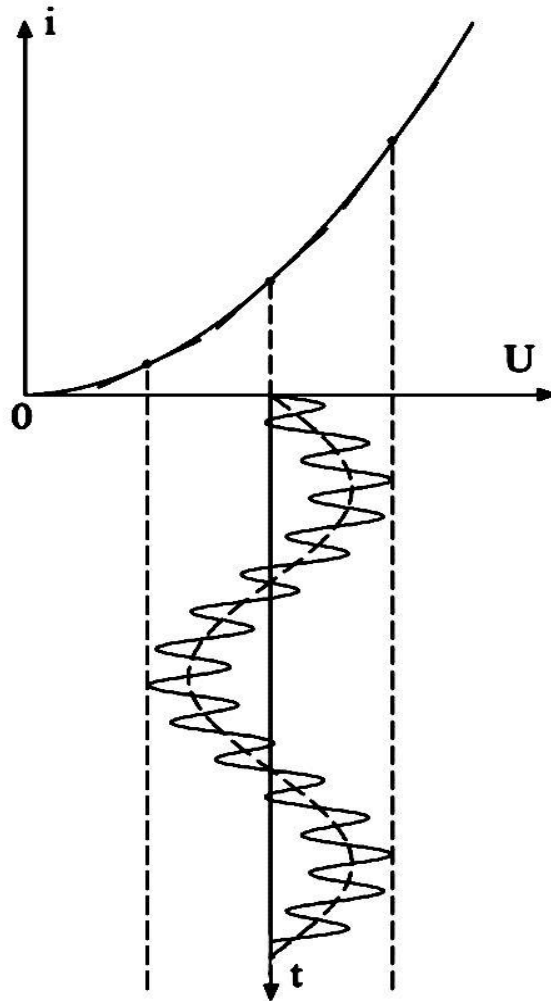
# *Параметрические цепи*

- Преобразование частоты в радиотехнике осуществляется параметрическими цепями.

*Параметрическими* называются линейные цепи с переменными параметрами. В таких цепях один или несколько параметров изменяются во времени по заданному закону.

В радиотехнике широко применяются параметрические сопротивления  $R(t)$ , индуктивности  $L(t)$  и ёмкости  $C(t)$ .

# Принцип работы параметрической цепи



# *Преобразование частоты*

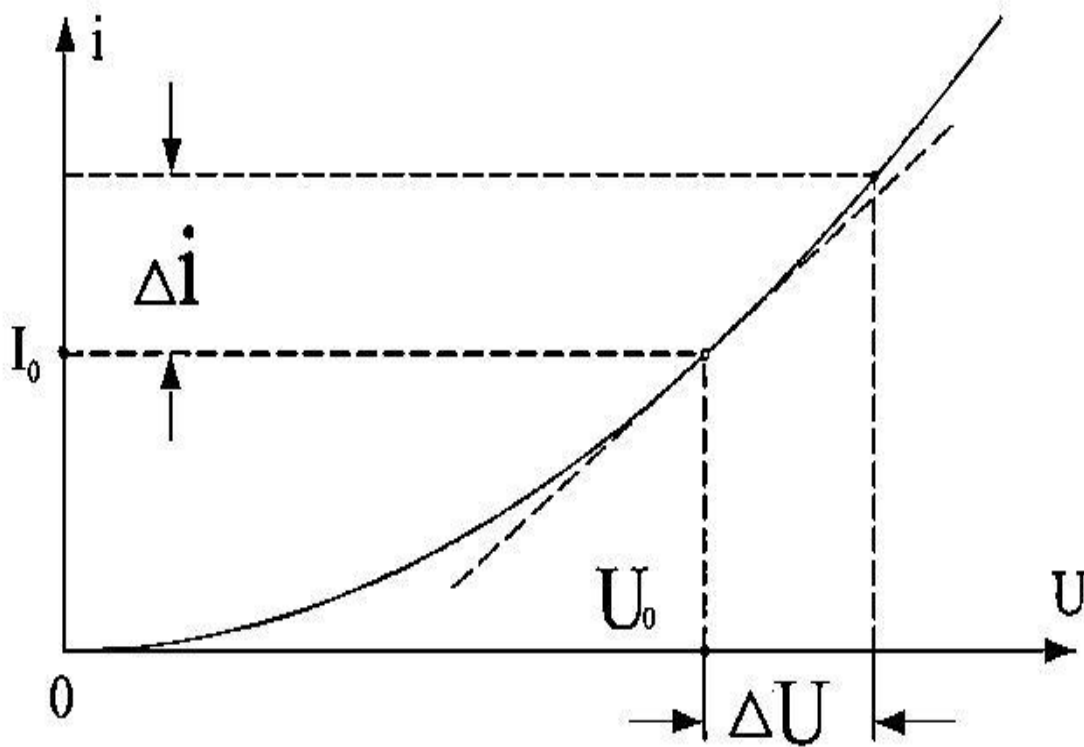
*Преобразованием частоты называется трансформация модулированного сигнала, связанная с переносом его спектра из области несущей частоты  $\omega_c$  в область некоторой промежуточной частоты  $\omega_{пр}$ , совершаемая без изменения закона модуляции.*

