

УРОВНИ ПЕРЕДАЧИ



УРОВНИ ПЕРЕДАЧИ

Уровень - размер величины, выраженный в виде логарифма отношения значения этой величины к опорному значению.

Обязательное условие для вычисления уровня - принятие некоторой величины оцениваемого параметра **за эталон сравнения** ("нулевой уровень" или "уровень сравнения").

Единицы измерения уровней:

- ❑ децибелы (дБ) для десятичного логарифма;
- ❑ неперы (Нп) для натурального логарифма.

Вид уровня зависит от того, какое значение оцениваемого параметра сигнала выбрано в качестве эталона сравнения.

- ❑ *Виды уровней :*
- ❑ относительный;
- ❑ абсолютный;
- ❑ измерительный.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Относительный уровень мощности ($p_{ом}$) - отношение, выраженное в децибелах, значения мощности сигнала в какой-либо точке линии передачи относительно значения мощности этого же сигнала, в точке линии, выбранной для сравнения.

Относительные уровни передачи:

■ по мощности:
$$p_{ом} = 10 \lg \frac{W_x}{W_0} \partial B_{ом}$$

■ по напряжению:
$$p_{он} = 20 \lg \frac{U_x}{U_0} \partial B_{он}$$

■ по току:
$$p_{от} = 20 \lg \frac{I_x}{I_0} \partial B_{от}$$

Точка нулевого относительного уровня (ТНОУ) – точка, относительно которой определяются уровни. Собственный уровень этой точки равен 0.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Взаимосвязь между численными значениями уровней передачи по мощности, напряжению и току

$$p_{ом} = p_{он} - 10 \lg \frac{R_x}{R_0} \qquad p_{ом} = p_{ом} + 10 \lg \frac{R_x}{R_0}$$

Переход к абсолютным величинам мощности, напряжения или тока:

$$W_x = W_0 \cdot 10^{0.1 p_{ом}}$$

$$I_x = I_0 \cdot 10^{0.05 p_{ом}}$$

$$U_x = U_0 \cdot 10^{0.05 p_{он}}$$

АБСОЛЮТНЫЙ УРОВЕНЬ

Абсолютный уровень - уровень величины, вычисленный по отношению к **опорному** значению этой величины.

Опорная мощность – это активная мощность $W_0 = 1 \text{ мВт}$;
Сопротивление $R = 600 \text{ Ом}$

$$U_0^2 = W_0 R = 0,6 \text{ В}^2$$

Опорное напряжение – это эффективное напряжение $U_0 = 0,775 \text{ В}$ на сопротивлении $R = 600 \text{ Ом}$

$$I_0 = W_0 / U_0 = 1,29 \text{ мА}$$

Опорный ток – это эффективное значение тока $I_0 = 1,29 \text{ мА}$, протекающего через сопротивление $R = 600 \text{ Ом}$.

АБСОЛЮТНЫЙ УРОВЕНЬ

Абсолютный уровень мощности ($\text{дБ}_\text{м}$) - отношение, выраженное в дБ, значения мощности сигнала в какой-либо точке линии передачи к опорному значению мощности этого же сигнала (1 мВт).

Абсолютный нулевой уровень мощности $0 \text{ дБ}_\text{м}$ соответствует 1 мВт .

Абсолютный уровень напряжения ($\text{дБ}_\text{н}$) - $U_0 = 0,775 \text{ В}$

Абсолютный уровень тока ($\text{дБ}_\text{т}$) - $I_0 = 1,29 \text{ мА}$

СВЯЗЬ МЕЖДУ ОТНОСИТЕЛЬНЫМ И АБСОЛЮТНЫМИ УРОВНЯМИ

Относительный уровень сигнала равен разности абсолютных уровней в данной точке линии (p_x) и в точке линии, выбранной для сравнения (p_0):

$$p_{ом} = p_{мх} - p_{м0} ;$$

$$p_{он} = p_{нх} - p_{н0} ;$$

$$p_{от} = p_{тх} - p_{т0} .$$

ПРИМЕР

1. Определить величины мощности и напряжения гармонического сигнала на сопротивлении $R = 150 \text{ Ом}$, если известно, что абсолютный уровень мощности сигнала на этом сопротивлении $p_m = -7 \text{ дБ}_m$.

