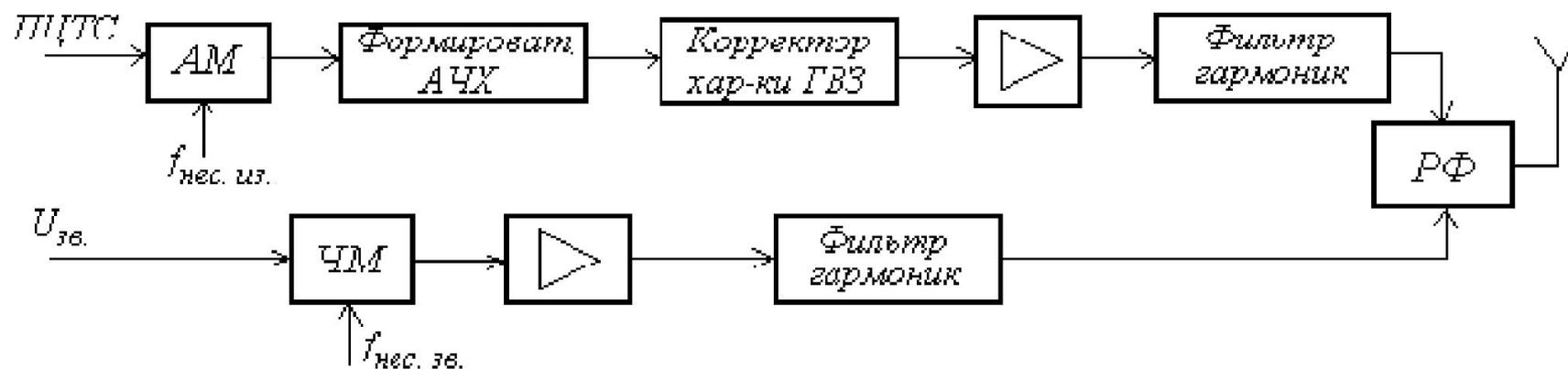


# Радиопередающие устройства

Лекция последняя

# Структурная схема передатчика с отдельным усилением сигналов изображения и звукового сопровождения (модуляция на низком уровне мощности на выходной частоте)



# Передатчик сигнала изображения с модуляцией на ПЧ

452

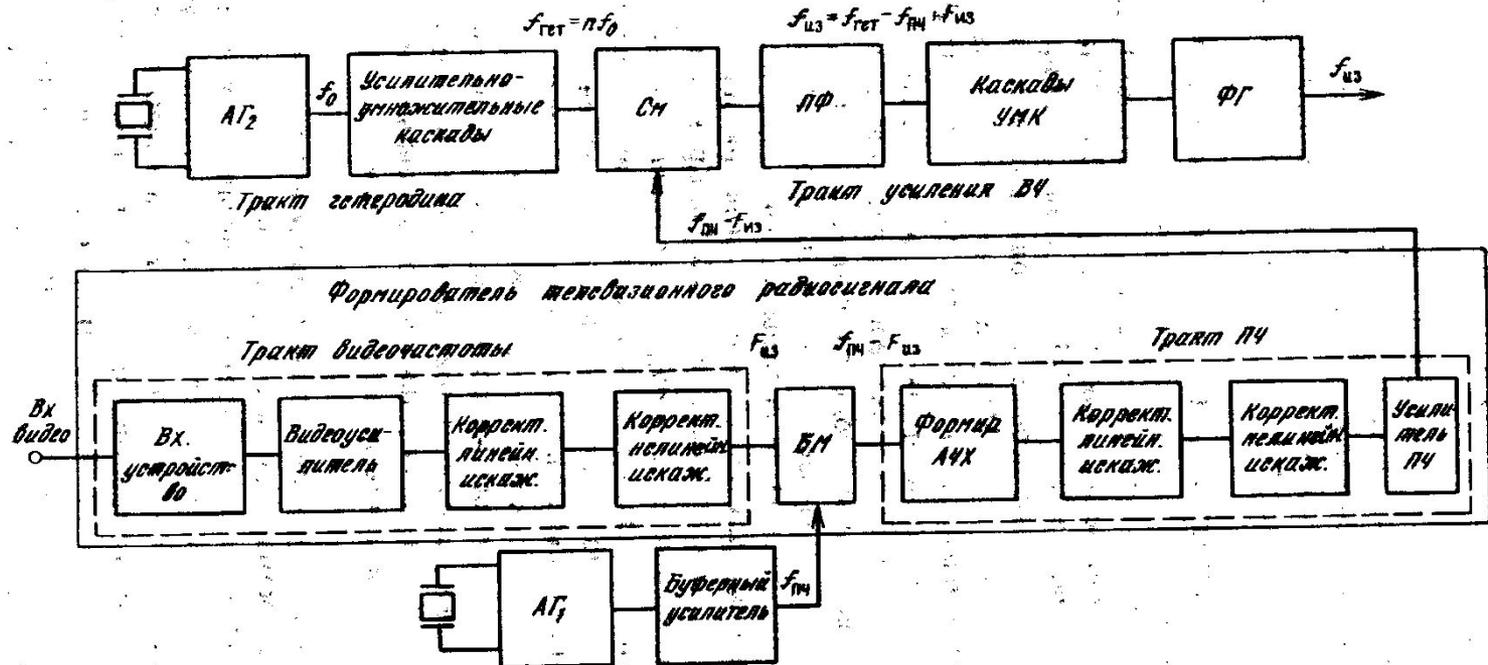


Рис. 9.7. Структурная схема передатчика сигналов изображения с модуляцией на промежуточной частоте

# Совместная работа передатчиков изображения и звукового сопровождения

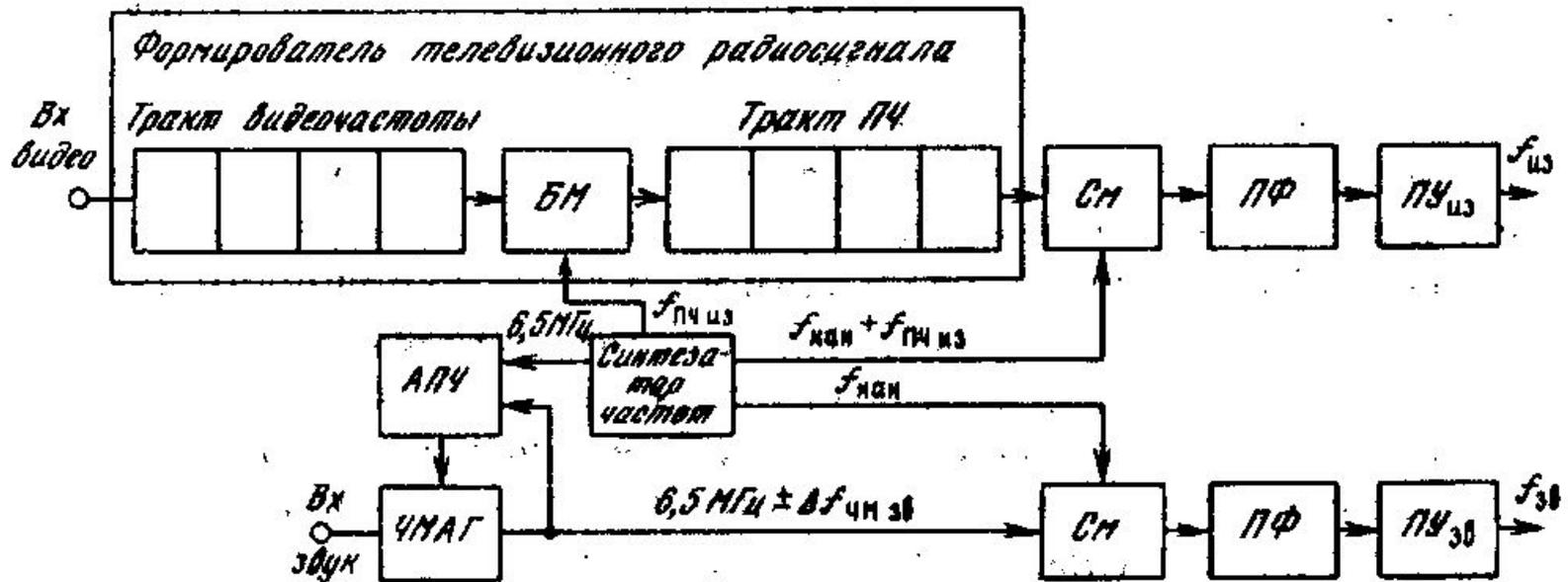
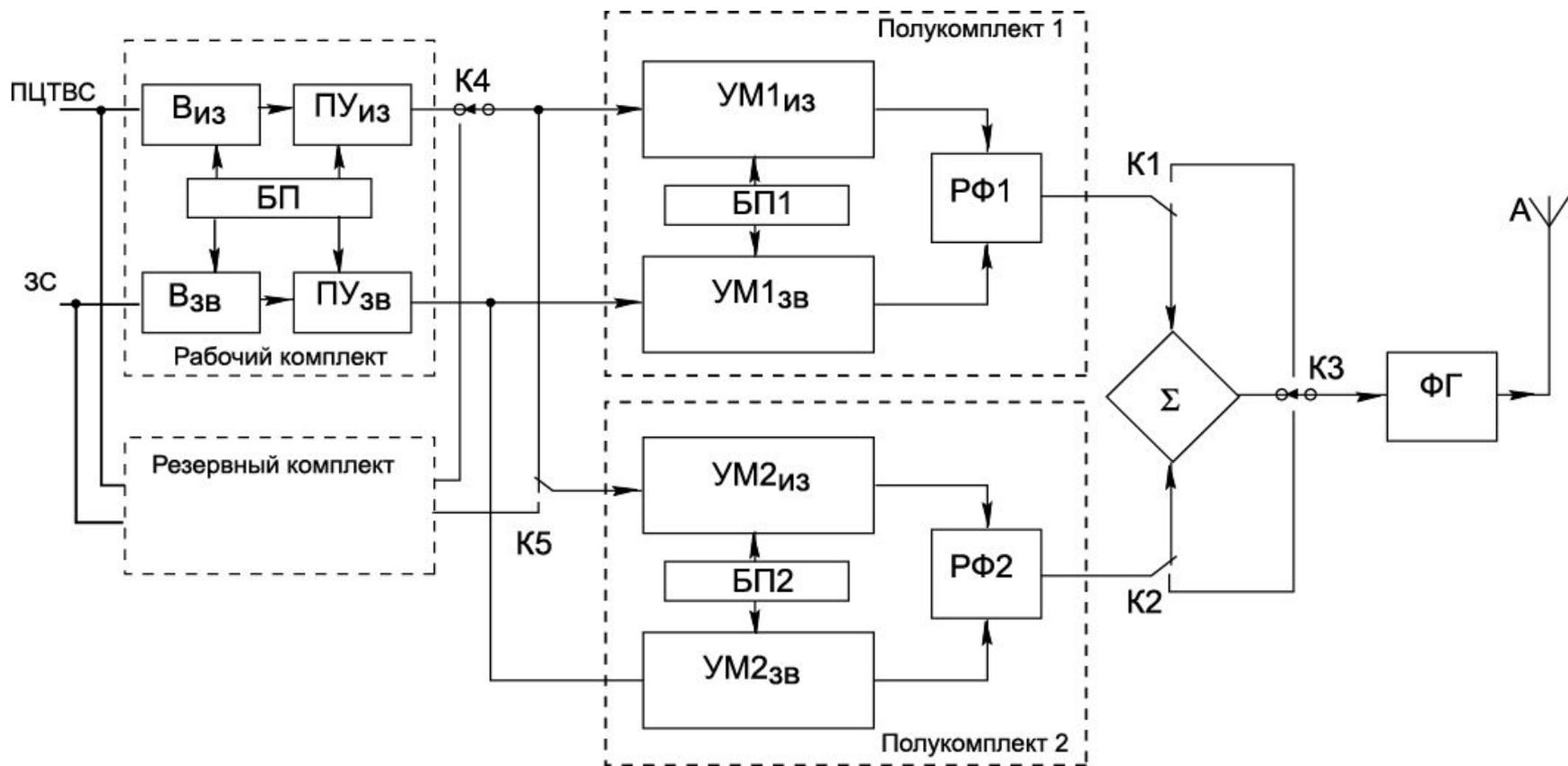
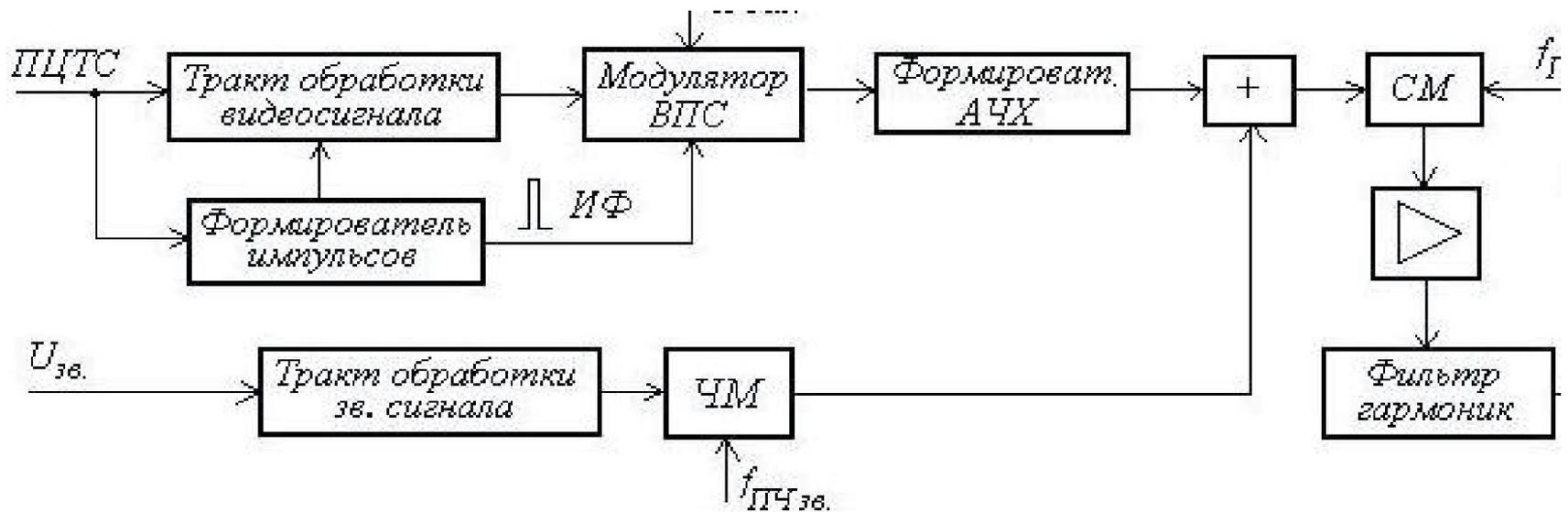