# *Дифференциальное сопротивление*

*Отношение приращения напряжения к приращению тока в выбранной рабочей точке  $(U_0, I_0)$  называют дифференциальным сопротивлением двухполюсника:*

$$R_{\text{диф}} = \Delta u / \Delta i = 1 / i'(U_0)$$

# Дифференциальная крутизна ВАХ



$$S_{\text{диф}} = 1/R_{\text{диф}} = i'(U_0)$$

# *Принцип действия преобразователя частоты*

*Под воздействием напряжения гетеродина*

$$u_{\Gamma}(t) = U_{\Gamma} \cos \omega_{\Gamma} t$$

*крутизна характеристики смесительного диода изменяется во времени по закону*

$$S(t) = S_0 + S_1 \cos \omega_{\Gamma} t$$

*где  $S_0$  и  $S_1$  – соответственно среднее значение и первая гармоническая составляющая крутизны характеристики диода.*

*При поступлении на смесительный диод АМ- сигнала*

$$u_{AM}(t) = U_H (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_0 t$$



# Принцип действия преобразователя частоты

*переменная составляющая выходного тока будет определяться выражением:*

$$i_{\text{CM}}(t) = S(t)u_{\text{AM}}(t) = (S_0 + S_1 \text{Cos} \omega_r t) \cdot$$

$$\cdot U_H(1 + M \text{Cos} \Omega t) \text{Cos} \omega_0 t = U_H(1 + M \text{Cos} \Omega t) \cdot$$

$$\cdot [S_0 \text{Cos} \omega_0 t + 0,5 S_1 \text{Cos}(\omega_r - \omega_0)t +$$

$$+ 0,5 S_1 \text{Cos}(\omega_r + \omega_0)t$$

*Здесь  $U_H$  - напряжение несущей при отсутствии амплитудной модуляции*

# Принцип действия преобразователя частоты

•

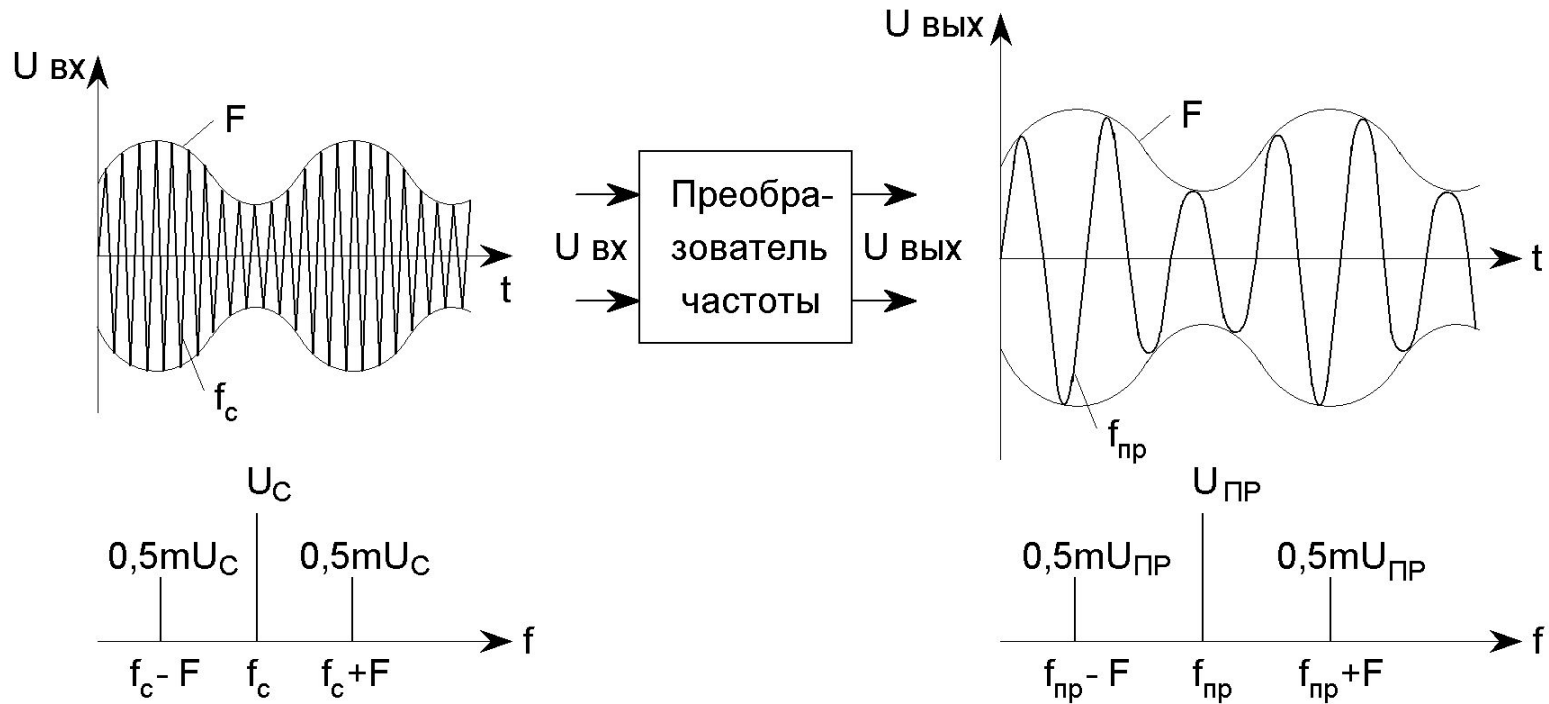
*Если в качестве промежуточной частоты выбрать*