$$W_c = W_0 \cdot 10^{0.1 p_m} = 10^{-3} \cdot 10^{0.1(-7)} \approx 0.2 \text{ мВт}$$

$$W_c = U_c^2 / R$$

$$U_c = \sqrt{W_c R} = \sqrt{0.2 \cdot 10^{-3} \cdot 150} = 173 \text{ мВ}$$

ПРИМЕР

2. Напряжение гармонического испытательного сигнала, измеренное в канале передачи на сопротивлении $R = 75 \text{ Ом}$, составляет $U_c = 1 \text{ мВ}$. Найти соответствующие этому напряжению абсолютные уровни по мощности и по напряжению (в дБ).

$$p_n = 20 \lg \frac{U_c}{U_0} = 20 \lg \frac{10^{-3}}{0.775} = -57.8 \text{ дБ}_n$$

$$W_c = U_c^2 / R = \frac{(10^{-3})^2}{75} = 1.33 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}$$

$$p_m = 10 \lg \frac{W_c}{W_0} = 10 \lg \frac{1.33 \cdot 10^{-8}}{10^{-3}} = -48.76 \text{ дБ}_m$$

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

Измерительный уровень - абсолютный уровень в рассматриваемой точке при условии, что в начале линии включен нормальный генератор.

Нормальный генератор - генератор синусоидальных колебаний определенной частоты (обычно 800 Гц) с внутренним активным сопротивлением, равным 600 Ом и ЭДС, равной 1,55 В ($2 \cdot U_0 = 2 \cdot 0.775 \text{ В}$).

Если входное сопротивление канала активно и равно 600 Ом, то при подключении нормального генератора на входе линии оказывается абсолютный нулевой уровень:

$$W_0 = 1 \text{ мВт}; U_0 = 0,775 \text{ В}; I_0 = 1,29 \text{ мА}.$$

Уровни по мощности, отнесенные к точке с нулевым измерительным уровнем, обозначают через *дБм0*.

ЗАТУХАНИЕ И УСИЛЕНИЕ В КАНАЛЕ ПЕРЕДАЧИ

Усиление устройства - логарифм отношения значения величины, измеряемой на выходе устройства, к значению величины, измеряемой на входе этого устройства.

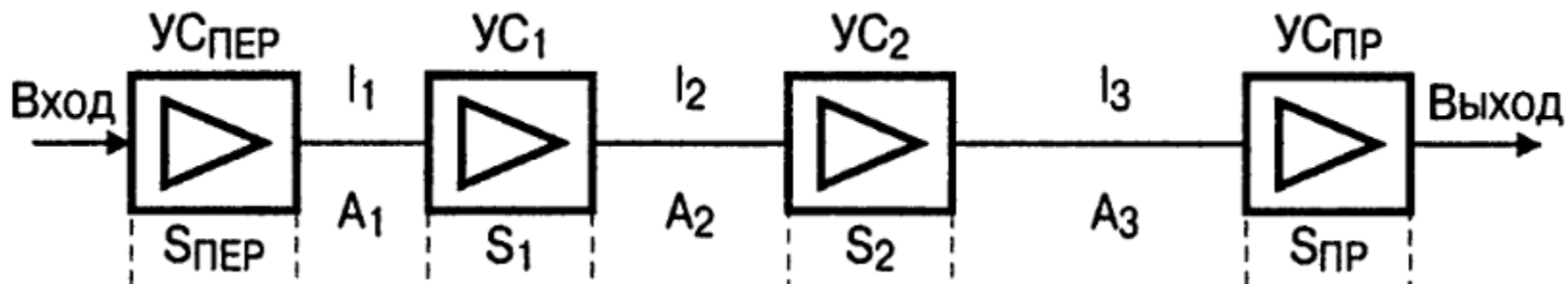
$$S = 10 \lg(W_{\text{ВЫХ}} / W_{\text{ВХ}}), \text{ дБ} \quad S = 10 \lg(W_{\text{Н}} / W_{\text{Г}}) = p_{\text{Н}} - p_{\text{Г}}, \text{ дБ}$$

Затухание устройства - логарифм отношения значения величины, измеряемой на входе устройства, к значению величины, измеряемой на выходе этого устройства (или цепи)

$$A = 10 \lg(W_{\text{ВХ}} / W_{\text{ВЫХ}}), \text{ дБ} \quad A = 10 \lg(W_{\text{Г}} / W_{\text{Н}}) = p_{\text{Г}} - p_{\text{Н}}, \text{ дБ}$$

ДИАГРАММА УРОВНЕЙ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ

Диаграмма уровней - график, показывающий распределение уровней передачи вдоль тракта передачи.