Рис. 9.8. Структурная схема возбуждителя-модулятора телевизионной РТС (первый вариант)

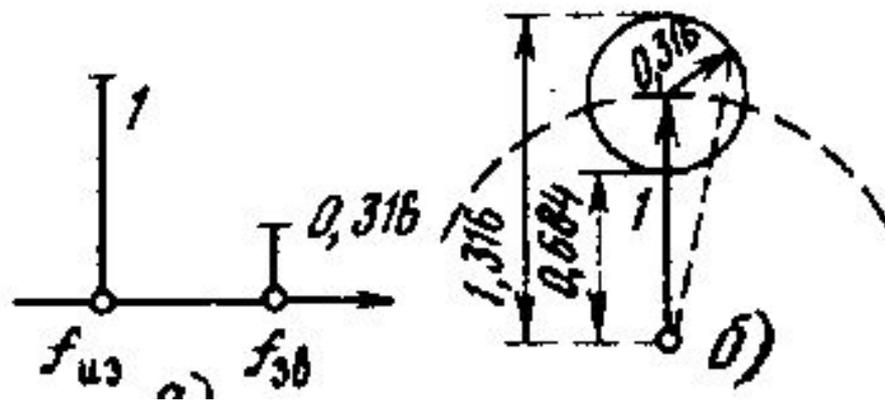
# Резервирование ТВРС



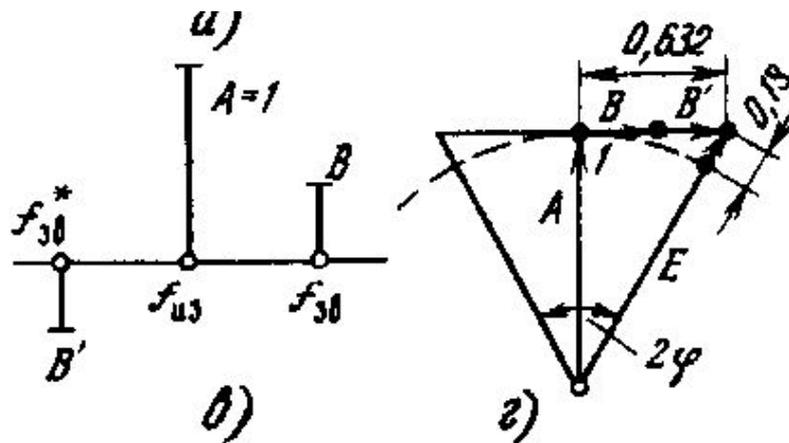
# Передатчик с совместным усилением сигналов изображения и звука



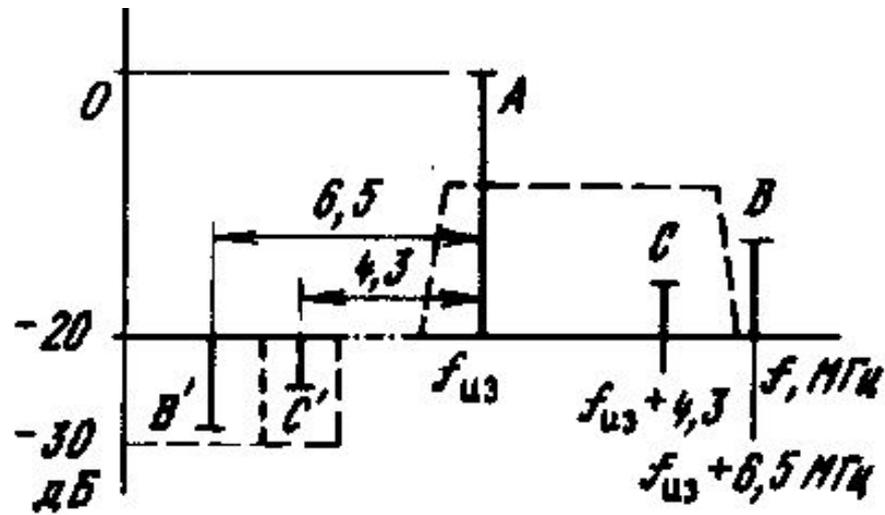
# Совместное усиление сигналов изображения и звукового сопровождения



# Устранение биений при совместном усилении сигналов



# Устранение биений и комбинационных составляющих в спектре телевизионного сигнала



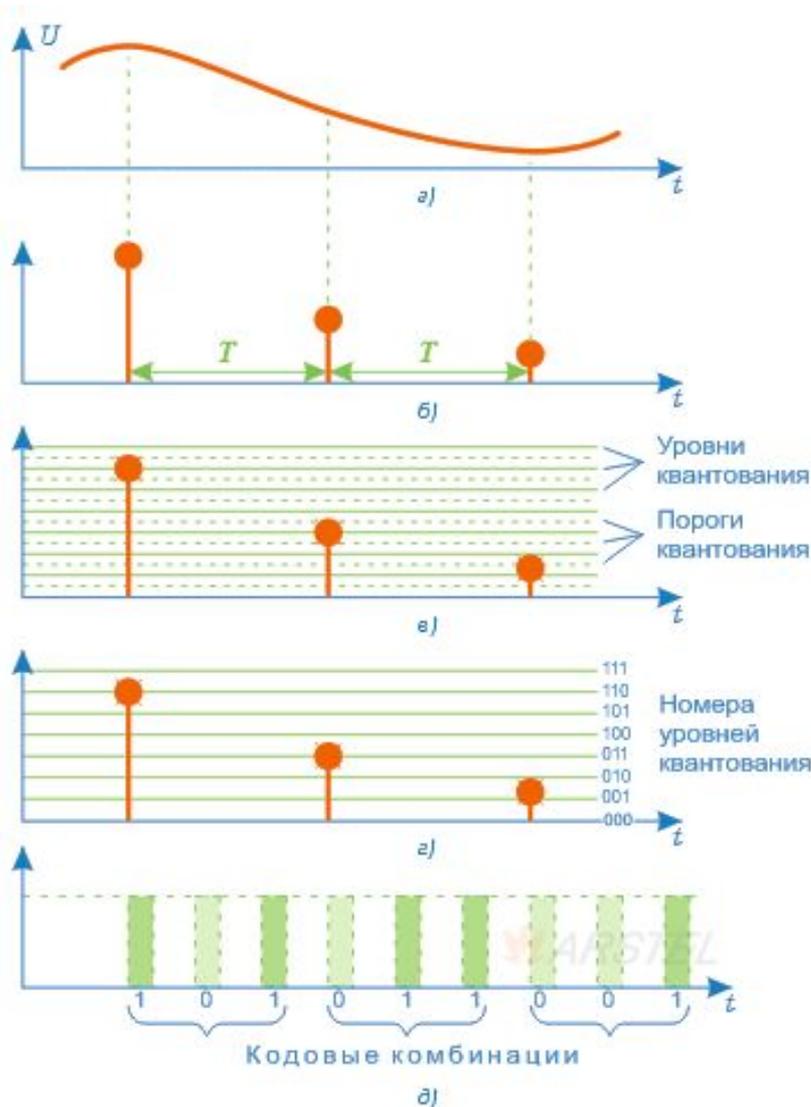
# Цифровое телевизионное вещание



# Цифровое кодирование телевизионного сигнала

- Кодирование телевизионного сигнала включает в себя три этапа:
- Дискретизация (по времени)
- Квантование (по уровню)
- Кодирование (цифровое представление отобранных уровней)

# Кодирование телевизионного сигнала



# Цифровой видеосигнал

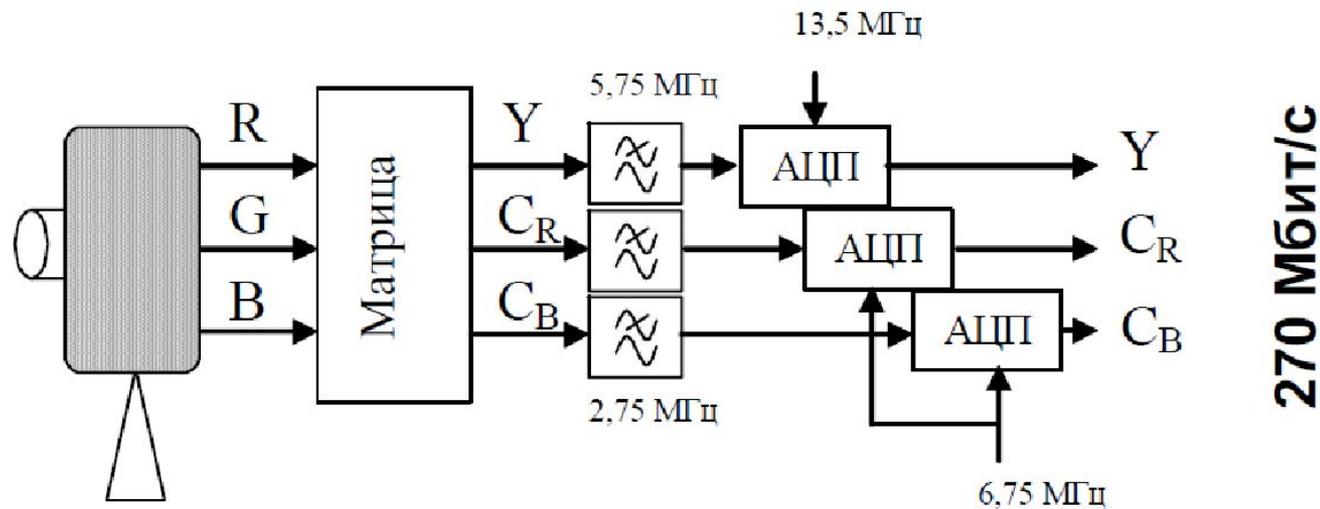


Рис. 9.1 — Преобразование аналоговых телевизионных сигналов в цифровые

# Избыточность телевизионного сигнала

- Статистическая избыточность – вызвана корреляционными связями и предсказуемостью между элементами сигнала в одной строке, в смежных строках и соседних кадрах. Эта избыточность может быть устранена без потери информации, а исходные данные могут быть полностью восстановлены.

