

Линии и каналы связи

В инфокоммуникационных сетях применяются проводные (электрические и оптические) линии связи и беспроводные (радиолинии, инфракрасные, оптические).

Линия электросвязи – пара изолированных проводников, предназначенная для передачи сигналов.

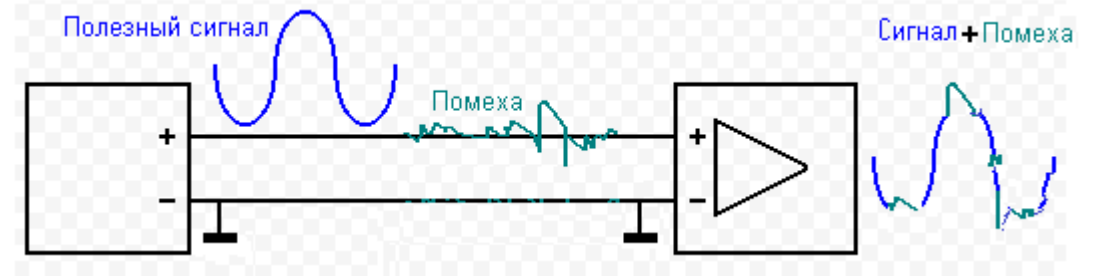
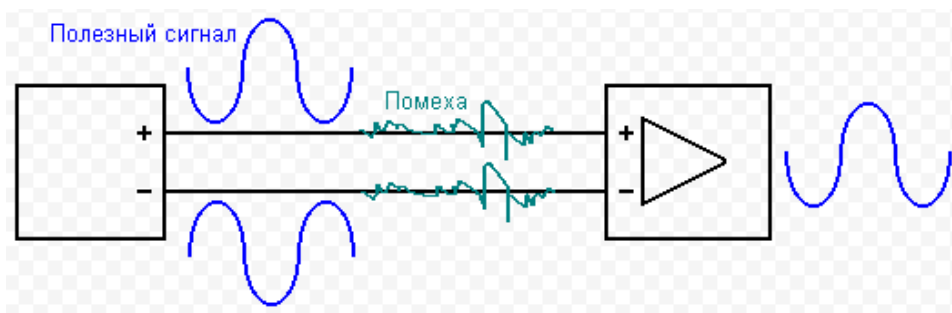
Линия оптической связи – оптическое волокно (стеклянное или полимерное), предназначенное для передачи оптических сигналов.

Кабелем связи называется система, состоящая из изолированных пар проводов (или оптических волокон), заключенных в общую влагозащитную оболочку и броневые покрытия (последние имеются не всегда).

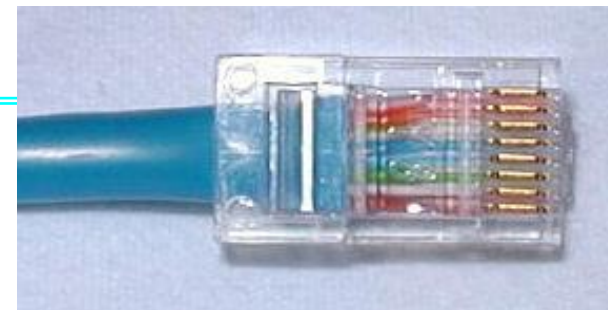
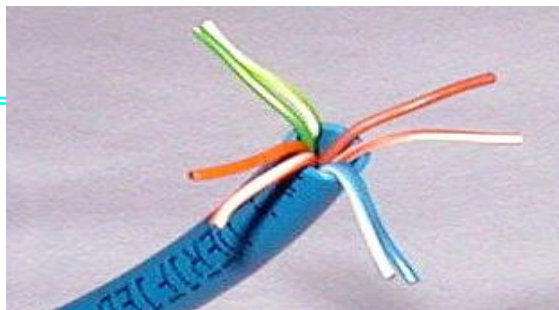
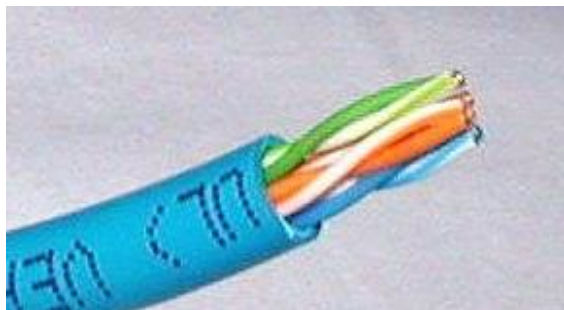
Линии электросвязи подразделяются на симметричные и коаксиальные. **Симметричная линия** состоит из двух совершенно одинаковых в конструктивном и электрическом отношении изолированных проводников.

