

СХЕМОТЕХНИКА

Практическое занятие № 1.

**Усилительный каскад и
его характеристики.**

Организация и подготовка к занятиям

Сайты кафедры:

<http://kaf-e-c.ru>

<http://cathseugut.narod.ru>

Раздел: Материалы к занятиям

Сайт библиотеки СПбГУТ:

<http://lib.spbgut.ru>

Программа моделирования электрических цепей

FASTMEAN:

<http://www.fastmean.ru>

Электронная почта кафедры:

cathseugut@gmail.com

Для выполнения курсового проектирования

Алексеев А.Г., Климова П.В.

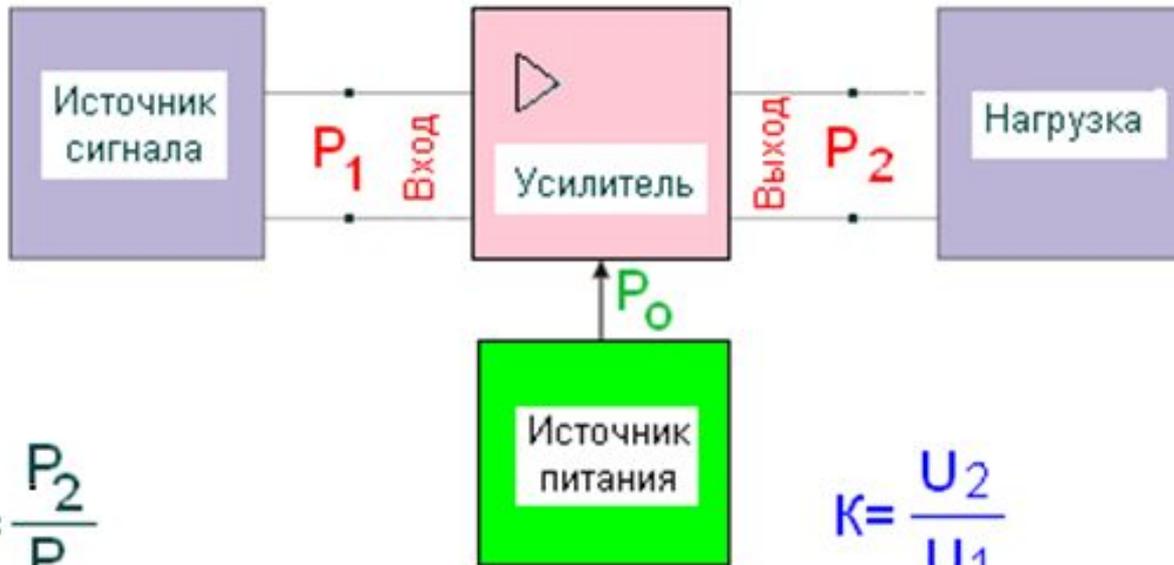
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому проектированию.**

**Проектирование усилителя-фотоприёмника
ВОСПИ. – СПб.: Изд-во СПбГУТ, 2012.**

Электронная версия доступна на сайте кафедры:

**архив Задание на курсовой проект [ZIP],
файл КП последний(типографский).rtf**

Усилительный каскад и его характеристики



$$K_p = \frac{P_2}{P_1}$$

$$K_{p(\text{дБ})} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$$

$$P = U^2 / R = I^2 R$$

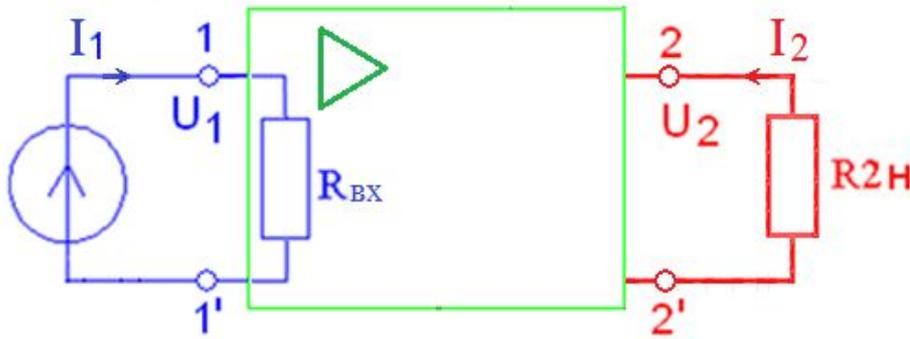
$$K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$K_{(\text{дБ})} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}$$

