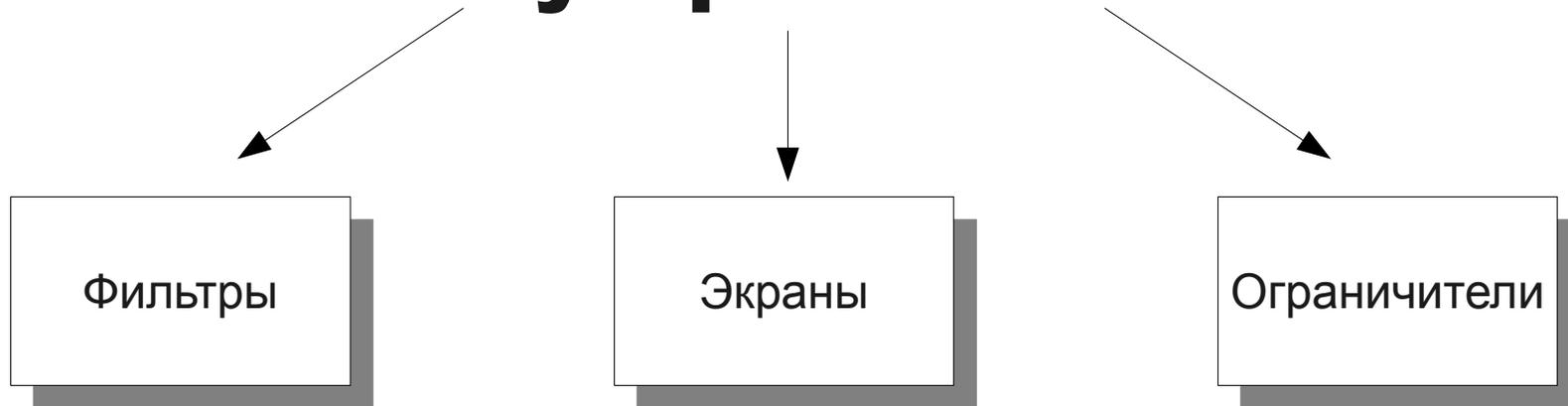


**Лекция 3**  
**Пассивные  
помехоподавляющие  
устройства**

# Пассивные помехоподавляющие устройства

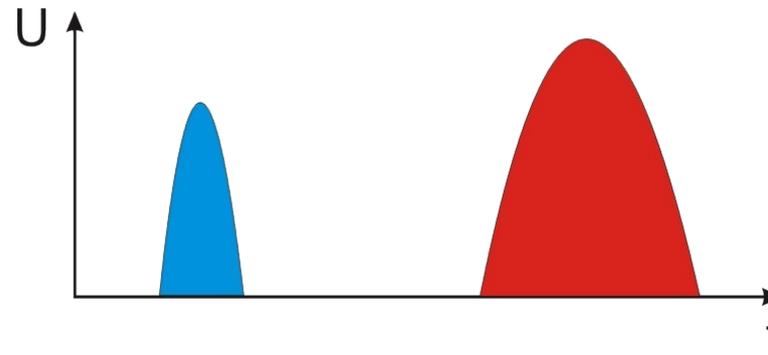
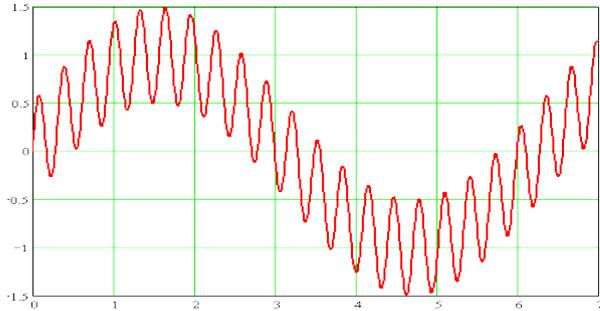


**Фильтрация** – выделение спектральных составляющих полезного сигнала из зашумленного сигнала

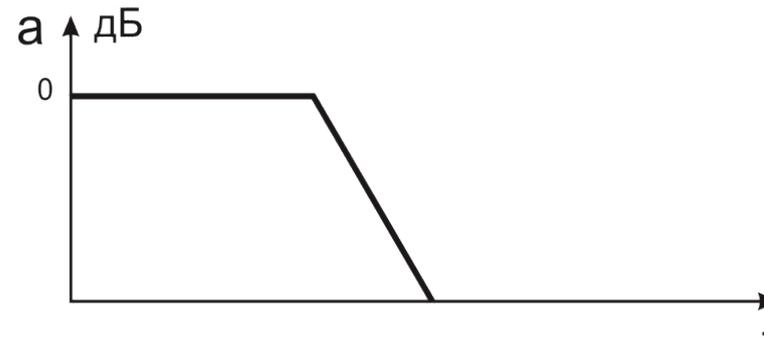
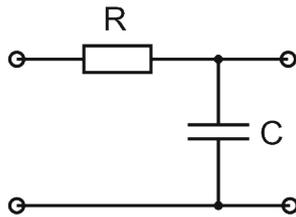
**Экраны** - снижение напряженности электромагнитного поля в определенной области пространства