Коаксиальная линия представляет собой сплошной проводник (круглого сечения), концентрически расположенный внутри другого полого проводника (цилиндра). Оси обоих проводников совмещены.

Пары проводов для повышения симметричности подвергаются скрутке. В зависимости от способа скрутки жил группы проводников подразделяются на кабели парной скрутки кабели четверочной (звездной) скрутки.



СИММЕТРИЧНАЯ МЕДНАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ - ВИТАЯ ПАРА (TWISTED PAIR)



UTP - неэкранированная витая пара (Unshielded Twisted Pair);

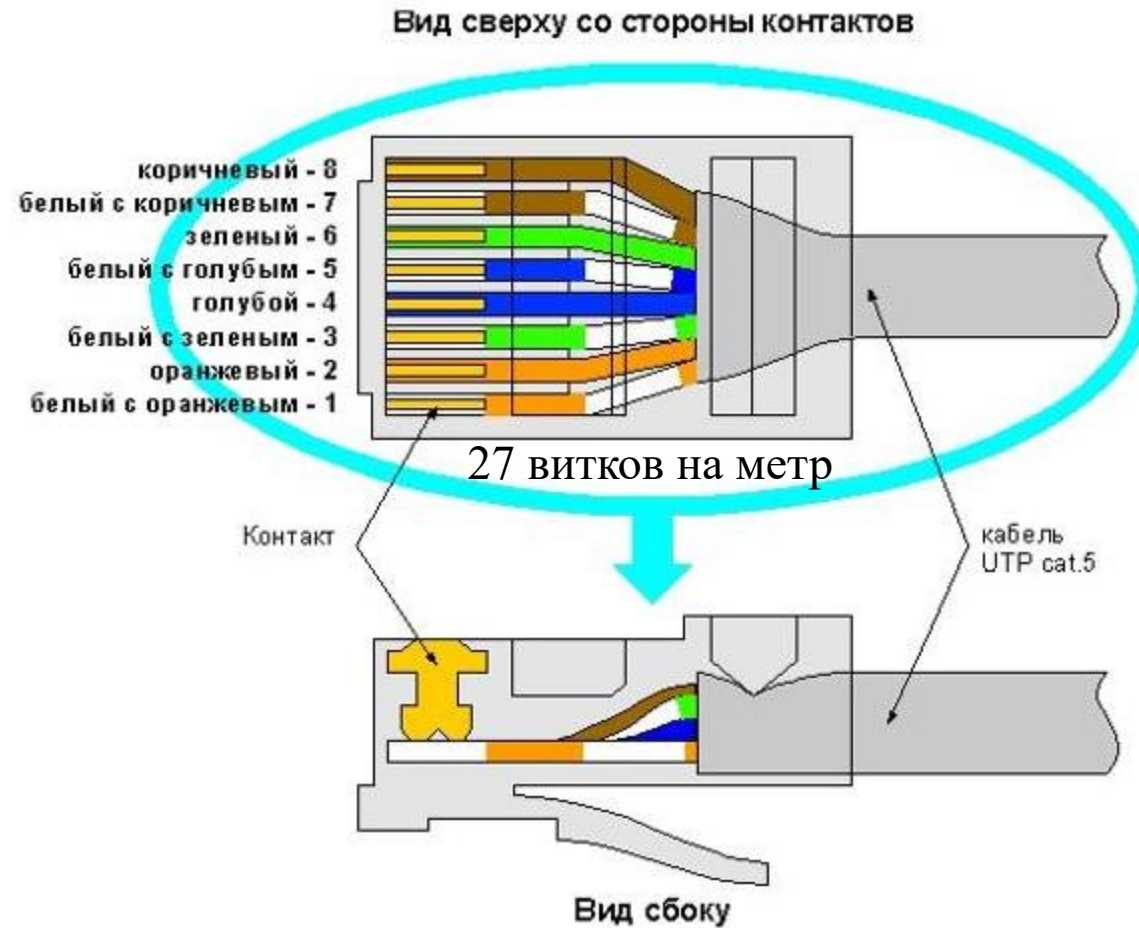
STP - экранированная витая пара (Shielded Twisted Pair);