$$K_I = \frac{I_2}{I_1}$$

$$K_{I(\text{дБ})} = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}$$

Задача 1



ДАНО:

$$U_1 = 0.1 \text{ В}; \quad U_2 = 1 \text{ В.}$$

НАЙТИ:

$$K = ? \quad K_{\text{дБ}} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$K = 1 \text{ В} / 0.1 \text{ В}$$

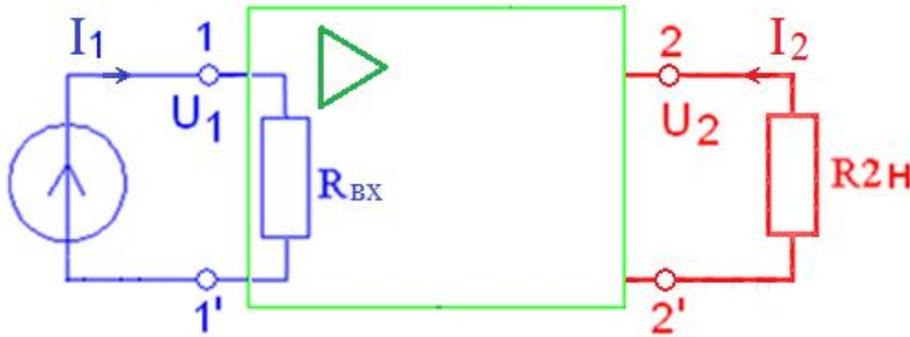
$$K = 10$$

$$K_{\text{дБ}} = 20 \cdot \lg(K) = 20 \cdot \lg(10)$$

$$K_{\text{дБ}} = 20 \cdot 1 = 20 \text{ (дБ).}$$

ОТВЕТ: $K = 10$, $K_{\text{дБ}} = 20 \text{ дБ.}$

Задача 2



ДАНО:

$$U_1 = 0.1 \text{ В}; \quad U_2 = 1 \text{ В}; \\ R_{\text{ВХ}} = 1 \text{ кОм} \quad R_{2\text{Н}} = 100 \text{ Ом.}$$

НАЙТИ:

$$K_I = ? \quad K_{I, \text{дБ}} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$K_I = \frac{I_2}{I_1}$$

Закон Ома: $I_2 = U_2 / R_{2\text{Н}}$, $I_1 = U_1 / R_{\text{ВХ}}$.