**Ограничители перенапряжения** — ограничение амплитуды импульсов перенапряжения в сигнале

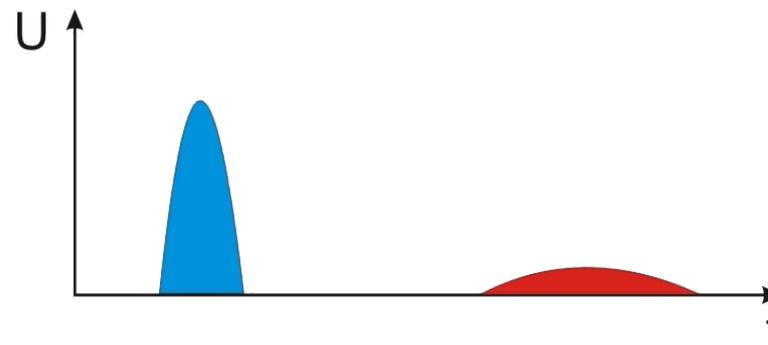
# Фильтрация помех



Полезный  
сигнал и ВЧ  
помеха

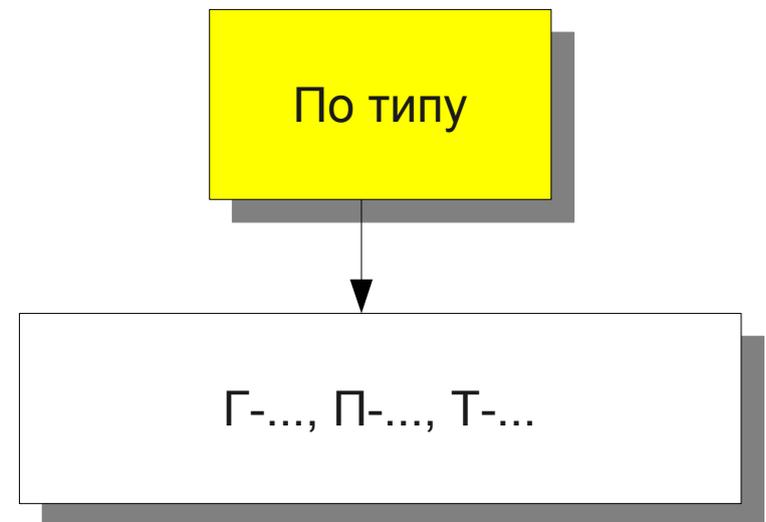
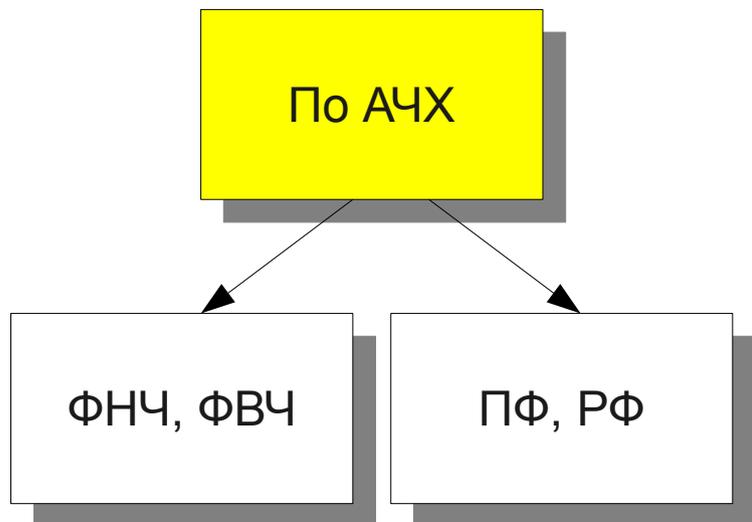
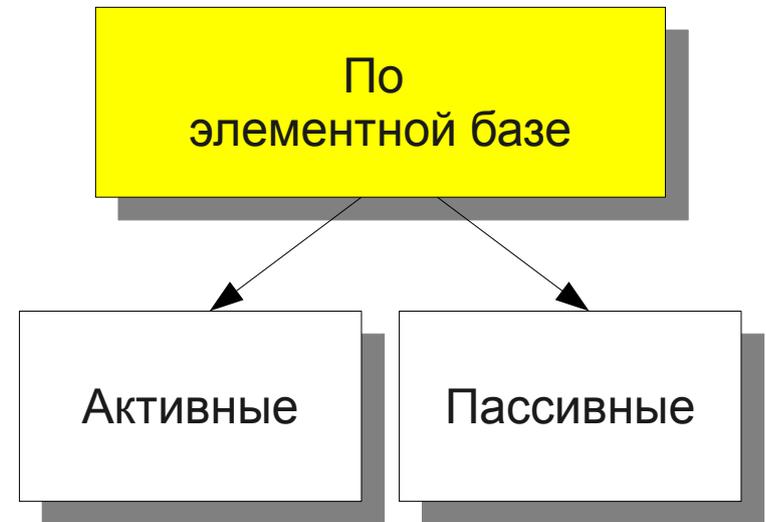
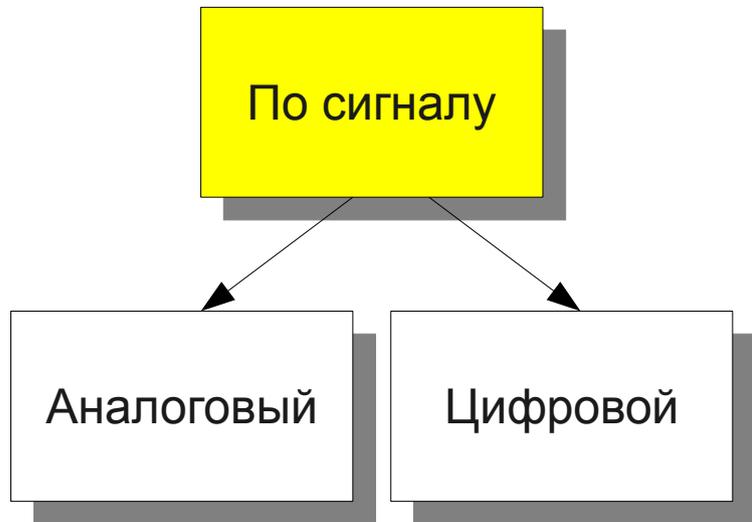