FTP - витые пары заключены в общий экран из фольги (Foilled Twisted Pair).

PiMF (Pair in Metal Foil) - каждая пара завернута в полоску металлической фольги, а все пары - в общем экранирующем чулке.

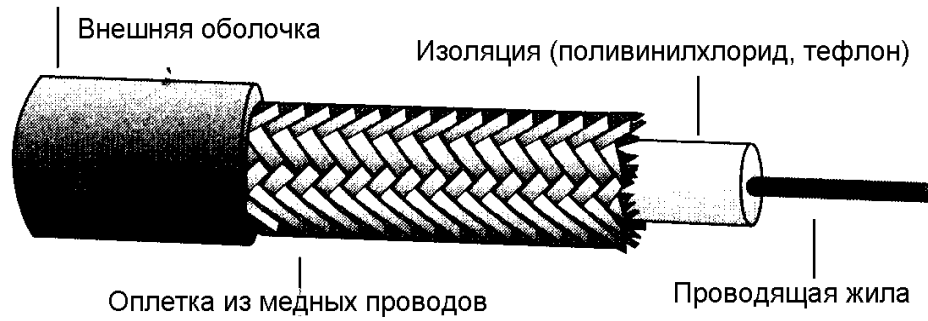


Принцип обжатия кабеля UTP-5e



Витая пара UTP-5e: 27 скручиваний на 1 метр кабеля.

КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ И VNC-КОННЕКТОРЫ



- **Тонкий** - \varnothing оплетки ≈ 5 мм (RG-58)

- **Толстый** - \varnothing оплетки ≈ 10 мм

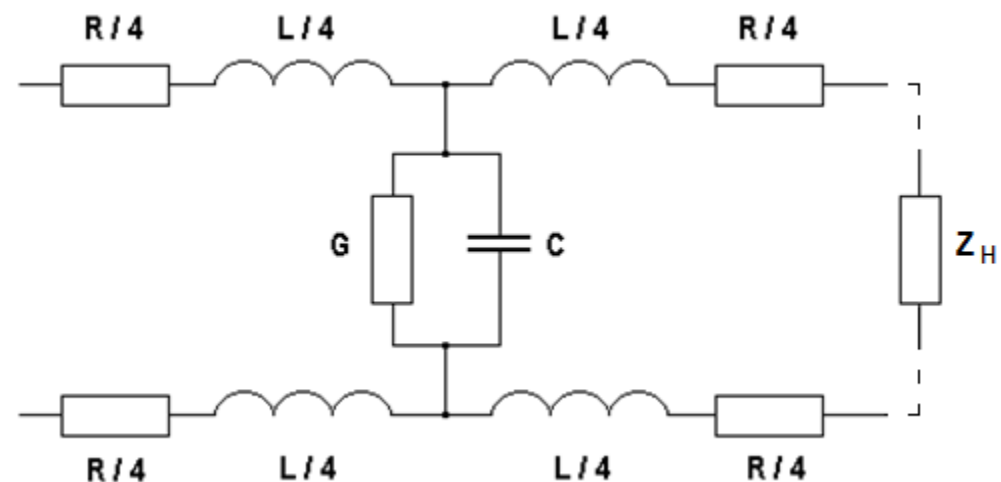


Электрические параметры и характеристики линий и кабелей связи

Первичные параметры цепи ЛС являются:

- 1) активное сопротивление R , [Ом/км];
- 2) индуктивность L , [Гн/км];
- 3) емкость между проводами C , [Ф/км];
- 4) проводимость изоляции между проводами G , [Сим /км]

Вторичные параметры: волновое сопротивление Z_B и коэффициент распространения сигнала γ , составляющими которого являются коэффициент затухания α и коэффициент фазы β сигнала.