$$K_I = (U_2 \cdot R_{\text{ВХ}}) / (R_{2\text{Н}} \cdot U_1),$$

$$K_I = (K_U \cdot R_{\text{ВХ}}) / R_{2\text{Н}} = (10 \cdot 1000) / 100.$$

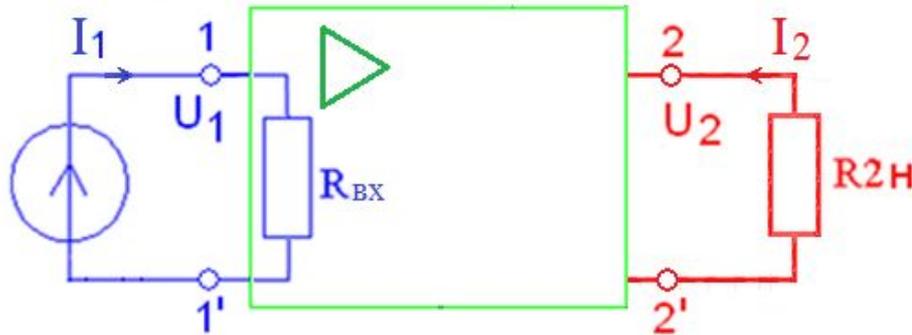
$$K_I = 100.$$

$$K_{I, \text{дБ}} = 20 \cdot \lg(K_I) = 20 \cdot \lg(100)$$

$$K_{\text{дБ}} = 20 \cdot 2 = 40 \text{ (дБ)}.$$

ОТВЕТ: $K = 100$, $K_{\text{дБ}} = 40 \text{ дБ}$.

Задача 3



ДАНО:

$$U_1 = 0.1 \text{ В}; \quad U_2 = 1 \text{ В}; \\ R_{\text{ВХ}} = 1 \text{ кОм} \quad R_{2\text{Н}} = 100 \text{ Ом.}$$

НАЙТИ:

$$K_P = ? \quad K_{P \text{ дБ}} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$K_P = \frac{P_2}{P_1}$$

Закон Джоуля–Ленца: $P = I \cdot U = U^2 / R$.