Фильтр низких  
частот  
и АЧХ фильтра

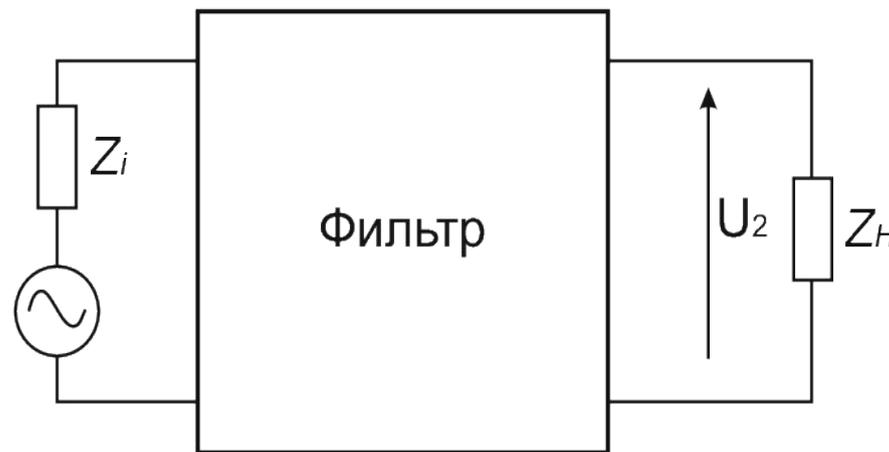
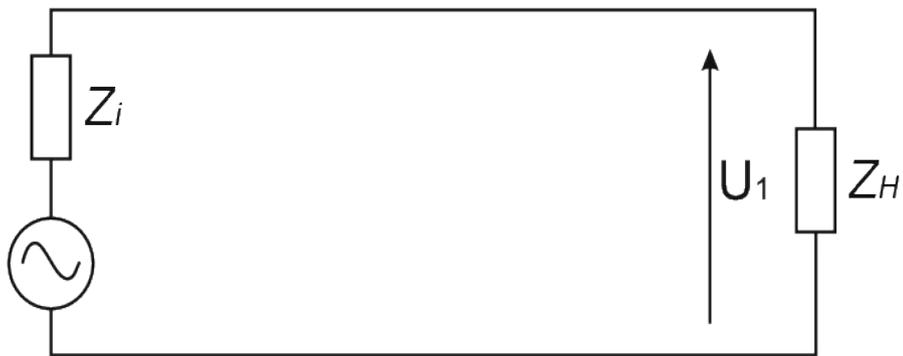


Результат  
фильтрации  
помех

# Классификация фильтров



# Коэффициент затухания фильтра



$Z_i$  – сопротивление источника сигнала

$Z_H$  – сопротивление нагрузки

**Вносимое затухание фильтра** - отношения напряжения на нагрузке без фильтра и с фильтром  $U_1/U_2$

# Логарифмический масштаб

Наглядно представляет соотношения величин, отличающихся на несколько порядков

Эффективность фильтрации характеризуется **коэффициентом затухания** – логарифмом отношения напряжения на нагрузке без фильтра и с фильтром.