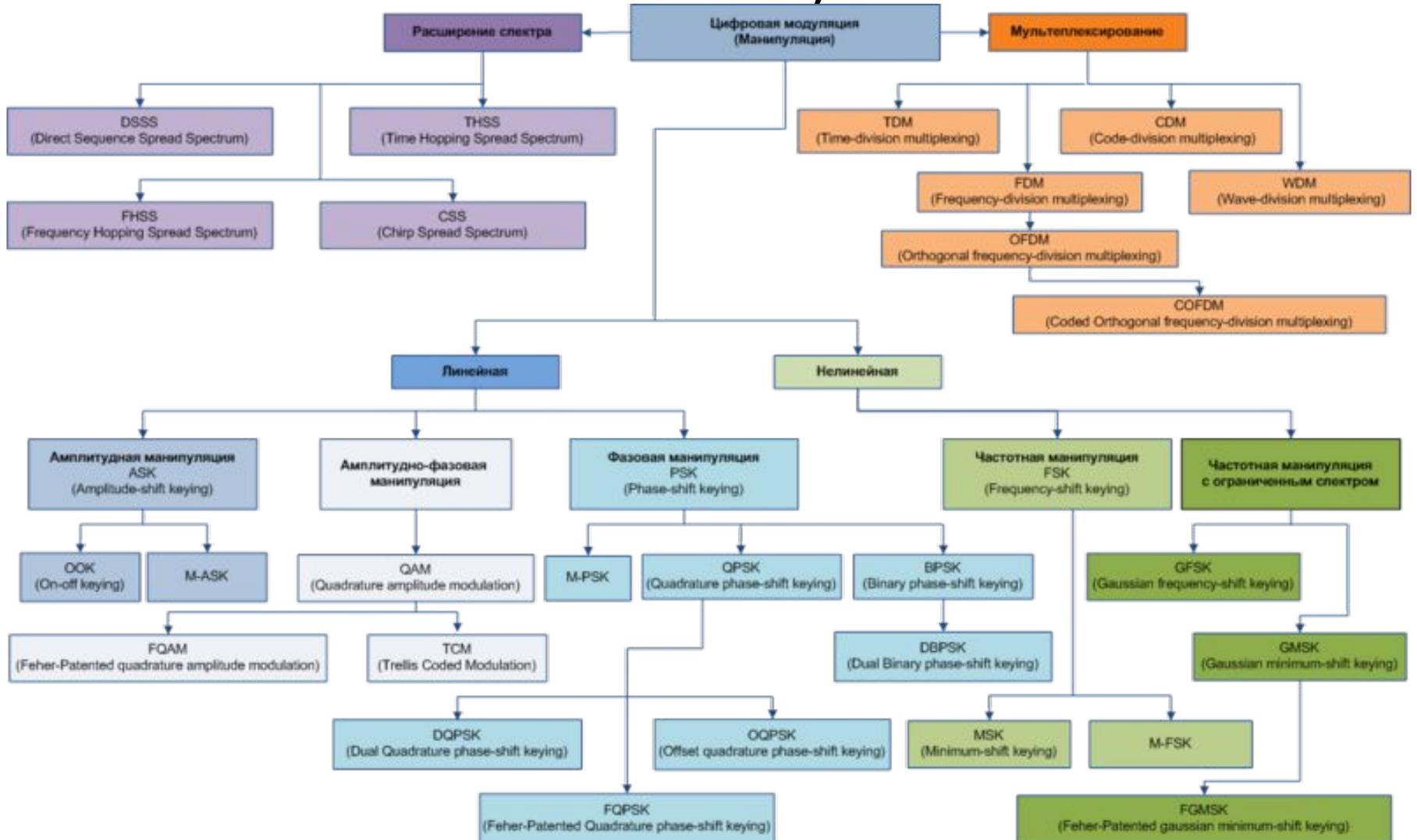
# Избыточность телевизионного сигнала

- Визуальная избыточность – заключается в той части информации, которая не воспринимается глазом человека ( например цветовая разрешающая способность зрения примерно в 4 раза ниже, чем яркостная). Ее можно устранить с частичной потерей данных, мало влияющих на качество воспроизводимого изображения.

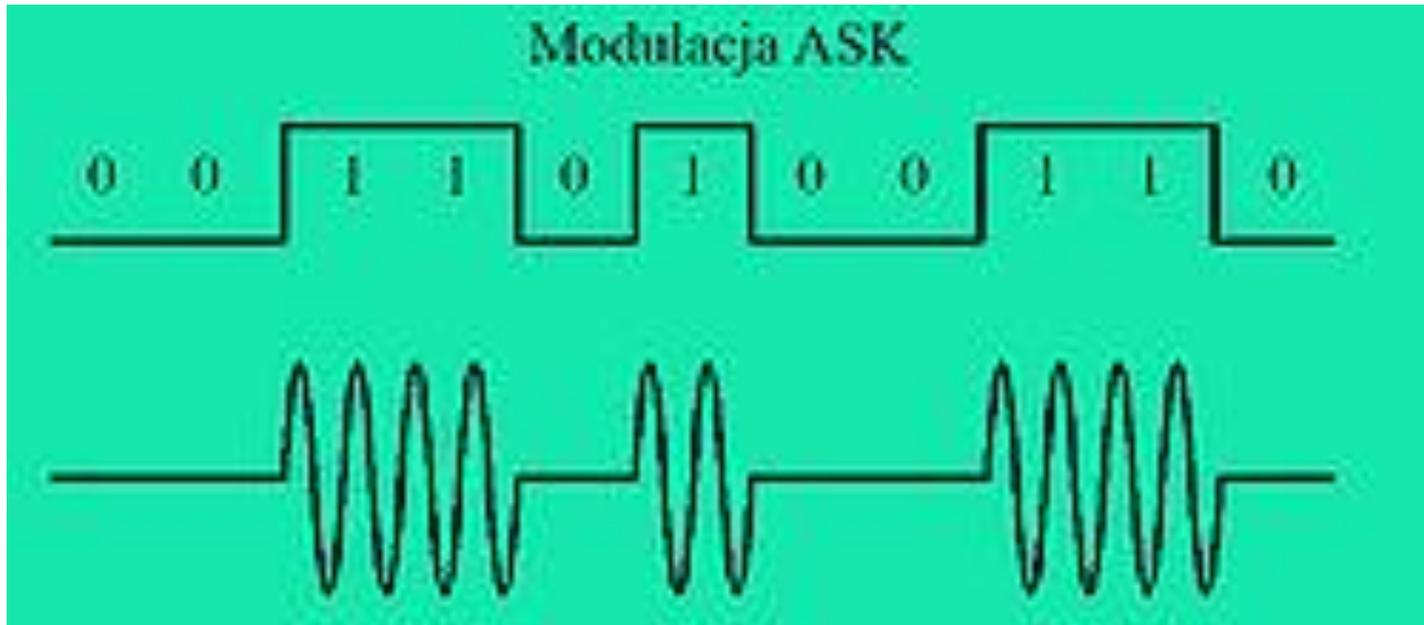
# Избыточность телевизионного сигнала

- Структурная избыточность определяется законом разложения телевизионного изображения и связана со способом передачи телевизионного сигнала. Например, передаются постоянные по форме сигналы гашения, которые нет необходимости передавать в цифровом сигнале. Устранение этих сигналов позволяет уменьшить объем цифрового потока примерно на 23%.

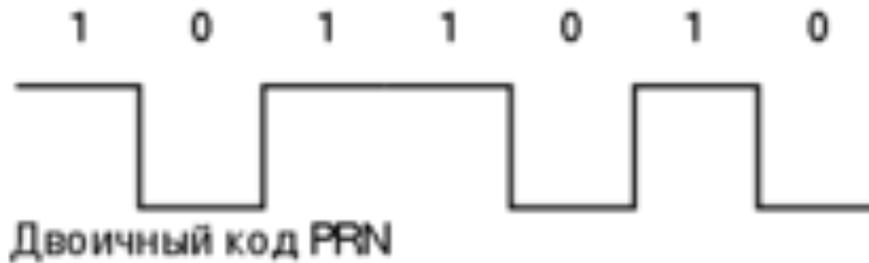
# Цифровые методы модуляции (кодер канала)



# Амплитудная манипуляция (ASK)

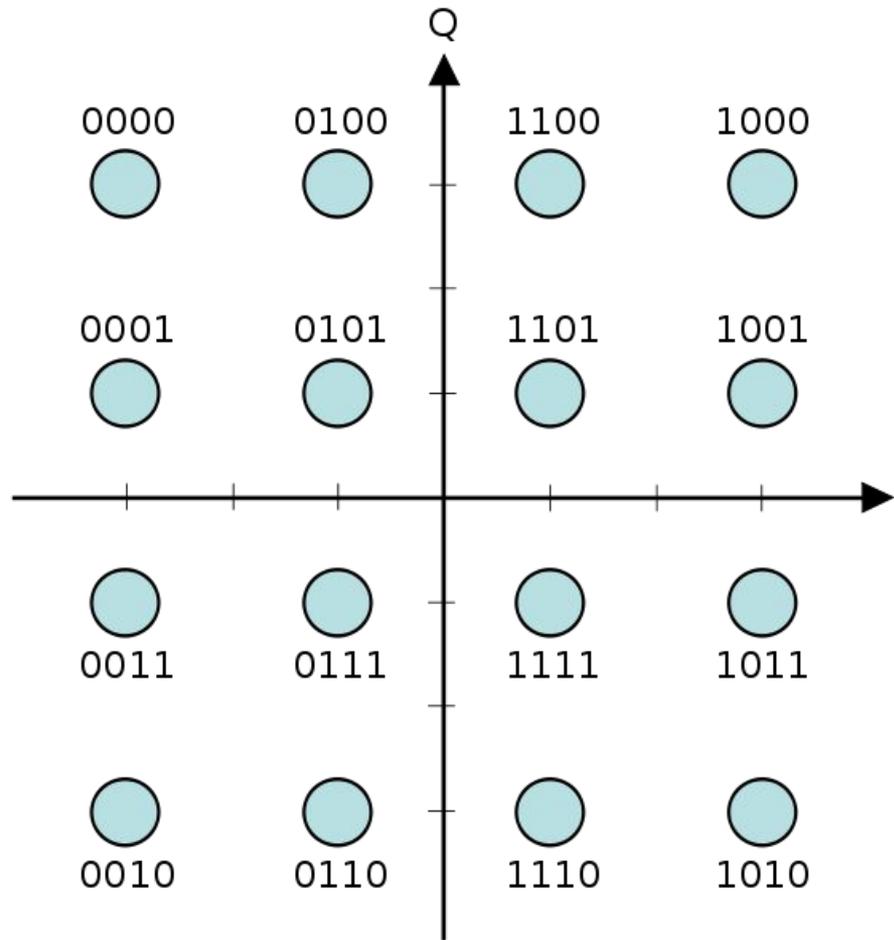


# Фазовая манипуляция (PSK)

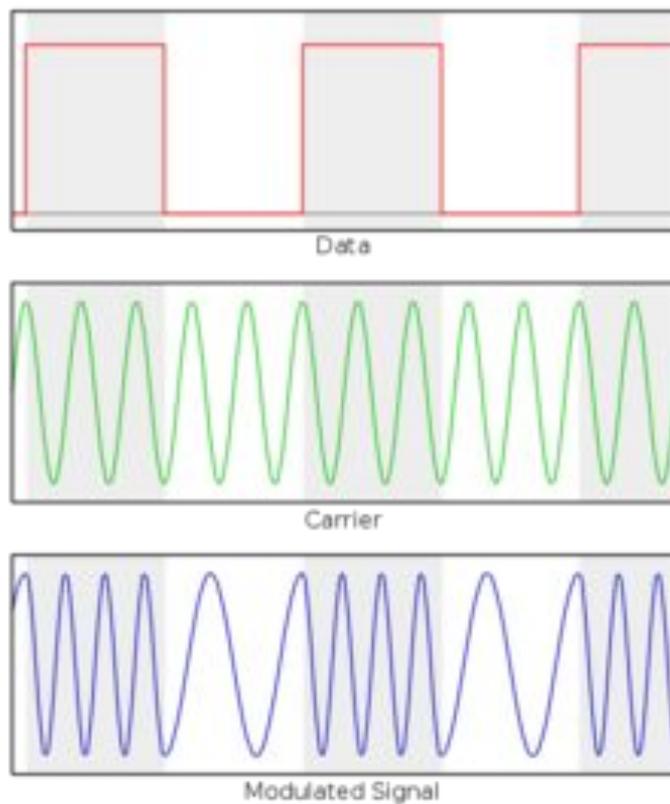




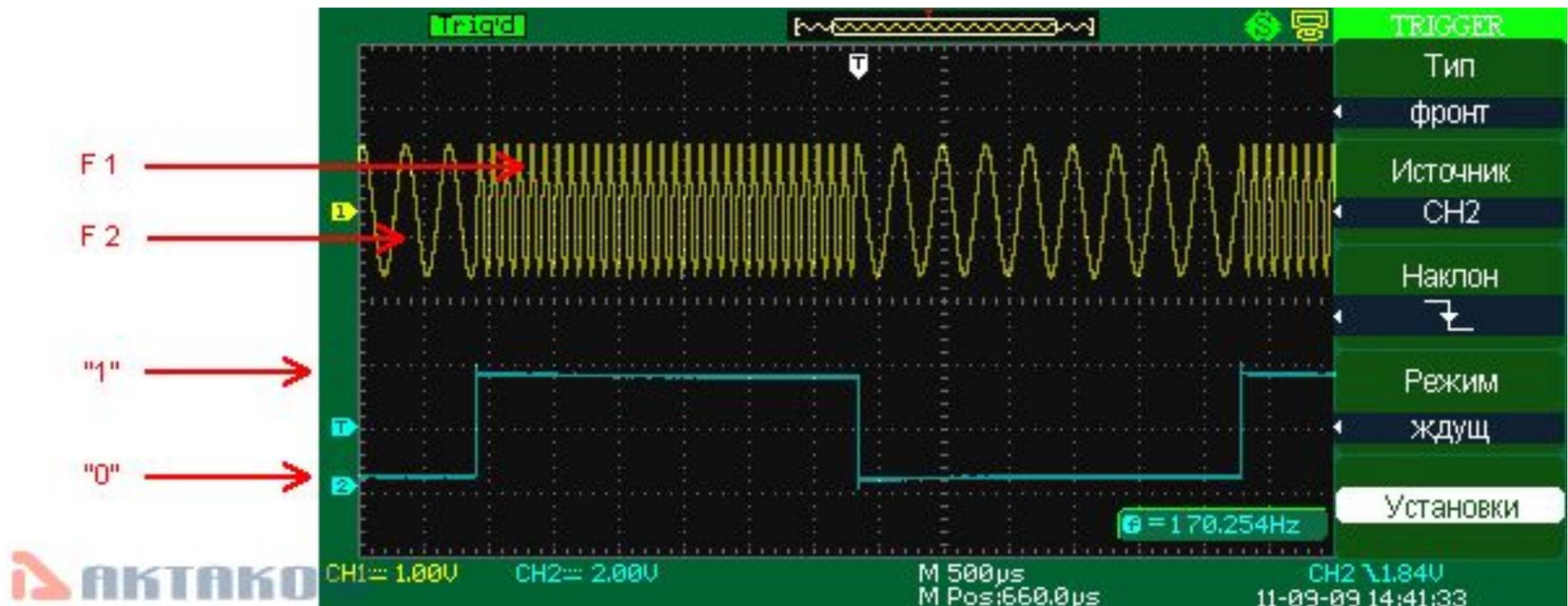
# Амплитудно-фазовая модуляция (QAM)