$$\omega_{\text{ПЧ}} = |\omega_{\Gamma} - \omega_0|,$$

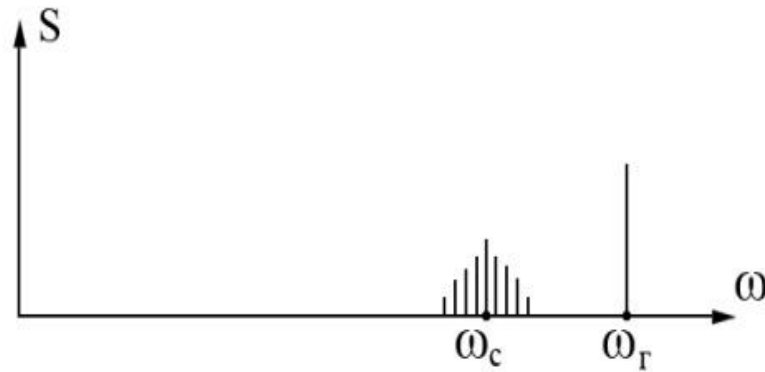
*то, выделив её с помощью контура УПЧ из спектра тока, получим преобразованный АМ- сигнал с тем же законом модуляции, но с существенно меньшей несущей частотой*

$$i_{\text{ПЧ}} = 0,5S_1 U_{\text{H}} (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_{\text{ПЧ}} t$$

# Принцип действия преобразователя частоты



# Принцип действия преобразователя частоты



*К объяснению процесса преобразования частоты*

# *Преобразование частоты в аналоговых перемножителях*

*Если на входы аналогового перемножителя подать два гармонических колебания: модулированный сигнал*

$$u_c(t) = U_c \cos \omega_0 t$$

*и опорное напряжение гетеродина*

$$u_\Gamma(t) = U_\Gamma \cos \omega_\Gamma t,$$

*то его выходное напряжение будет содержать две составляющие*

$$\begin{aligned} u_{\text{ВЫХ}}(t) &= k_a u_c(t) u_\Gamma(t) = \\ &= 0,5 k_a U_c U_\Gamma [\cos(\omega_\Gamma - \omega_0)t + \cos(\omega_\Gamma + \omega_0)t] \end{aligned}$$

# *Преобразование частоты в аналоговых перемножителях*

- *Спектральная составляющая с разностной частотой*

$$\omega_{\text{ПЧ}} = |\omega_{\Gamma} - \omega_0|$$

*выделяется узкополосным фильтром УПЧ и используется в качестве промежуточной частоты преобразованного сигнала.*

# Структурная схема супергетеродинного радиоприёмника