Коэффициент затухания, определенный в децибелах:

$$a_e \text{ (дБ)} = 20 \lg (U_1/U_2)$$

**Коэффициент передачи фильтра** - отношения напряжения на нагрузке с фильтром и к напряжению без фильтра  $U_2/U_1$

$$K_p \text{ (дБ)} = 20 \lg (U_2/U_1)$$

# Характеристики фильтра

**Амплитудно-частотная характеристика фильтра (АЧХ)** – зависимость коэффициента передачи фильтра от частоты

**Полоса пропускания фильтра** – область частот, при которых  $K_{п} \text{ (дБ)} = 0$  ( $U_2 = U_1$ , сигнал таких частот не ослабляется)

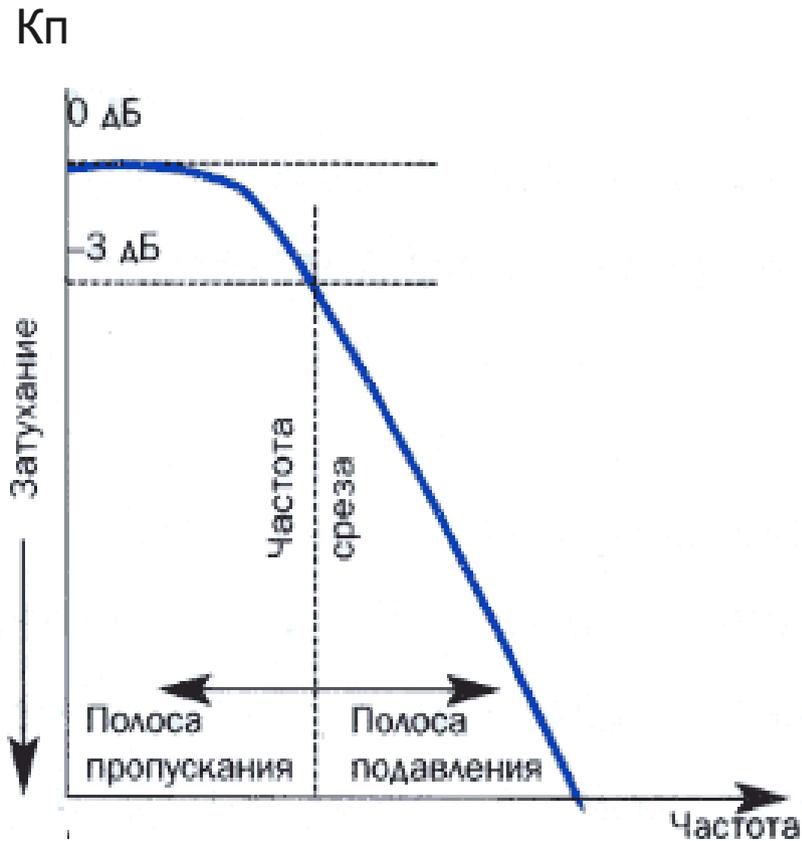
**Полоса подавления** – область частот, в которых  $K_{п} \text{ (дБ)} \rightarrow -\infty$  ( $U_2 \rightarrow 0$ , сигнал таких частот подавляется)

**Частота среза** – частота, лежащая на границе полосы пропускания, определенная при коэффициенте передачи  $-3$  дБ

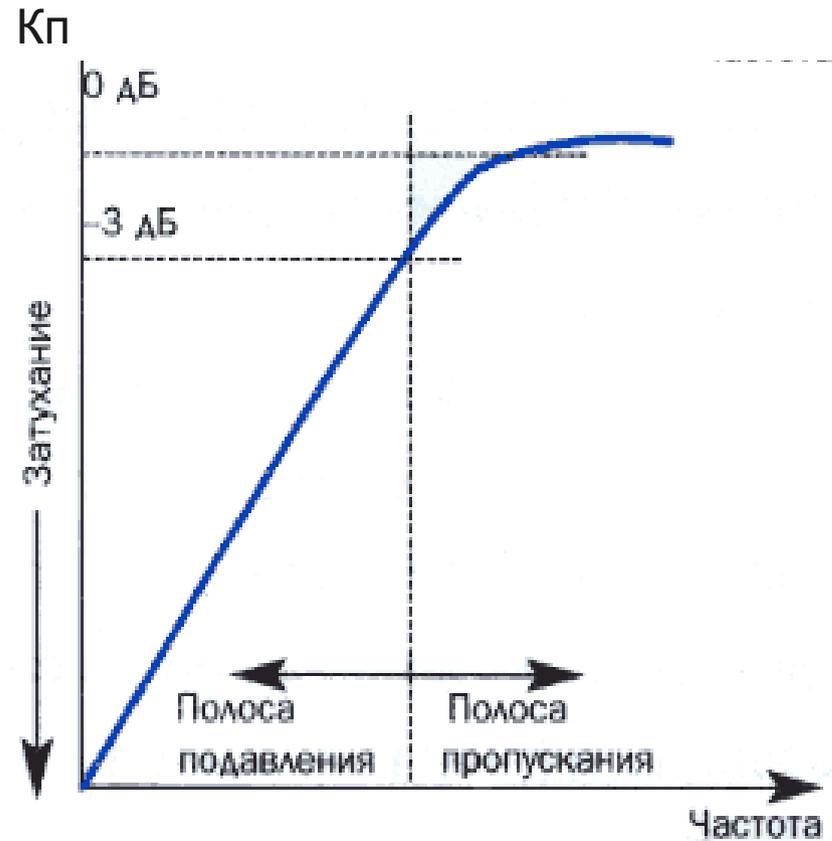
**Крутизна среза** – скорость спада АЧХ в полосе подавления (дБ/октаву, дБ/декаду)

**Порядок фильтра** – параметр, характеризующий крутизну среза. Фильтр первого порядка имеет крутизну среза 6 дБ/октава (20 дБ на декаду), второго порядка – 12 дБ/октава, третьего – 18 дБ/октава и т.д.