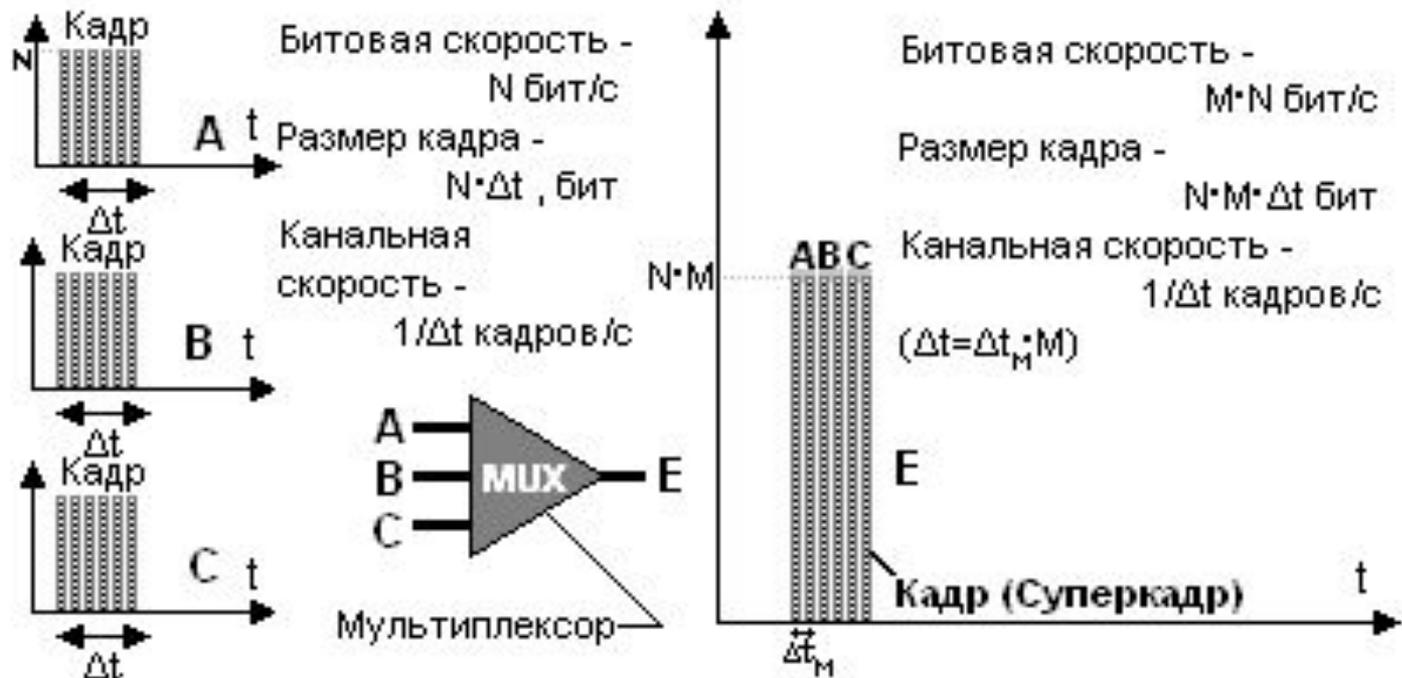
# Частотная манипуляция



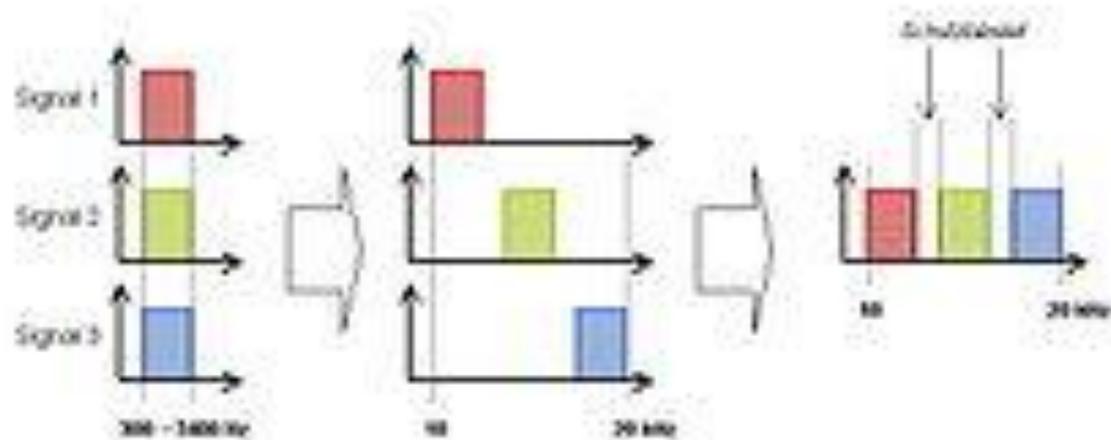
# Частотная манипуляция



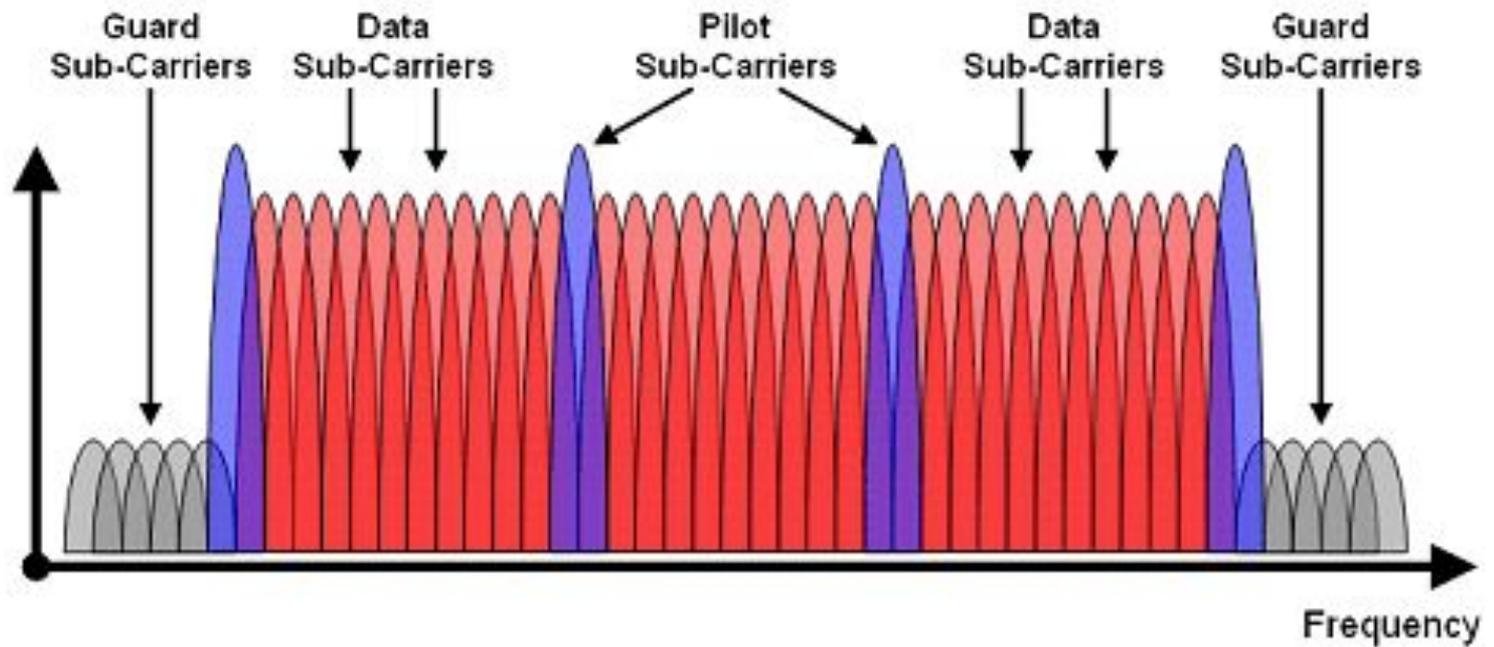
# Мультиплексирование (TDM)



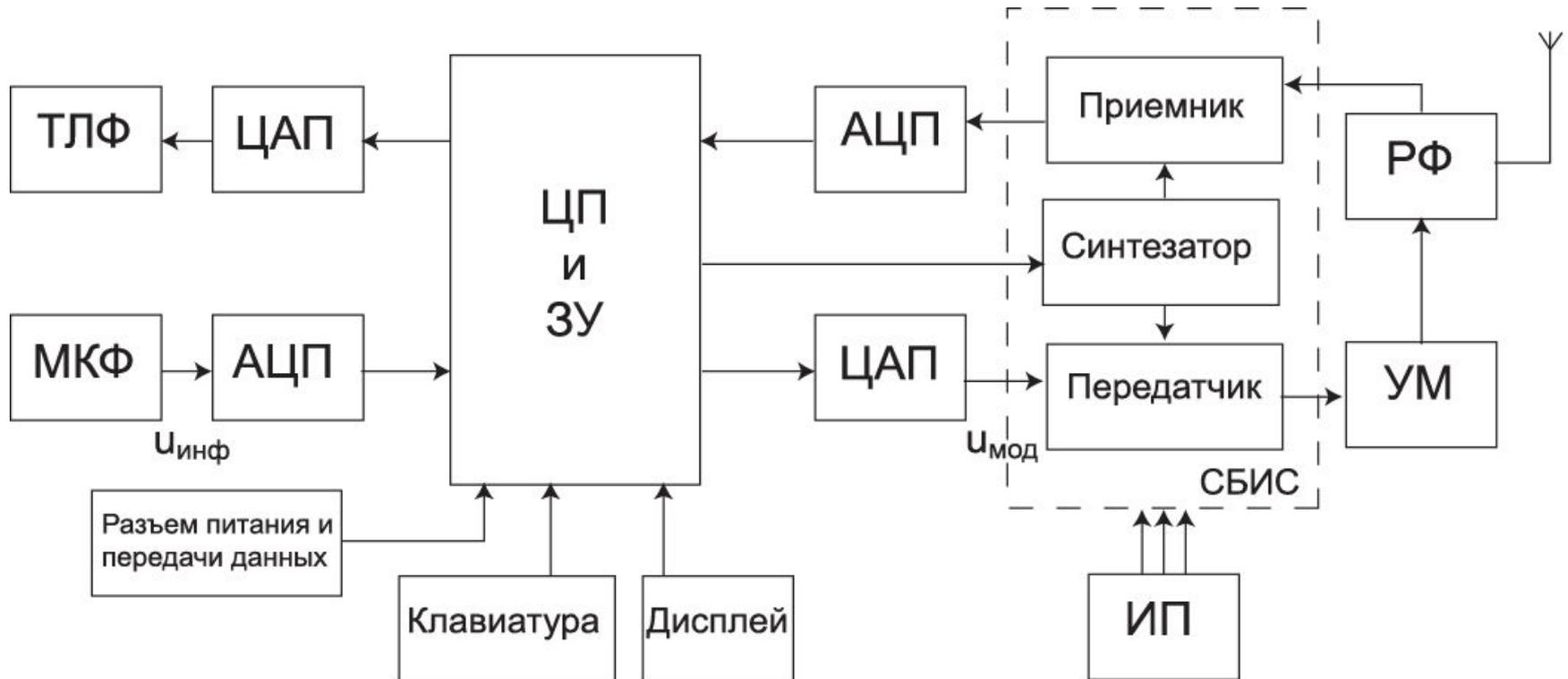
# Мультиплексирование (FDM)