Условие согласованной передачи:

$$Z_B = Z_H$$

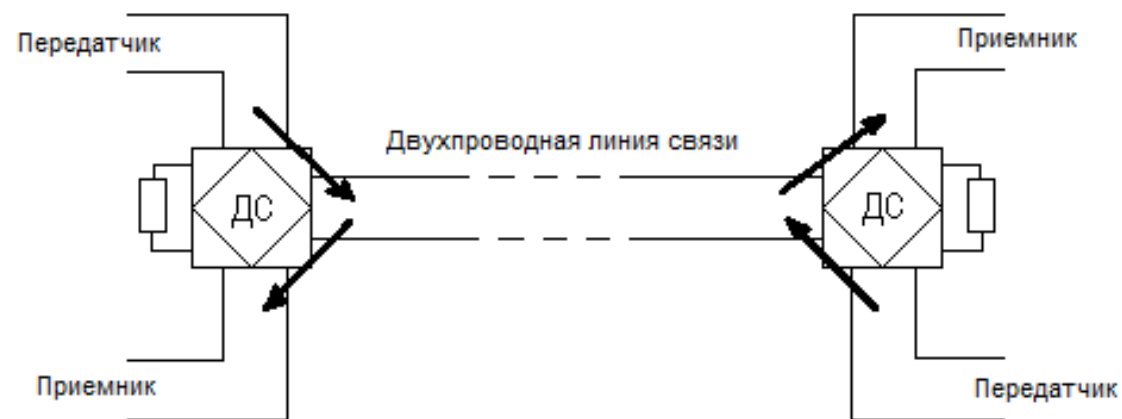
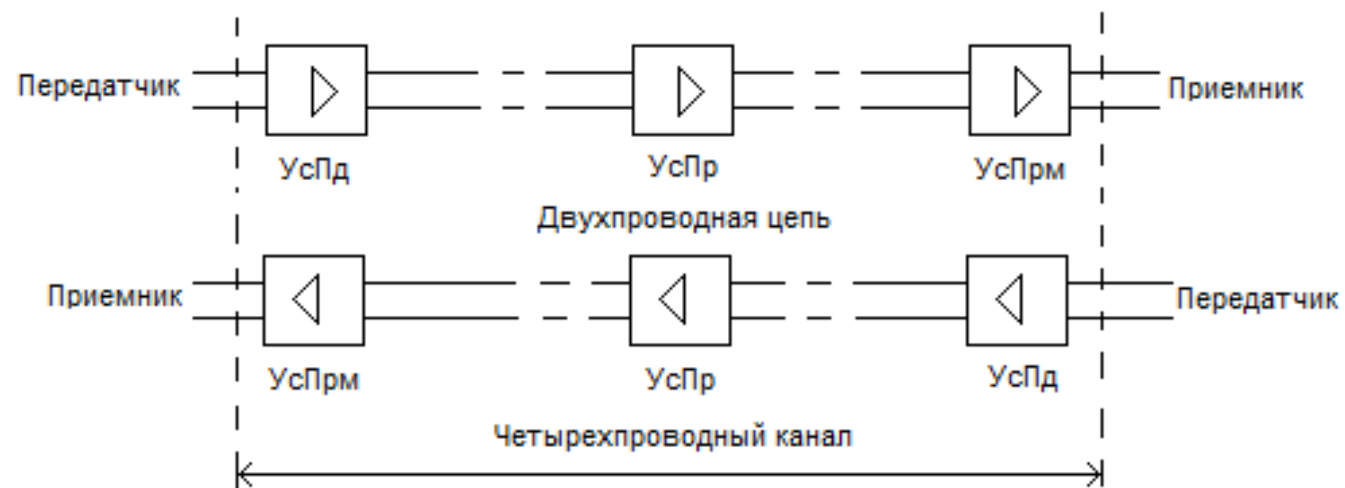
$$Z_B = \sqrt{(R + j\omega L) / (G + j\omega C)};$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \alpha + j\beta;$$