# АЧХ фильтров низкой и высокой частоты

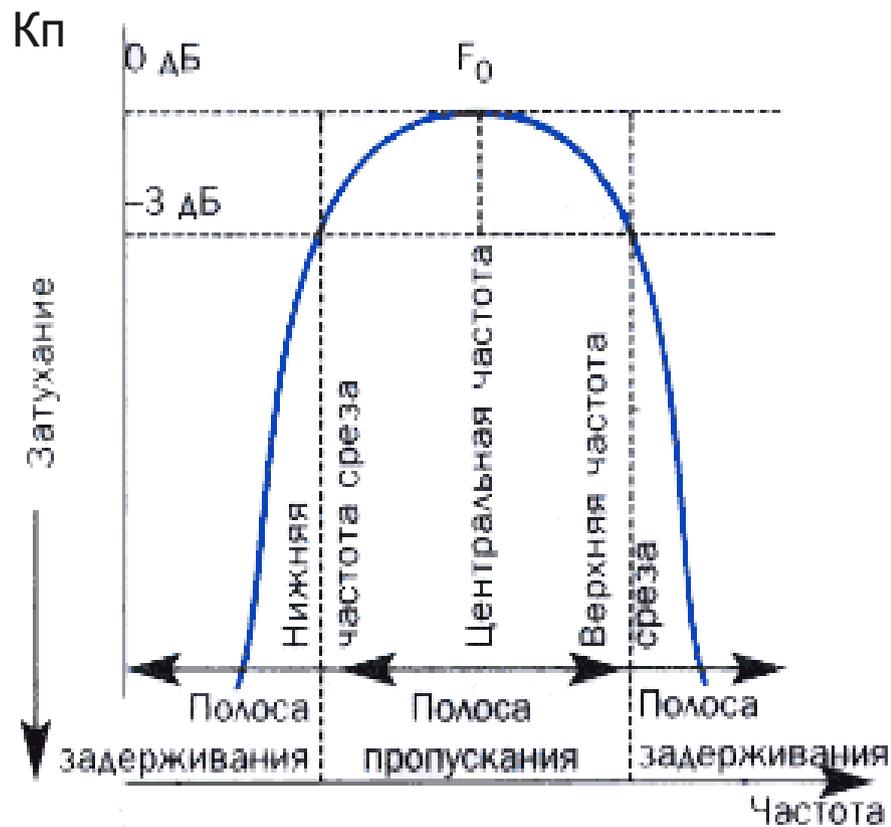


Фильтр низкой частоты (ФНЧ)

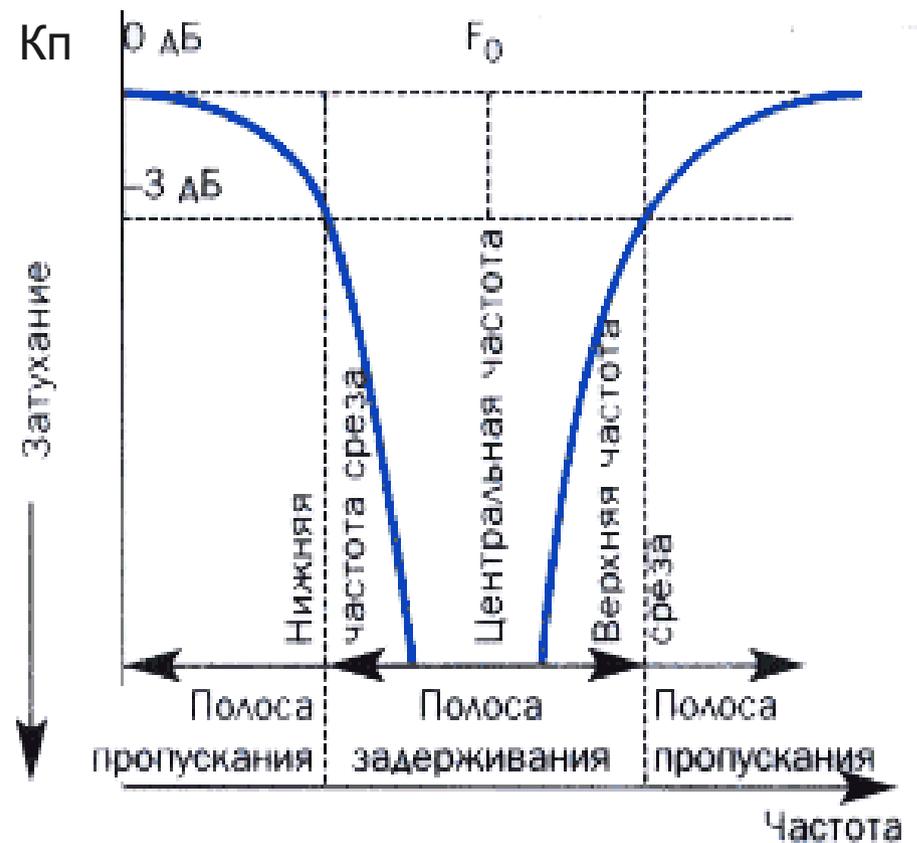


Фильтр высокой частоты (ФВЧ)