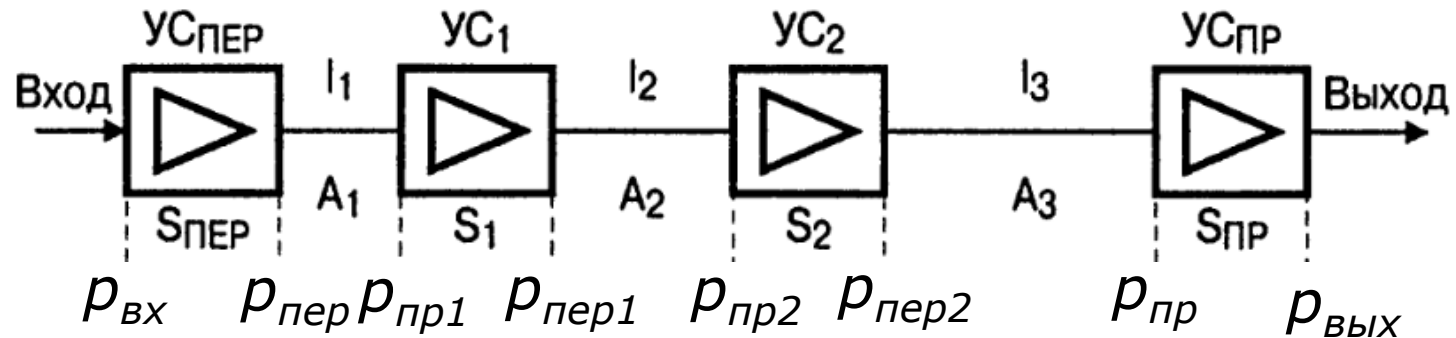
$УС_{пер}$ - усилитель с усилением равным $S_{пер}$;

I_1, I_2, I_3 - участки линии связи (среды распространения) с затуханием, равным A_1, A_2, A_3 ;

$УС_1, УС_2$ - промежуточные усилители с усилением S_1, S_2 ;

$УС_{пр}$ - усилитель с усилением равным $S_{пр}$

ДИАГРАММА УРОВНЕЙ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ



Уровни передачи на выходе i-го усилителя:

$$P_{перi} = P_{при} + S_i$$

Уровни приема на входе i-го усилителя:

$$P_{при} = P_{пер(i-1)} - A_i$$

Остаточное затухание равно разности между суммой всех рабочих затуханий, имеющих в канале, и суммой всех рабочих усиления: $A_r = \sum A_{pi} - \sum S_{pk}$.

ДИАГРАММА УРОВНЕЙ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ

Диаграмма уровней - график, показывающий распределение уровней передачи вдоль тракта передачи.