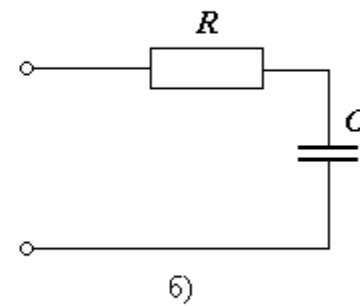
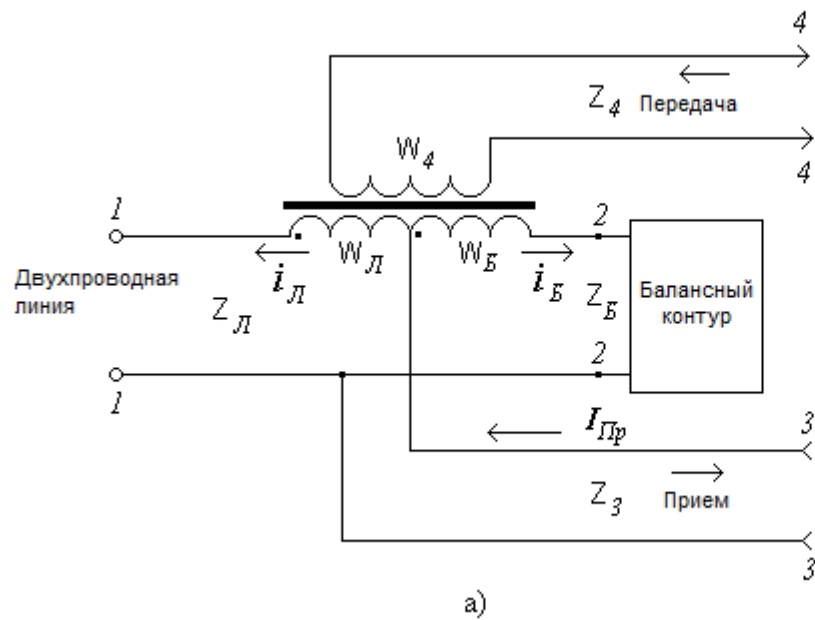
$$\alpha \approx R/2 \left(\sqrt{C/L} \right) + G/2 \left(\sqrt{L/C} \right); \quad \beta \approx \omega \sqrt{LC}.$$

Затухание линии связи: $a = 20 \lg (U_{вх} / U_{вых})$ дБ .

Дуплексные двухпроводные и четырехпроводные тракты

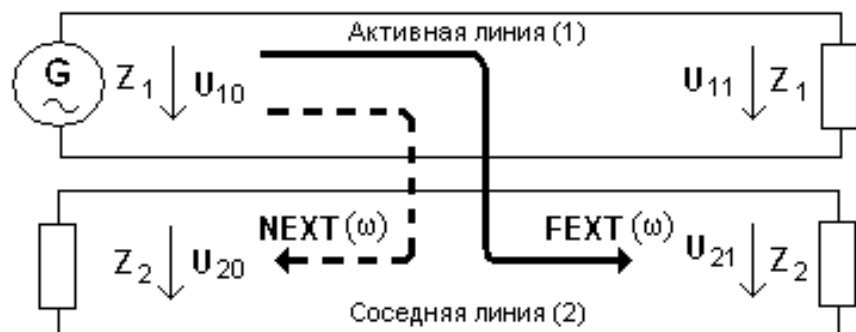


Дифференциальная система



Переходные помехи в кабелях связи

Степень мешающего воздействия активной линии оценивается посредством **переходных затуханий** между парами проводов на **ближнем и дальнем концах линии (NEXT, FEXT)**. Здесь параметр **NEXT** (*Near End Crosstalk*) – переходное затухание измеренное на ближнем конце соседней пары, а **FEXT** (*Far End Crosstalk*) – переходное затухание, измеренное на дальнем конце соседней пары.