# АЧХ полосового и режекторного фильтров



Полосовой фильтр (ПФ)



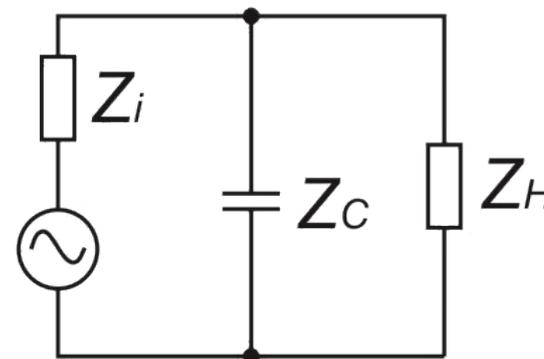
Режекторный фильтр (РФ)

# Схемы помехоподавляющих фильтров низкой частоты и оценка вносимого затухания

## Емкостной фильтр

$$a_e = 20 \lg \frac{Z_i + \frac{Z_i Z_H}{Z_C} + Z_H}{Z_i + Z_H}$$

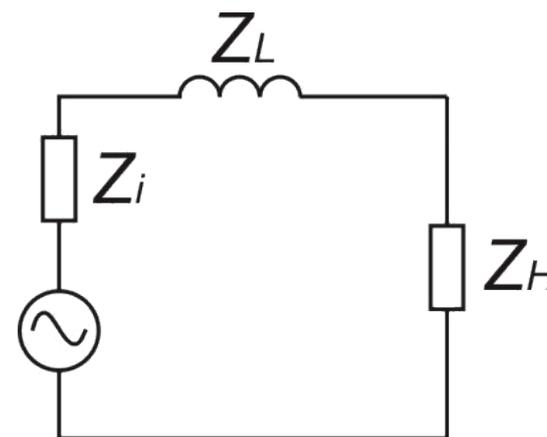
Эффективен при больших  $Z_i$  и  $Z_H$



## Индуктивный фильтр

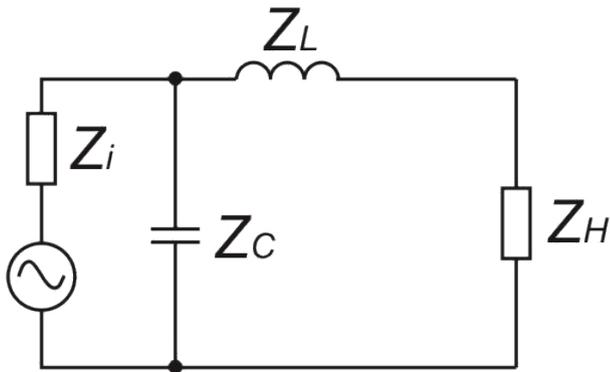
$$a_e = 20 \lg \frac{Z_i + Z_L + Z_H}{Z_i + Z_H}$$

Эффективен при малых  $Z_i$  и  $Z_H$



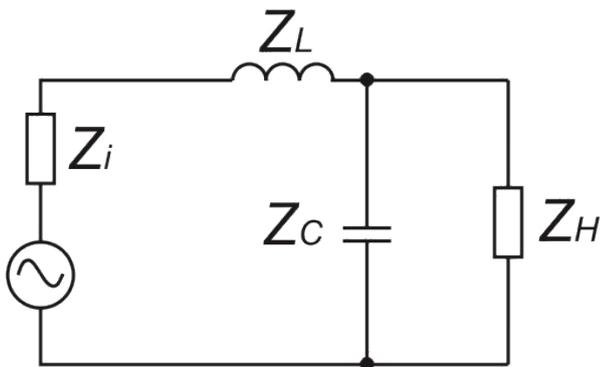
# Схемы помехоподавляющих фильтров низкой частоты

## Г – образный CL - фильтр



Эффективен при большом  $Z_i$  и малом  $Z_H$

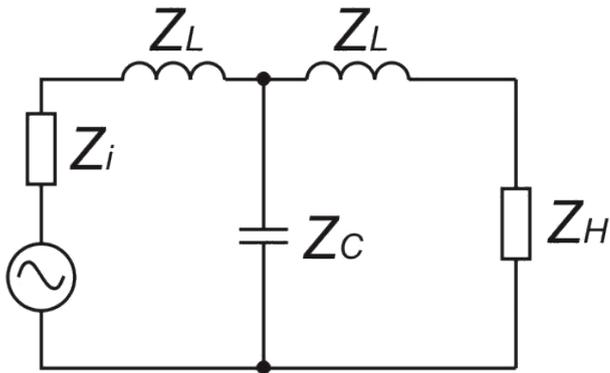
## Г – образный LC - фильтр



Эффективен при малом  $Z_i$  и большом  $Z_H$

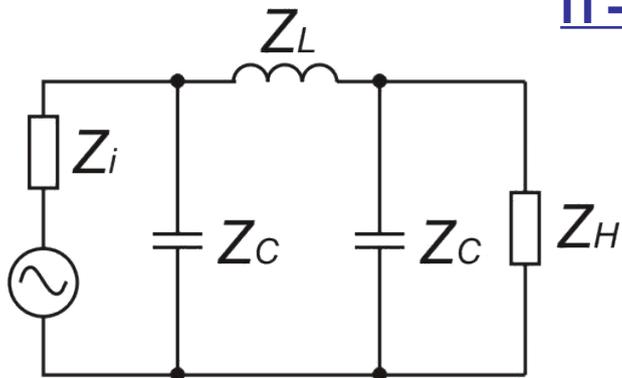
# Схемы помехоподавляющих фильтров низкой частоты