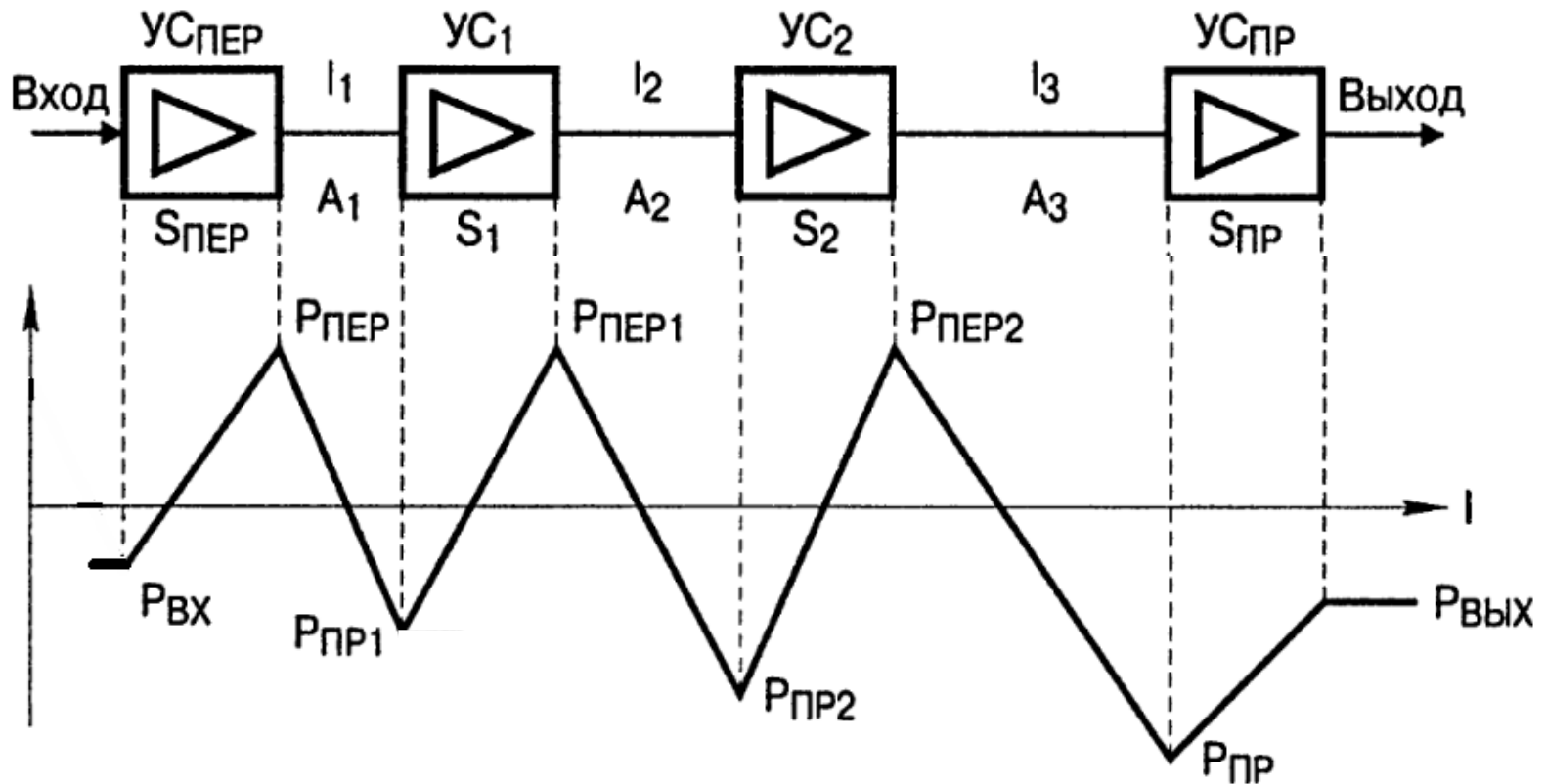


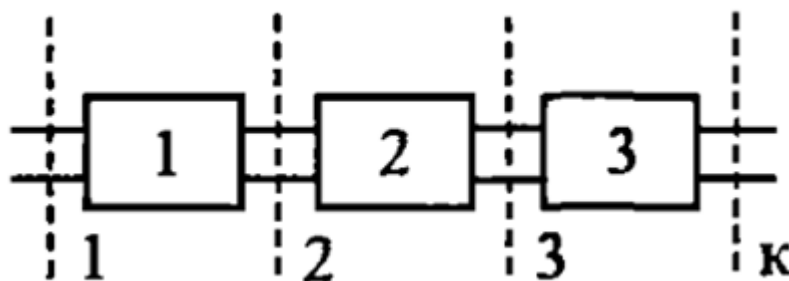
ДИАГРАММА УРОВНЕЙ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ

Измерительная диаграмма уровней соответствует измерительному уровню мощности на входе $P_{\text{изм}}$

Относительная диаграмма уровней – это диаграмма, при которой уровень в произвольной точке системы сравнивается с уровнем передачи в определенной выбранной точке. Она показывает, на сколько уровень сигнала в произвольной точке больше (меньше) опорного уровня

ПРИМЕР

Дано: трехкаскадная система состоит из двух усилителей и одного фильтра. Входная мощность $W_{вх} = 0,1$ мВт. Абсолютные коэффициенты усиления по мощности $S_1 = 100$, $S_2 = 40$ и $S_3 = 0,25$.



Определить: 1) абсолютный уровень входной мощности:

$$p_{вх} = 10 \lg \frac{0.1 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = -10 \text{ дБм}$$

ПРИМЕР

$$S_1 = 100, S_2 = 40 \text{ и } S_3 = 0,25$$

2) выходную мощность $W_{\text{вых}}$ в Вт и дБм;

$$W_{\text{вых}} = W_{\text{вх}} \cdot 100 \cdot 40 \cdot 0.25 = 0.1 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{вых}} = 10 \lg \frac{0.1}{10^{-3}} = 20 \text{ дБм}$$