$$NEXT = 20 \lg (U_{10} / U_{20}) \text{ дБ}; \quad FEXT = 20 \lg (U_{10} / U_{21}) \text{ дБ}$$



Уровни сигналов и затухание ЛС

Уровнем сигнала называется логарифмическое отношение мощности, напряжения или тока в данной точке цепи к мощности, напряжению или току, которые приняты за исходные. Количественное значение уровней по мощности, напряжению или току определяется в децибелах (дБ) соответственно по формулам:

$$p_m = 10 \lg P_m / P_0; \quad p_m = 20 \lg U_x / U_0; \quad p_T = 20 \lg I_x / I_0;$$

где P_x , U_x , I_x – мощность, напряжение и ток в данной точке цепи; P_0 , U_0 , I_0 – мощность, напряжение и ток, принятые за исходные.

В зависимости от значений величин, принятых за исходные, различают абсолютный, относительный и измерительный уровни.

Абсолютным называют уровень, когда за исходные величины приняты мощность $P_0 = 1$ мВт, напряжение $U_0 = 0,755$ В и ток $I_0 = 1,29$ мА. Значения U_0 и I_0 определены на основе $P_0 = 1$ мВт для величины сопротивления нагрузки $R_H = 600$ Ом, так как входное и выходное сопротивления большинства устройств связи имеет величину 600 Ом.

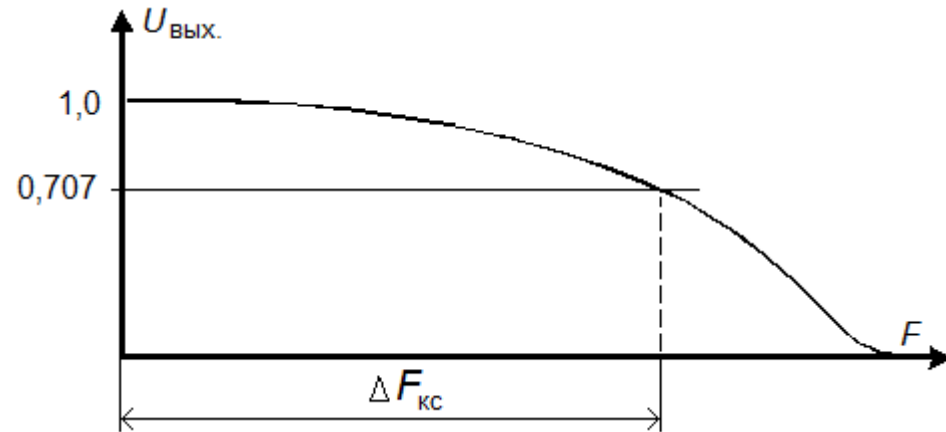
Относительным называется уровень, определяемый в точке x системы при значениях P_0 , U_0 , I_0 соответствующих величинам в некоторой другой точке цепи, принятой за исходную.

Остаточное затухание линии (канала) связи $a_{ост}$ определяется разностью уровней на входе и выходе каналов