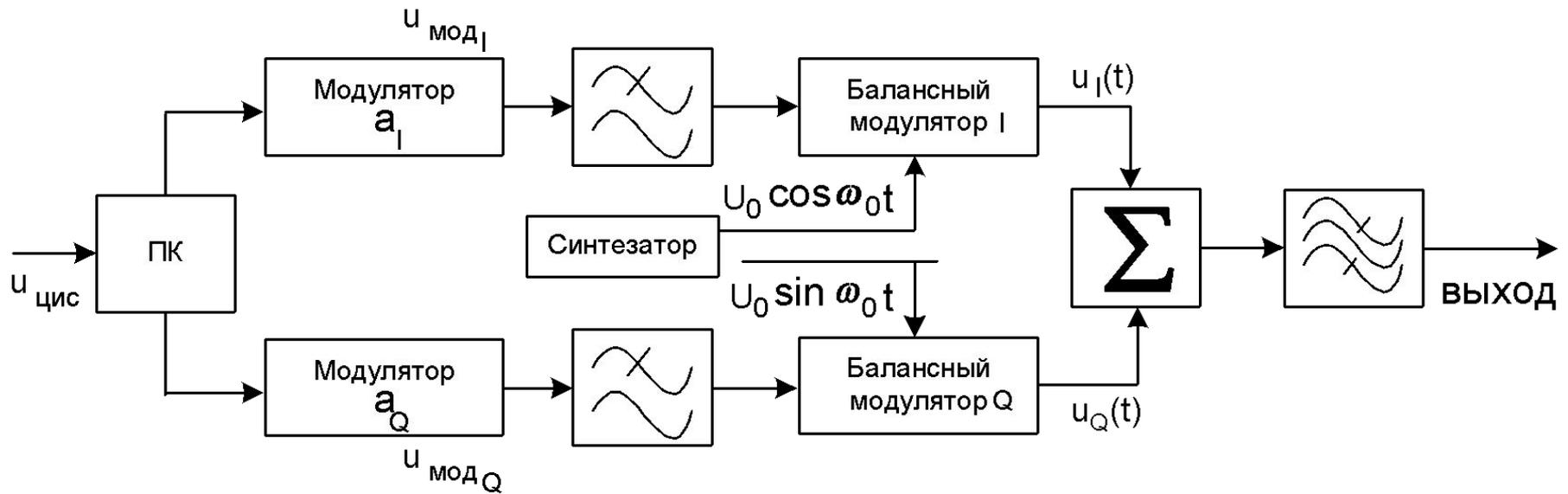
# Мультиплексирование (OFDM)



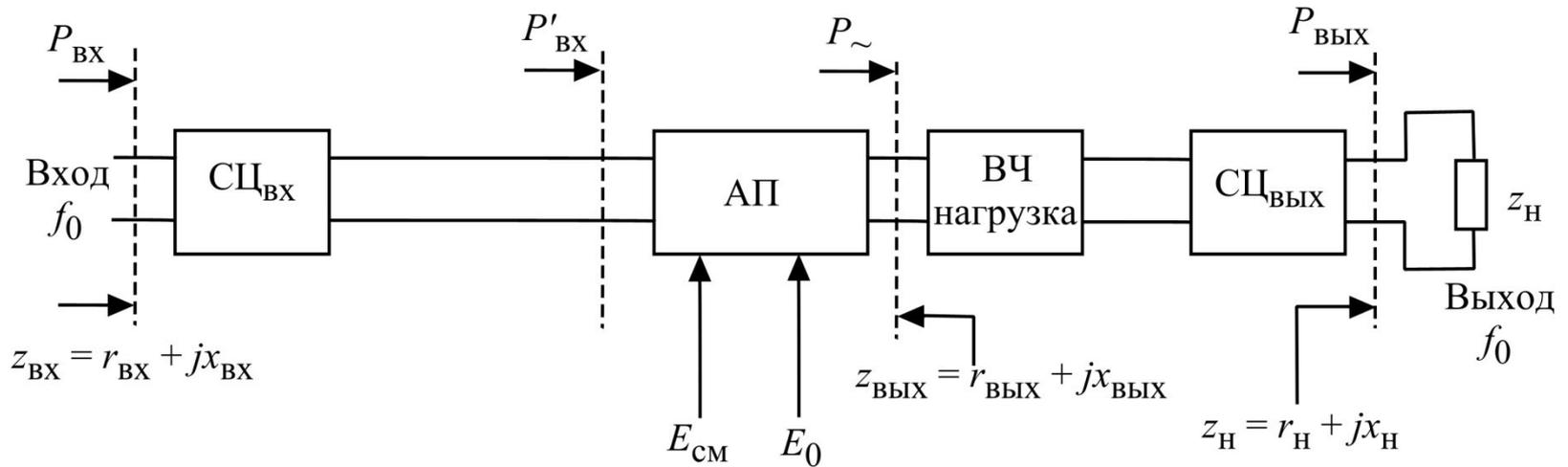
# Структура мобильной станции



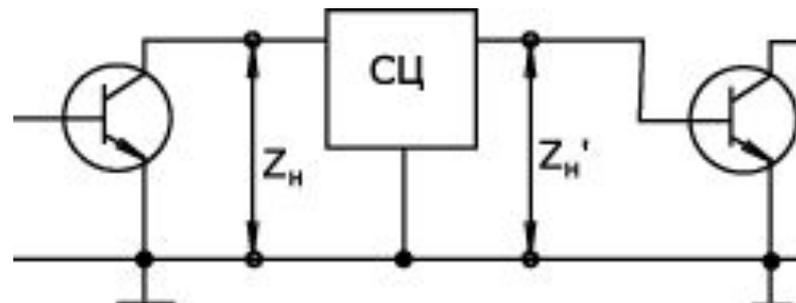
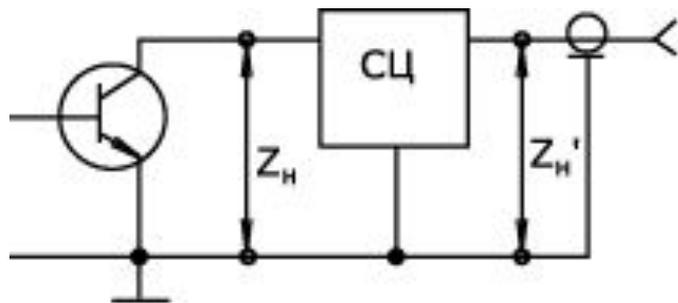
# Структурная схема квадратурного модулятора



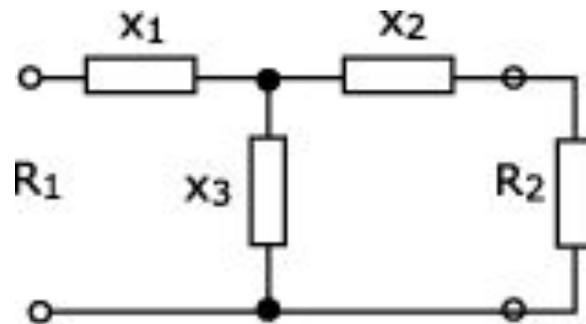
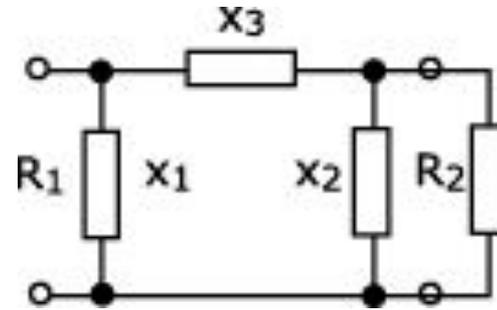
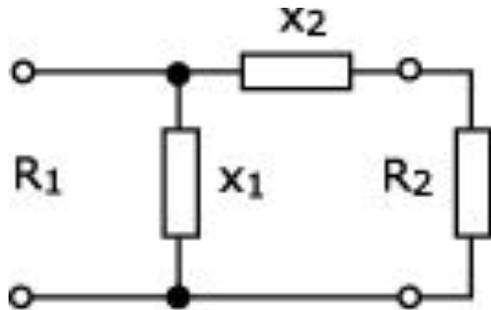
# Оптимизация параметров усилителей МОЩНОСТИ

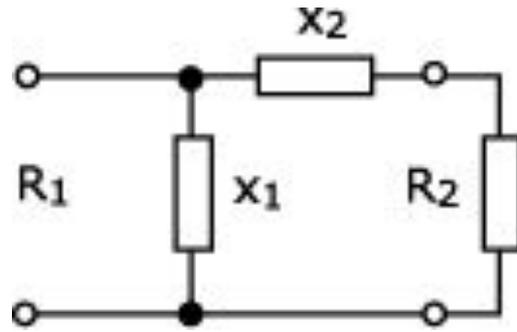


# Согласующие цепи в усилителях мощности



# Обобщенные схемы цепей связи в виде Г-, П- и Т-образных реактивных четырехполюсников





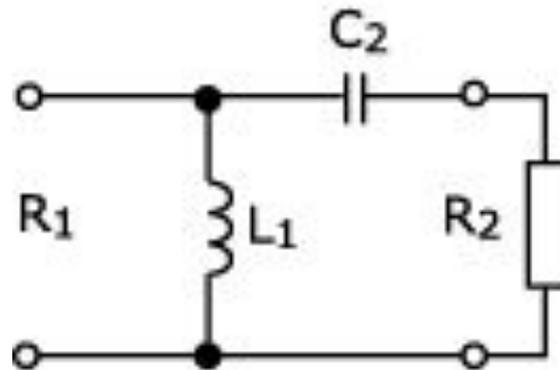
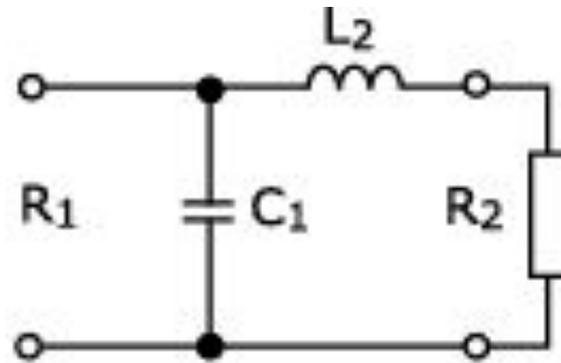
$$\mathbf{Z}_2 = R_2 + jx_2; \quad \mathbf{Y}_2 = \frac{1}{R_2 + jx_2} = \frac{R_2 - jx_2}{R_2^2 + x_2^2}$$

$$\mathbf{Y}_{\text{ex}} = \mathbf{Y}_2 + \frac{1}{jx_1} = \frac{1}{R_1}$$

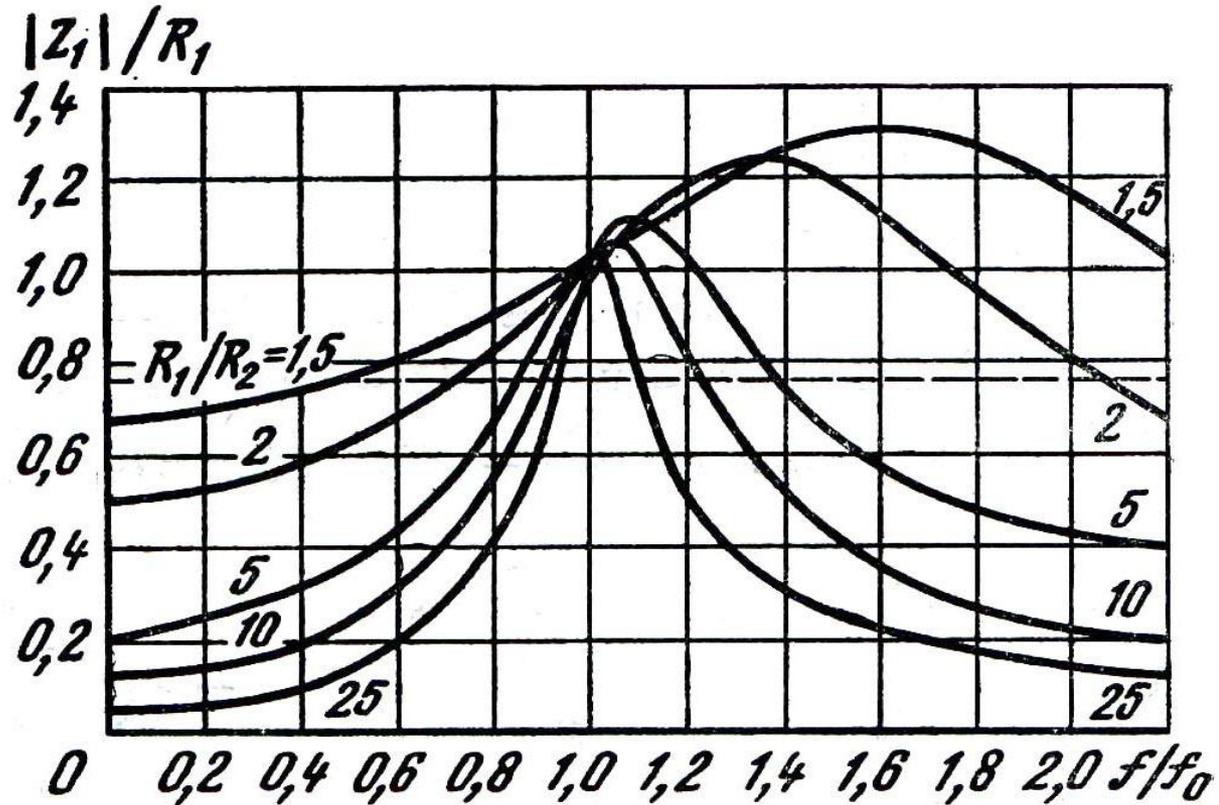
если  $R_1 = \frac{R_2^2 + x_2^2}{R_2} = R_2(1 + Q^2), \quad x_1 = -\frac{(R_2^2 + x_2^2)}{x_2} = -x_2(1 + Q^{-2}),$