3) усиление дБ каждого из этих трех каскадов;

$$S_1 = 20 \text{ дБ} \quad S_2 = 16 \text{ дБ} \quad S_3 = -6 \text{ дБ}$$

ПРИМЕР

4) результирующий коэффициент усиления в дБ;

$$S_{рез, дБ} = 10 \lg(100 \cdot 40 \cdot 0.25) = 30 дБ$$

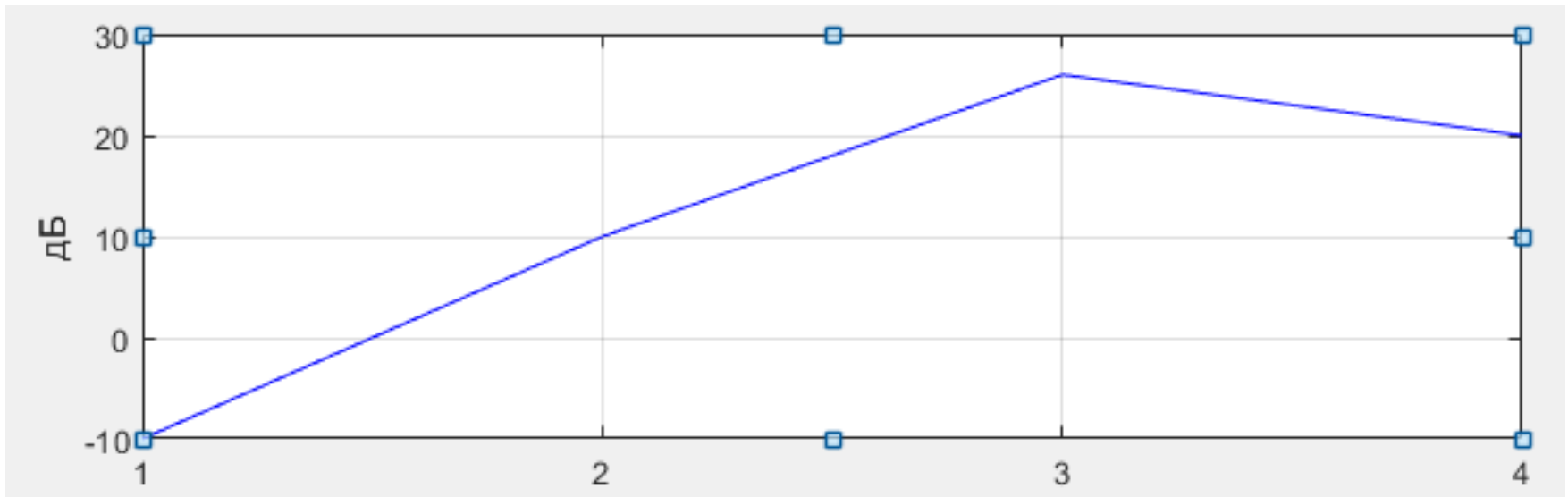
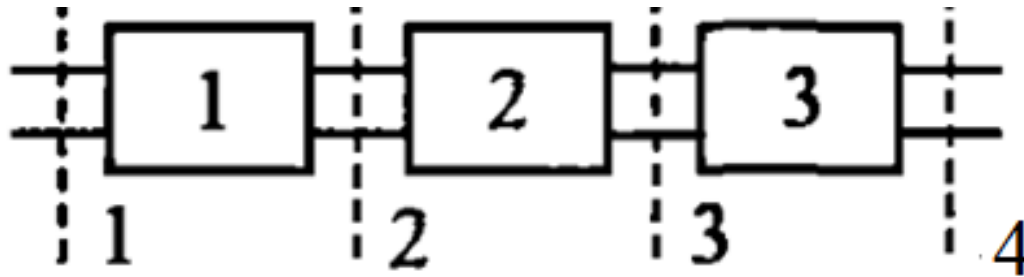
$$S_{рез, дБ} = S_{1, дБ} + S_{2, дБ} + S_{3, дБ} = 30 дБ$$

5) остаточное затухание; $A_{рез} = -30 дБ$

6) построить диаграммы уровней системы

ПРИМЕР. ДИАГРАММА АБСОЛЮТНЫХ УРОВНЕЙ

$$p_{\text{вх}} = -10 \text{ дБм}; \quad S_1 = 20 \text{ дБм}; \quad S_2 = 16 \text{ дБм}; \quad S_3 = -6 \text{ дБм}; \quad p_{\text{вых}} = 20 \text{ дБм};$$



ПРИМЕР. ДИАГРАММА ОТНОСИТЕЛЬНЫХ УРОВНЕЙ

$p_{вх} = -10 \text{ дБм}; \quad S_1 = 20 \text{ дБм}; \quad S_2 = 16 \text{ дБм}; \quad S_3 = -6 \text{ дБм}; \quad p_{вых} = 20 \text{ дБм};$