Т – образный LC - фильтр



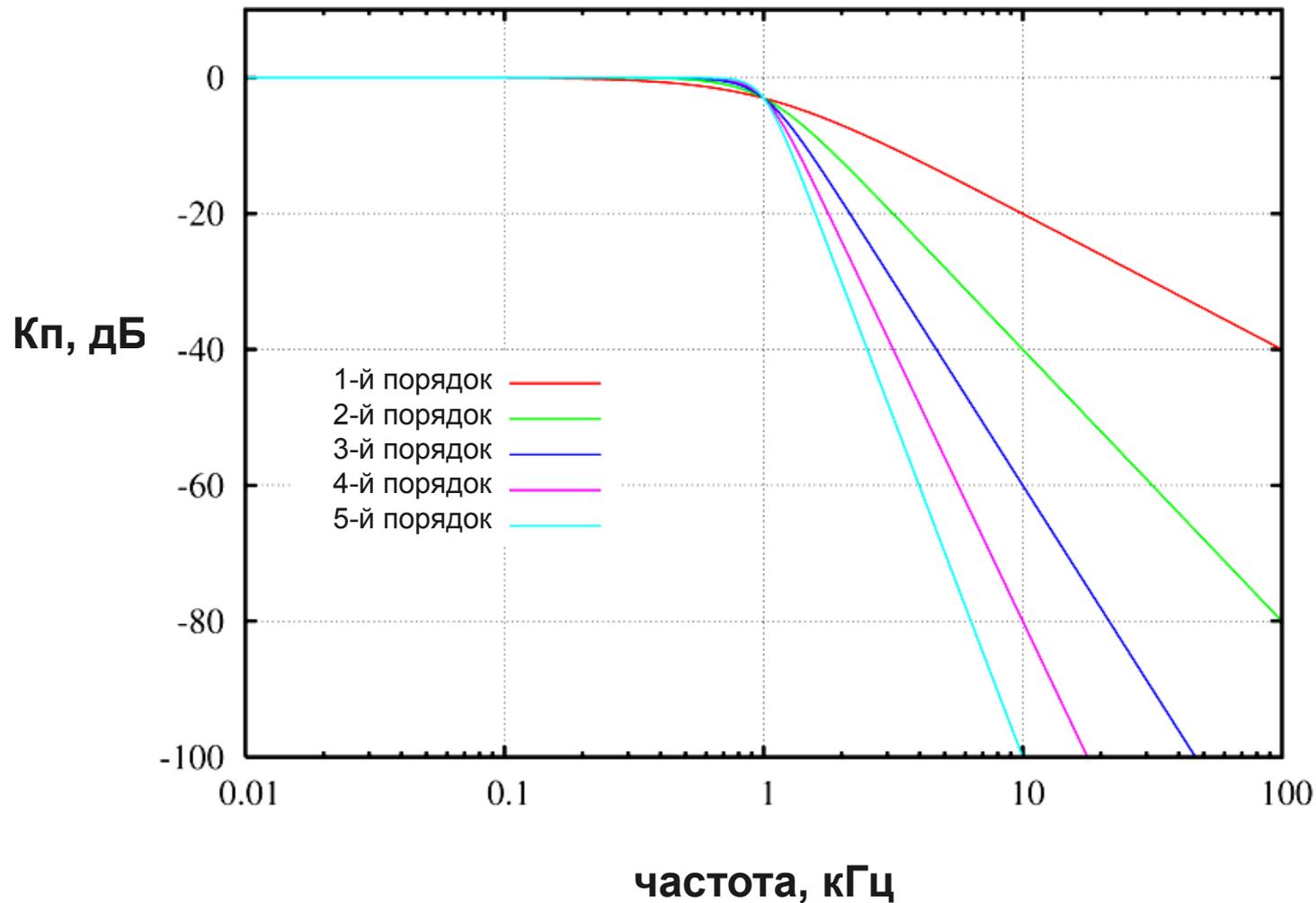
Эффективен при малых  $Z_i$  и  $Z_H$

П – образный CL - фильтр



Эффективен при больших  $Z_i$  и  $Z_H$

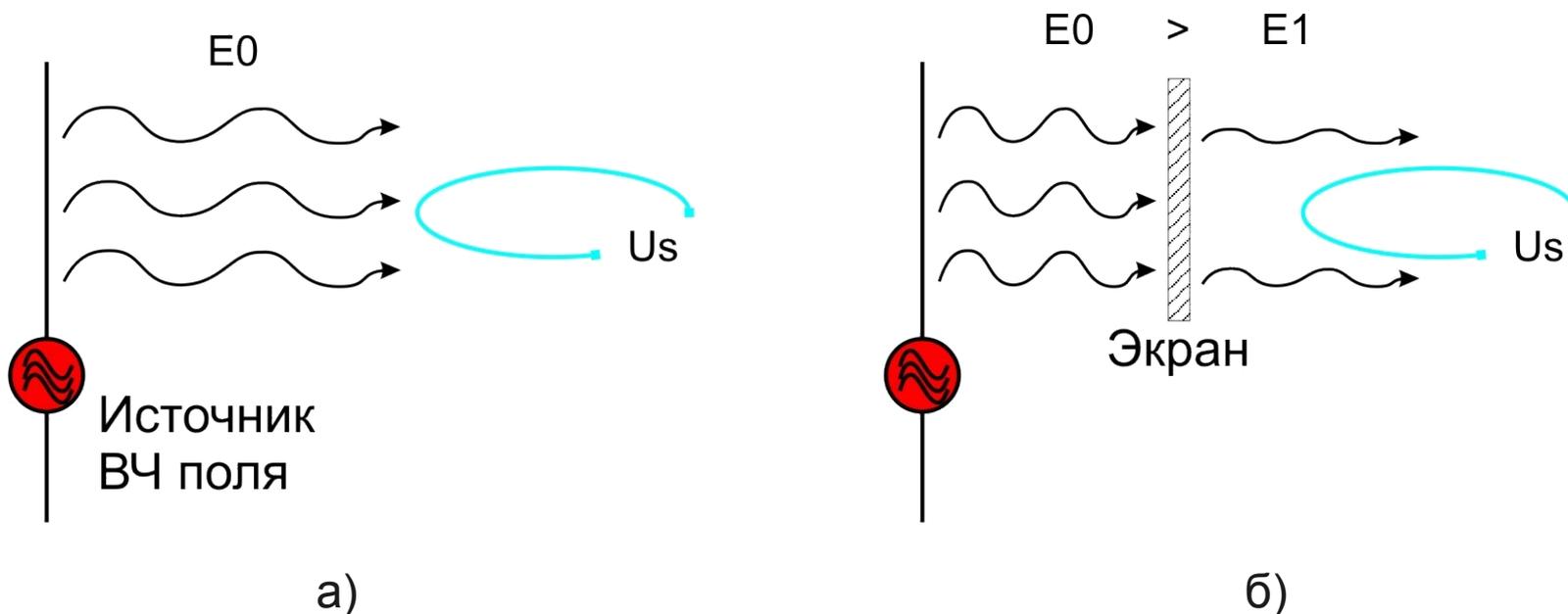
# Зависимость между порядком фильтра и крутизной среза (АЧХ ФНЧ 1-5-го порядков)



# Ограничители напряжений

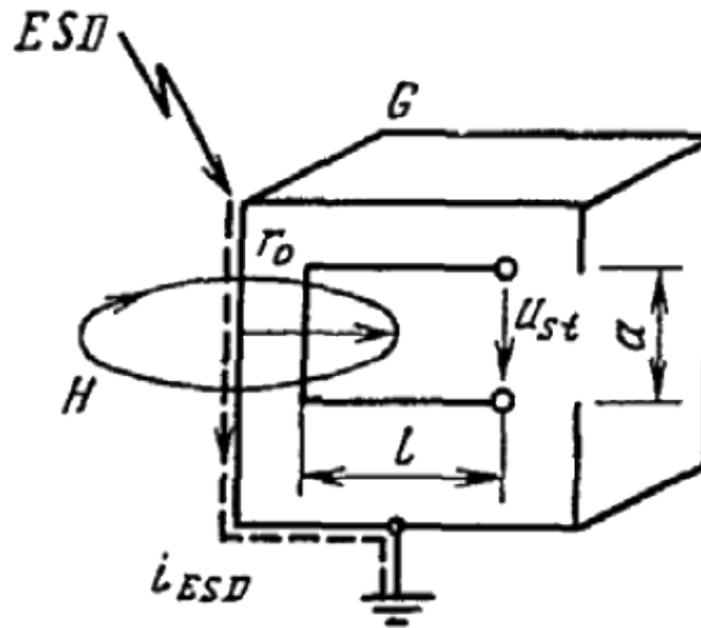


## Электромагнитное влияние на контур без экрана (а) и с экраном (б)



За счет поглощения энергии поля и отражения падающей волны напряженность поля  $E_1$  за экраном меньше напряженности поля  $E_0$ . Экран должен быть выполнен из материала с высокой электропроводностью и высокой магнитной проницаемостью.

$$\mathcal{E} = \frac{E_0}{E} \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = \frac{H_0}{H}$$



Индуктивное влияние разряда статического электричества  $ESD$  на петлю  $l$  внутри прибора  $G$

Влияющие контура могут быть образованы, например, путями протекания тока при ударах молнии или разрядах статического электричества.