где  $Q = \frac{|x_2|}{R_2} = \frac{R_1}{|x_1|} \quad Q = \sqrt{\frac{R_1}{R_2} - 1}$

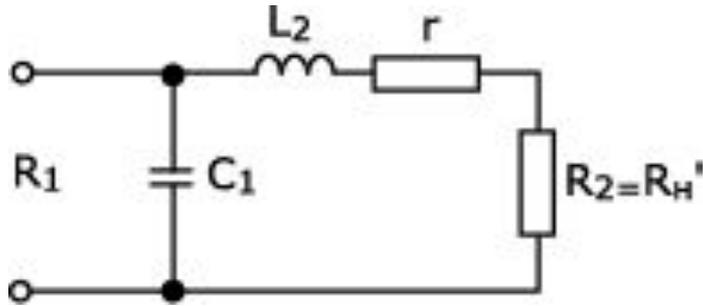
Две возможные схемы Г-звена типа фильтра нижних и верхних частот



Амплитудно-частотные характеристики  
Г-трансформатора, нагруженного на сопротивление  $R_2$  при  
разных значениях отношения  $R_1/R_2$



# Схема Г-звена типа фильтра нижних частот с сопротивлением потерь в индуктивности



$$\eta_{\text{СЦ}} = \frac{P'_H}{P_1}$$

$$P_1 = P'_H + P_r = 0,5I_H^2(R_2 + r)$$

$$\eta_{\text{СЦ}} = \frac{R_2}{R_2 + r} = 1 - \frac{r}{R_2 + r}$$

$$r = \frac{\omega_0 L}{Q_{xx}}, \quad R_2 + r = \frac{\omega_0 L}{Q}$$

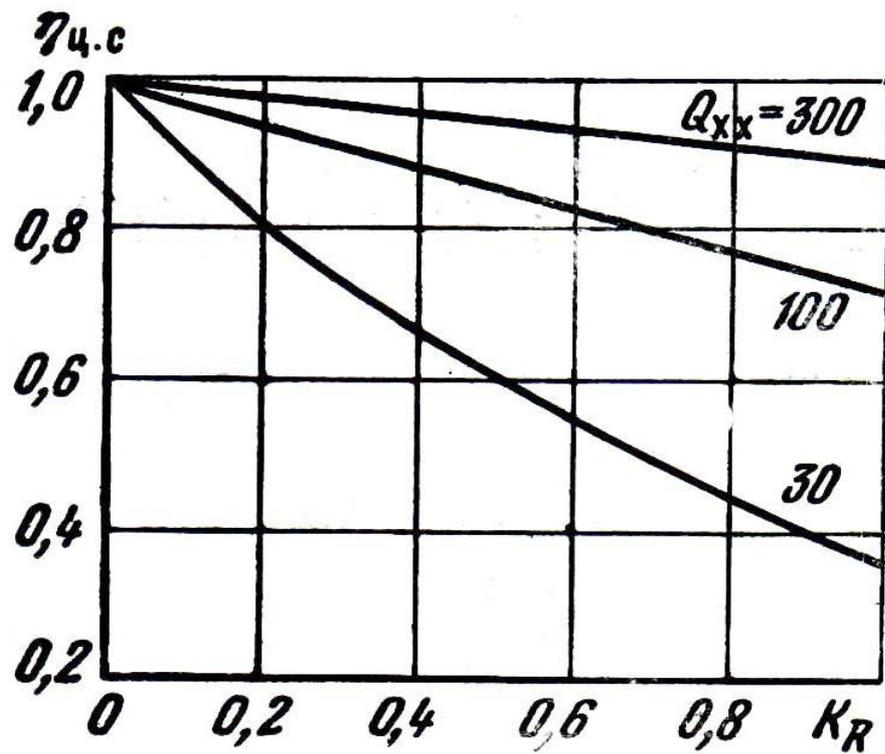
$$\eta_{\text{СЦ}} = 1 - \frac{Q}{Q_{xx}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{R_1}{R_2 + r} - 1} \Big|_{\frac{R_1}{R_2 + r} \geq 10} \approx \sqrt{\frac{R_1}{R_2 + r}}$$

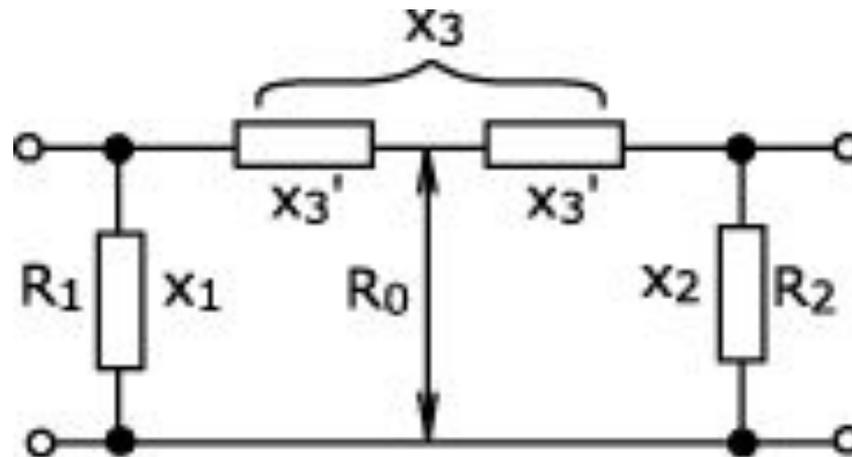
$$\eta_{\text{СЦ}} = 1 - \frac{K_R}{Q_{xx}} \sqrt{\eta_{\text{СЦ}}} \Rightarrow \frac{K_R}{Q_{xx}} = \frac{1 - \eta_{\text{СЦ}}}{\sqrt{\eta_{\text{СЦ}}}}$$

$$\text{где } K_R = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

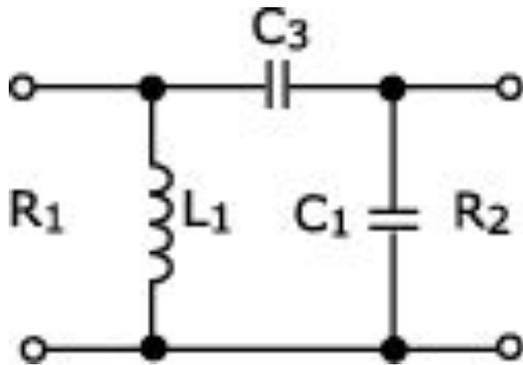
# Зависимость КПД цепи связи в виде Г-звена от коэффициента трансформации



# Соединение двух Г-звеньев с образованием П-образной цепи



## П-образные цепи связи и формулы для расчета их элементов

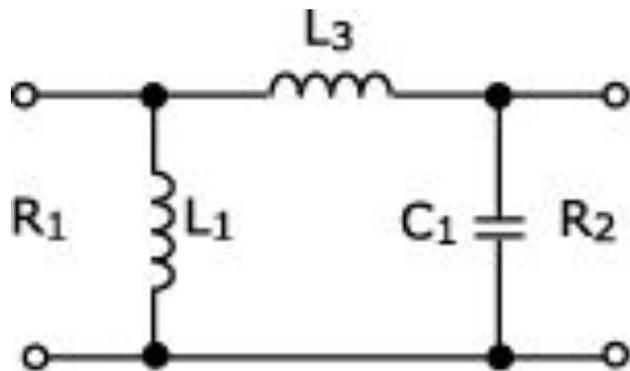


$$\omega L_1 = R_1 / Q_1; \quad \omega C_1 = Q_2 / R_2$$

$$\omega C_3 = \frac{(1 + Q_2^2)}{[R_2 (Q_1 - Q_2)]};$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{R_1}{R_2} (1 + Q_2^2) - 1}$$

Величиной  $Q_2$  задаются. Условие реализуемости трансф-ра  $Q_2^2 > \frac{R_2}{R_1} - 1$

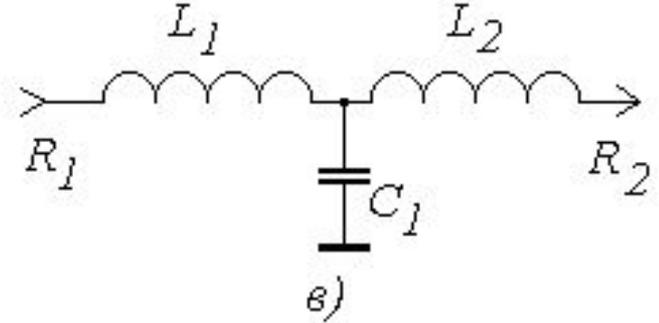
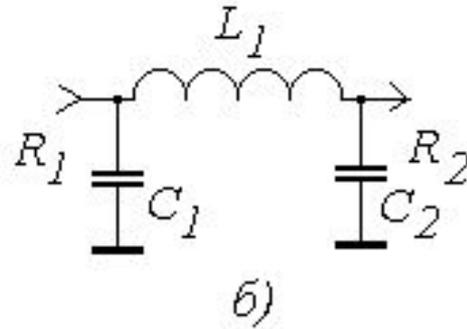
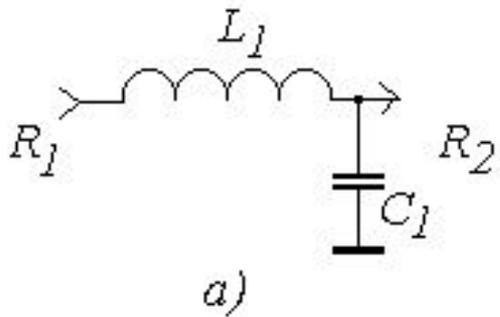


$$\omega L_1 = R_1 / Q_1; \quad \omega C_1 = Q_2 / R_2$$

$$\omega L_3 = \frac{R(Q_2 - Q_1)}{(1 + Q_2^2)};$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{R_1}{R_2} (1 + Q_2^2) - 1}$$

# Простейшие звенья цепей согласования (для $R_2 > R_1$ )



$$L_1 = \frac{\sqrt{R_1(R_2 - R_1)}}{2\pi f}$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f R_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2 - R_1}}}$$