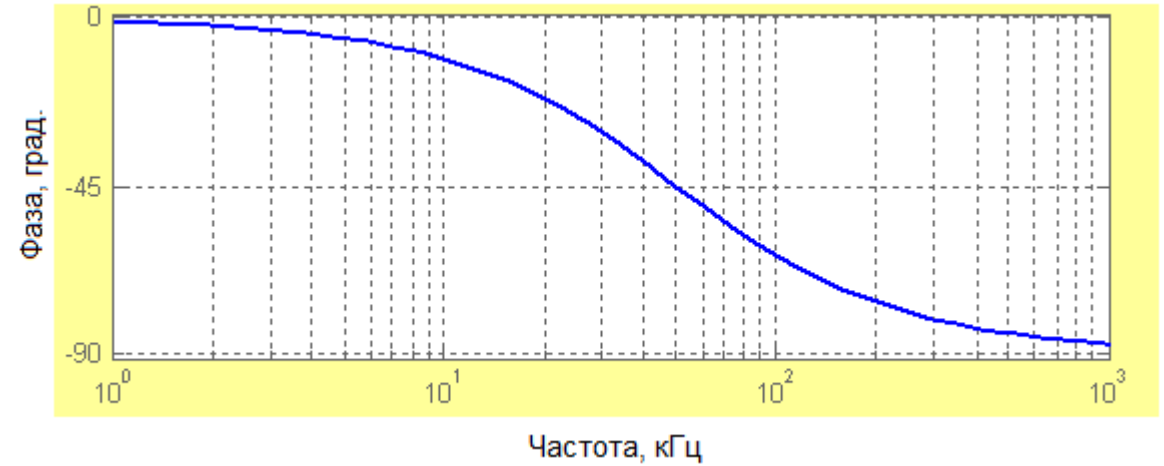
$$a_{ост} = p_{вх} - p_{вых}.$$

Частотные характеристики линий и кабелей связи

АЧХ: $K(F) = U_{\text{вых}}(F) / U_{\text{вх}}$. При $U_{\text{вх}} = \text{const}$

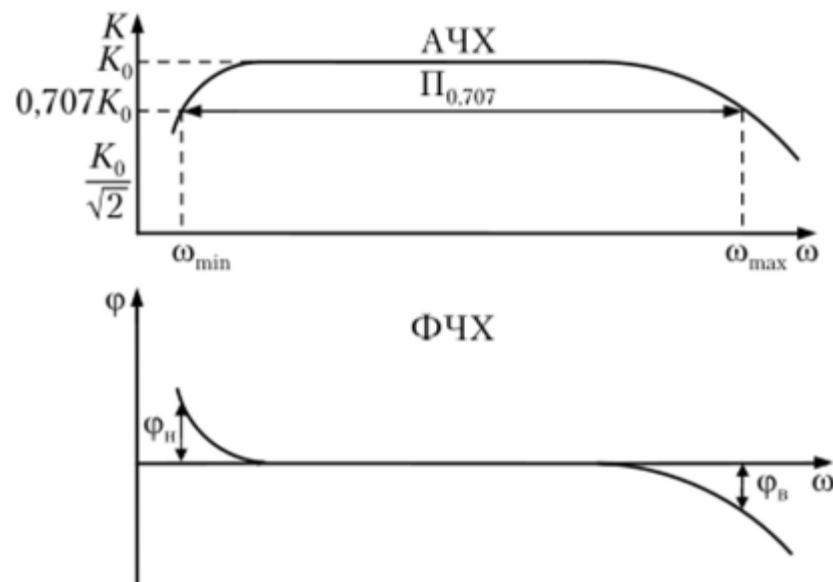


ФЧХ: $\Delta\varphi(F) = \varphi_{\text{вых}} - \varphi_{\text{вх}}$



Параметры и характеристики каналов связи

Качество передачи дискретных сигналов зависит от частотных характеристик канала и тем в большей степени, чем выше скорость передачи. К частотным характеристикам канала относятся **амплитудно-частотная (АЧХ)** и **фазо-частотная (ФЧХ)**.



$$K_u = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}} ; \quad 20 \lg 0,7 = -3 \text{ дБ}$$

Схема измерения АЧХ канала (линии) связи

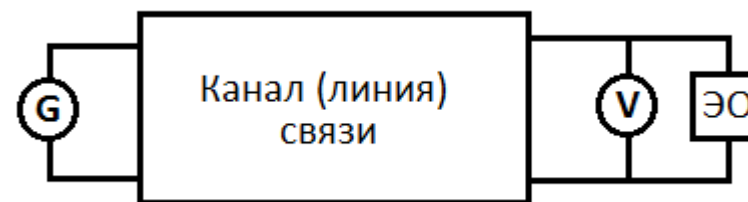


Схема измерения ФЧХ канала (линии) связи