$$L_1 = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{2\pi f}$$

$$C_1 = C_2 = \frac{1}{2\pi f \sqrt{R_1 R_2}}$$

# Принципиальные схемы транзисторных УМ

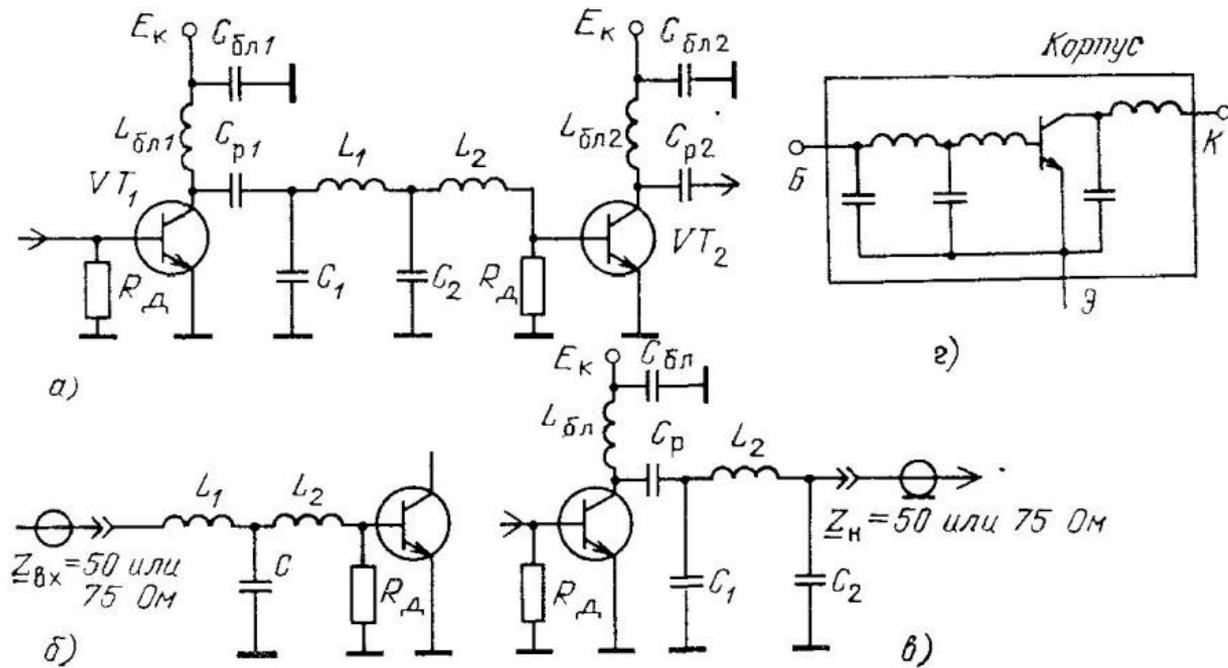
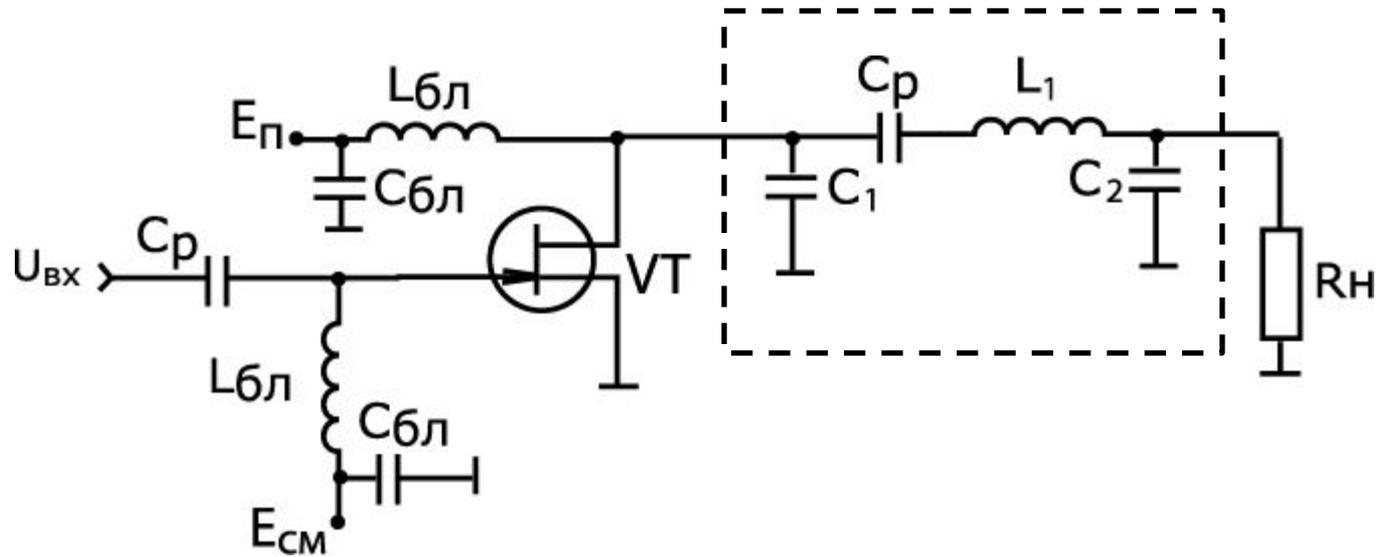
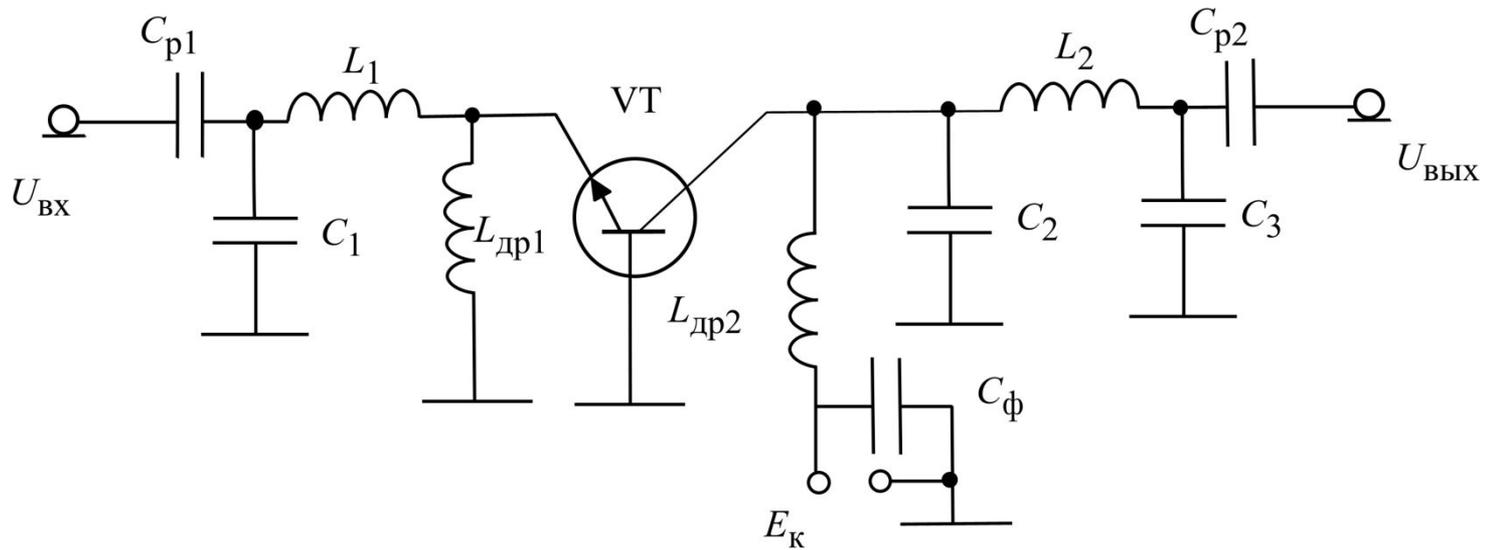


Рис. 3 10. Схемы межкаскадных цепей транзисторных генераторов

# Типовая схема усилителя мощности ВЧ на ПТ



# УМ по схеме с общей базой



# Согласование сопротивлений

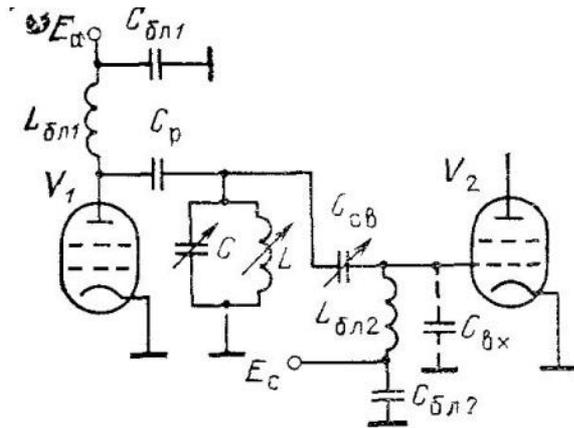
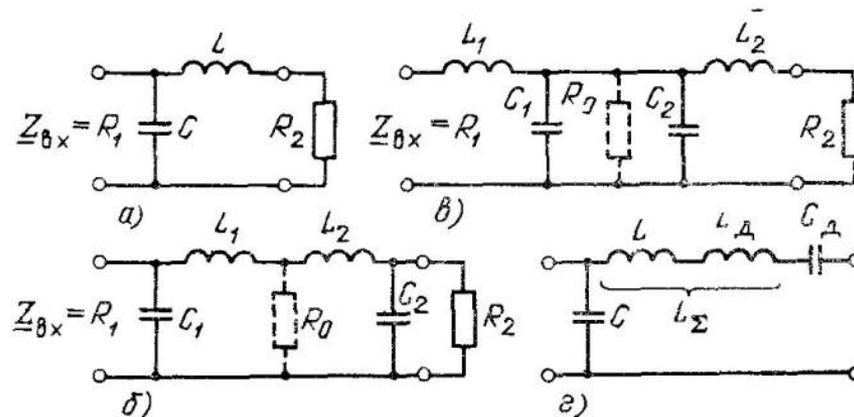


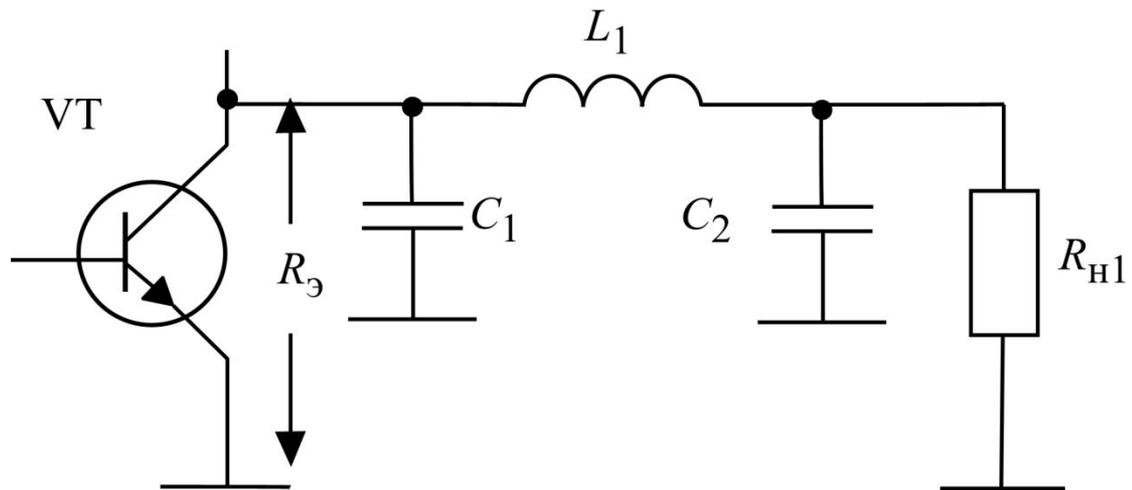
Рис 38. Схема межкаскадной цепи ламповых генераторов

Рис. 3.9. Согласующие цепочки на реактивных LC-элементах:

а — Г-цепочка; б — Т-цепочка; в — П-цепочка, г — Г-цепочка с увеличенной индуктивностью



# Фильтрация высших гармоник



# Расчетные соотношения

Обратимся к фильтрации высших гармоник. Мощность первой гармоники  $P_{\text{ВЫХ}}$  выделяется в нагрузке  $R_{\text{Н1}}$  (антенне). Пренебрегая потерями мощности в контуре, можно принять, что  $P_{\text{ВЫХ}} \approx P_1$ .

Ток первой гармоники на выходе транзистора

$$I_{\text{К1}} = S U_{\text{ВХ}} \gamma_1(\theta),$$

в нагрузке

$$I_{\text{Н1}} = \sqrt{\frac{2P_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{Н1}}}}.$$

Коэффициент передачи тока по первой гармонике

$$K_{I1} = \frac{I_{\text{Н1}}}{I_{\text{К1}}} = \frac{\sqrt{\frac{2P_{\text{ВЫХ}}}{R_{\text{Н1}}}}}{I_{\text{К1}}}. \quad (1.56)$$

# Расчетные соотношения

Для каждой из высших гармоник коллекторный ток  $I_{Kn} = SU_{\text{ВХ}} \gamma_n(\theta)$ .

Ток в нагрузке

$$I_{Hn} \leq \sqrt{\frac{2P_{\text{доп}}}{R_{Hn}}},$$

где  $P_{\text{доп}}$  - допустимая мощность  $n$ -й гармоники,  $R_{Hn}$  - активная часть сопротивления антенны (фидера) на  $n$ -й гармонике.

Аналогично

$$K_{In} = \frac{I_{Hn}}{I_{Kn}} = \frac{\sqrt{\frac{2P_{\text{доп}}}{R_{Hn}}}}{I_{Kn}}. \quad (1.57)$$

Определим требуемый коэффициент фильтрации  $n$ -й гармоники

$$\Phi_n = \frac{I_{H1}/I_{Hn}}{I_{K1}/I_{Kn}} \geq \frac{\gamma_n(\theta)}{\gamma_1(\theta)} \sqrt{\frac{P_{\text{ВЫХ}}}{P_{n \text{ доп}}}} \sqrt{\frac{R_{Hn}}{R_{H1}}}. \quad (1.58)$$

# Результаты расчета

или

$$\Phi_{\text{П-КОНТ } n} \geq \frac{\gamma_n(\theta)}{\gamma_1(\theta)} \sqrt{\frac{P_{\text{ВЫХ}}}{P_{n \text{ ДОП}}}} \sqrt{\frac{R_{\text{Н}n} R_{\text{Н}1}}{Z_{\text{Н}n}}}. \quad (1.65)$$

Рассмотрим следующий пример.

Исходные данные:

$$P_{\text{ВЫХ}} = 20 \text{ ВТ}, P_{n \text{ ДОП}} = 1 \text{ мВт}, \gamma_1(90^\circ) = 0,5; \gamma_2(90^\circ) = 0,212.$$

Сопротивления  $R_{\text{Н}1}$ ,  $|Z_{\text{Н}n}|$  и  $R_{\text{Н}n}$  могут значительно различаться, но для простоты оценки положим их равными, тогда

$$\Phi_{\text{П-КОНТ } 2} \geq \frac{0,212}{0,5} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4}{1}} = 59.$$

Коэффициент фильтрации при  $n = 2$

$$\Phi_{\text{П-КОНТ } 2} = n^2 \left(n - \frac{1}{n}\right) Q = 60.$$

# Элементы согласующих систем на объемных резонаторах

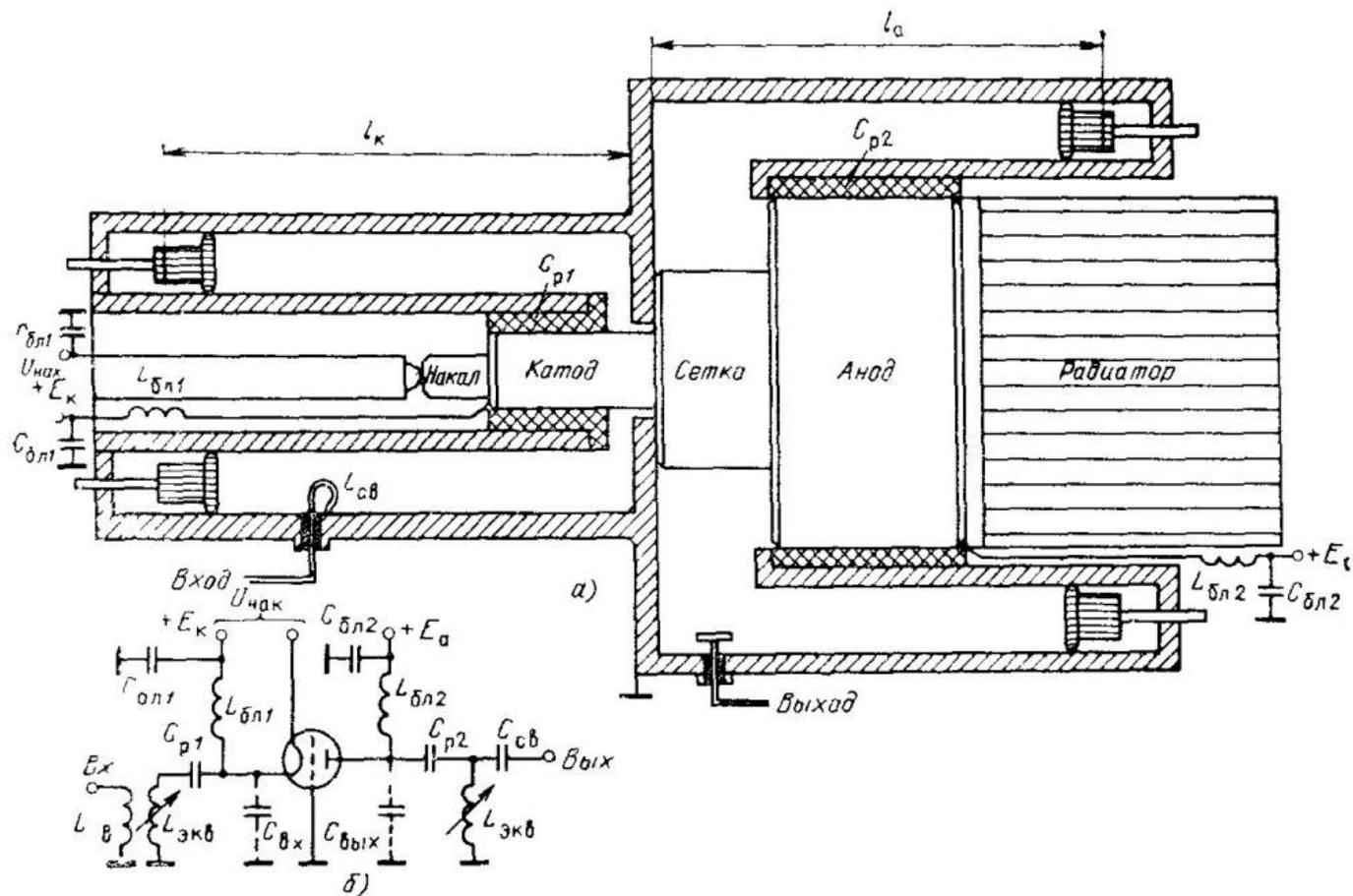
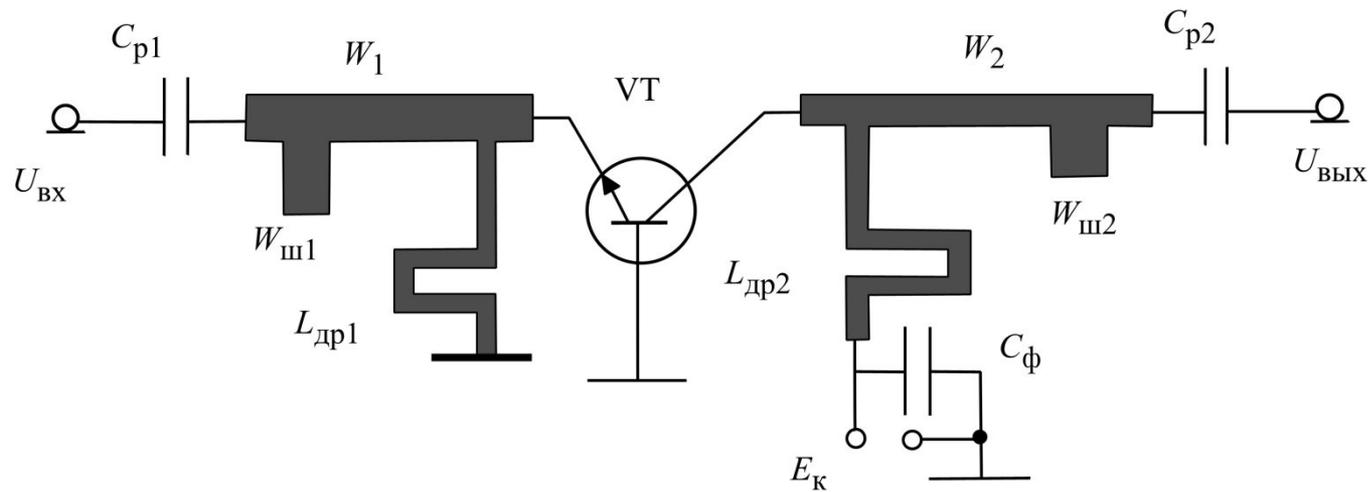
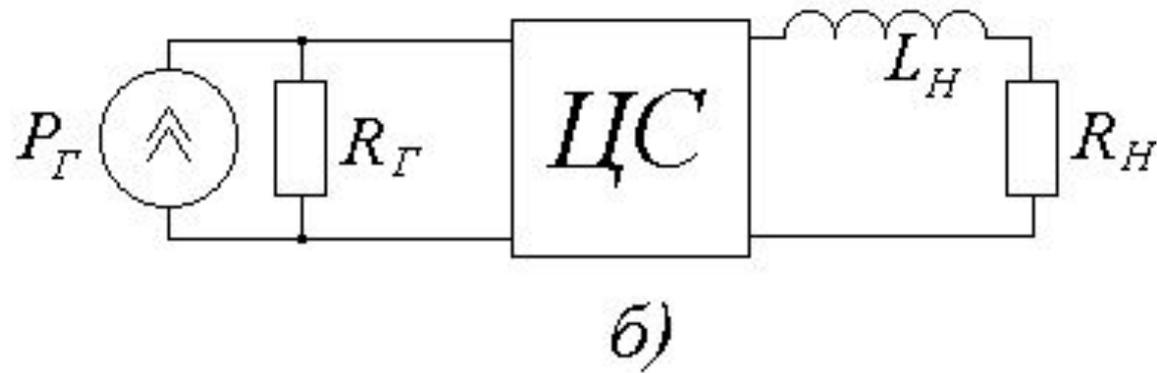
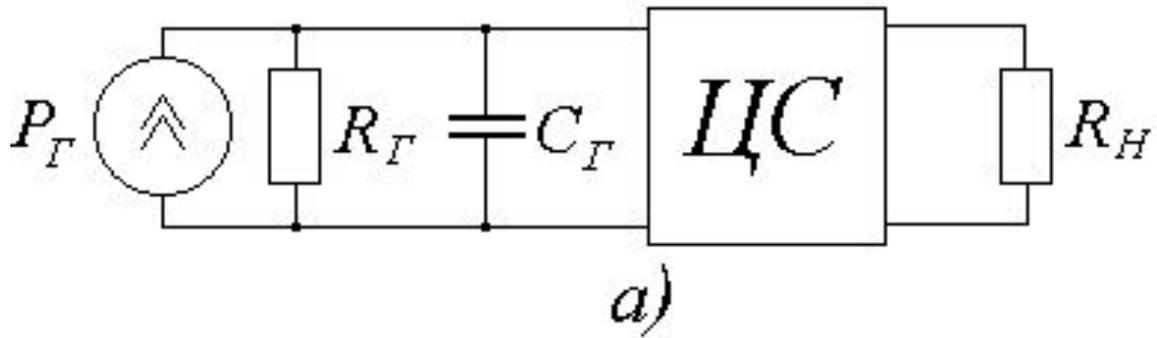


Рис 313 Эскиз конструкции (а) и эквивалентная схема СВЧ генератора на металлокерамическом триоде (б)

# Конструктивная реализация УМ на ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЯХ



## Широкополосные цепи согласования



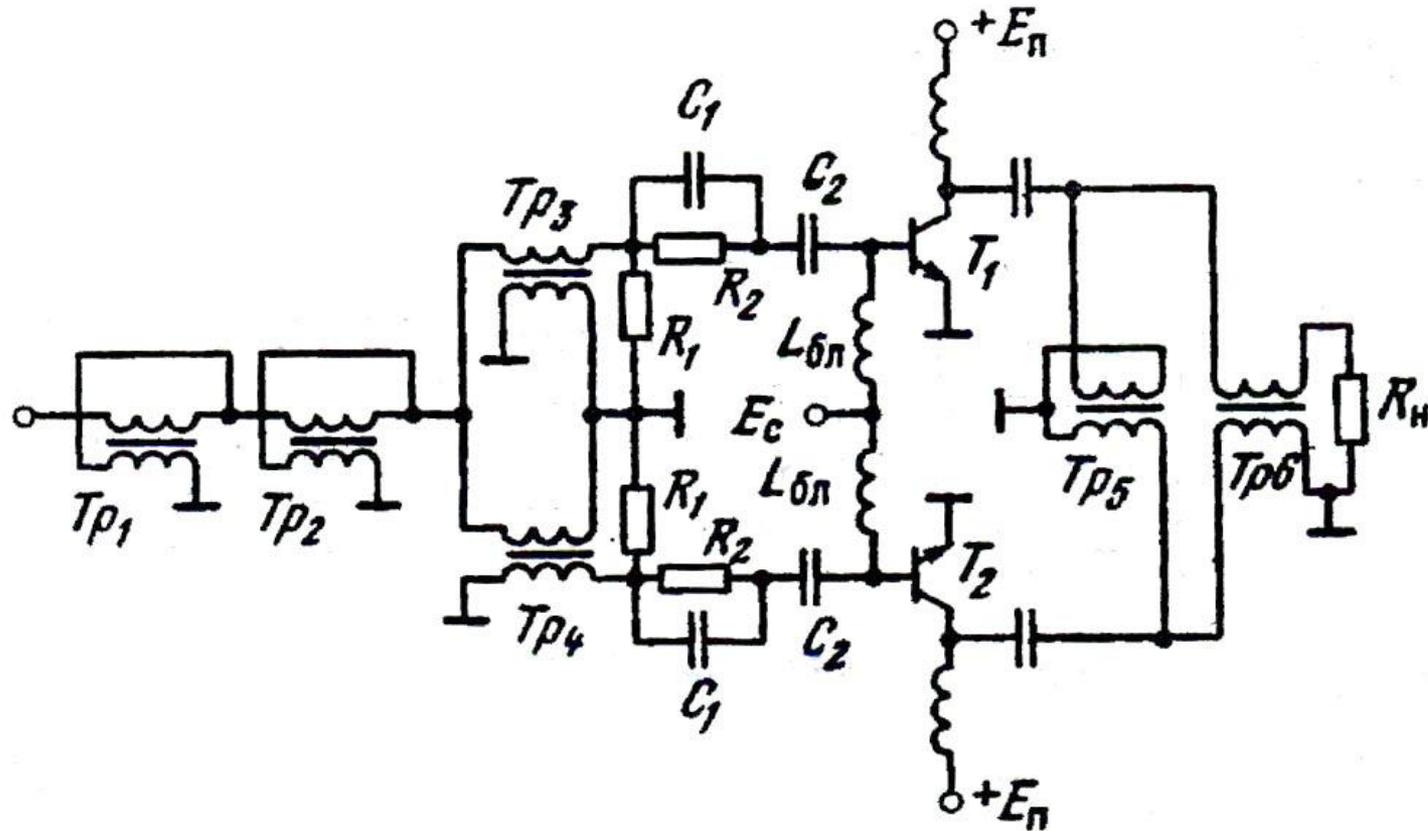
$$P_z = P_n + P_{omp}$$

$$1 = \frac{P_n}{P_z} + \frac{P_{omp}}{P_z} = |t|^2 + |\Gamma|^2$$

$$|\Gamma| = \frac{Z_z - Z_n}{Z_z + Z_n}$$

$$b_s = 10 \lg \left( \frac{1}{|t|^2} \right)$$

Схема двухтактного широкополосного усилителя с ТЛ  
для диапазона 3...30 МГц



# Трансформаторы типа длинной линии