$$K_P = (U_2^2 \cdot R_{\text{ВХ}}) / (R_{2\text{Н}} \cdot U_1^2),$$

$$K_P = K_U^2 \cdot (R_{\text{ВХ}} / R_{2\text{Н}}) = 10^2 \cdot (1000 / 100).$$

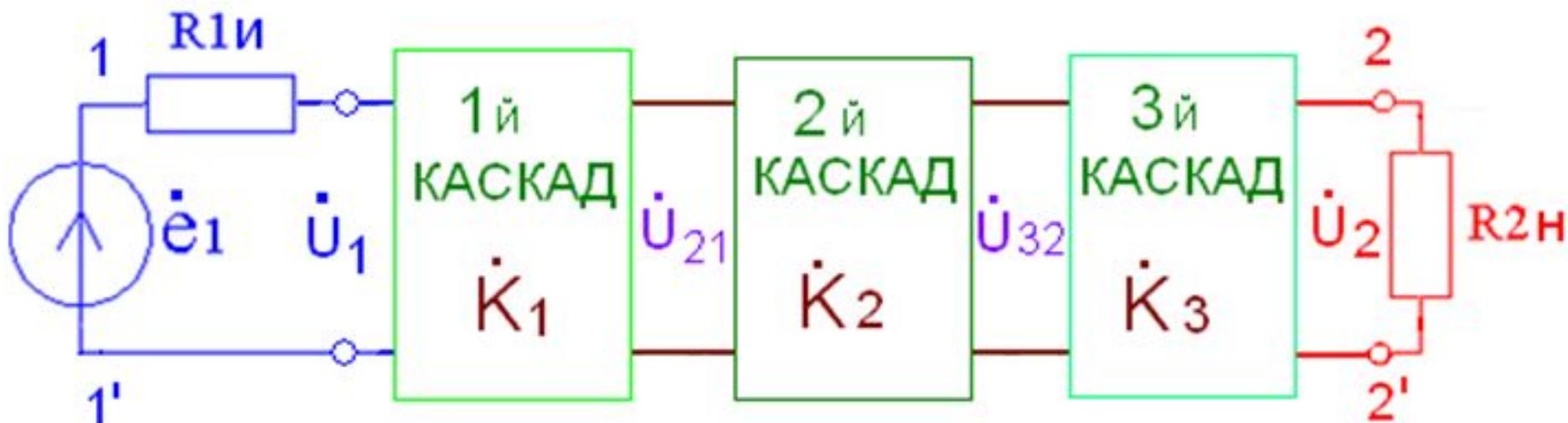
$$K_P = 1000.$$

$$K_{P, \text{ дБ}} = 10 \cdot \lg(K_P) = 10 \cdot \lg(1000)$$

$$K_{\text{дБ}} = 10 \cdot 3 = 30 \text{ (дБ)}.$$

ОТВЕТ: $K = 1000, \quad K_{\text{дБ}} = 30 \text{ дБ}.$

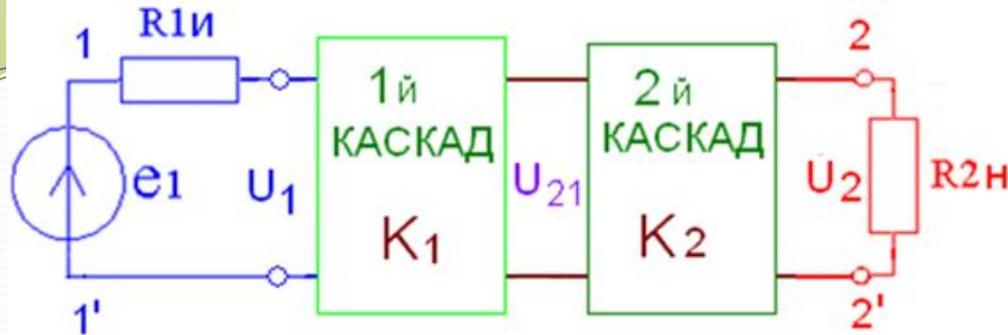
Многокаскадный усилитель и его свойства



$$\dot{K}_1 = \frac{\dot{U}_1}{\dot{e}_1} \quad \dot{K}_1 = \frac{\dot{U}_{21}}{\dot{U}_1} \quad \dot{K}_2 = \frac{\dot{U}_{32}}{\dot{U}_{21}} \quad \dot{K}_3 = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_{32}}$$

$$\dot{K}_{1\text{СКВ}} = \frac{\dot{U}_{21}}{\dot{e}_1} = \dot{K}_1 \dot{K}_1 \quad \dot{K} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1} \quad \dot{K}_{\text{СКВ}} = \frac{\dot{U}_2}{\dot{e}_1}$$

Задача 4



ДАНО:

$$K_1 = 10, \quad K_2 = 8.$$

НАЙТИ:

$$K = ? \quad K_{\text{дБ}} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_2}{U_{21}} \quad K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$K_1 = U_{21} / U_1, \quad K_2 = U_2 / U_{21}.$$

$$K = (U_{21} \cdot K_1 \cdot K_2) / U_{21}.$$

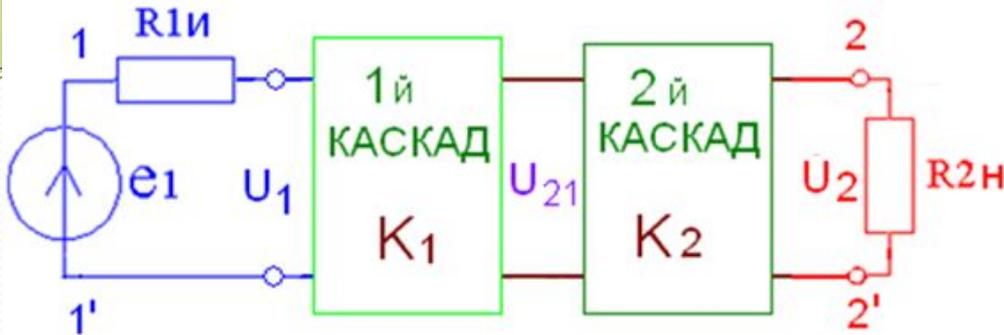
$$K = K_1 \cdot K_2 = 10 \cdot 8 = 80.$$

$$K_{\text{дБ}} = 20 \cdot \lg(K) = 20 \cdot \lg(80)$$

$$K_{\text{дБ}} = 20 \cdot 1.9 \approx 38 \text{ (дБ)}.$$

ОТВЕТ: $K = 80$, $K_{\text{дБ}} = 38$ дБ.

Задача 5



ДАНО:

$$K_1 = 6 \text{ дБ}, K_2 = 10.$$

НАЙТИ:

$$K = ? \quad K_{\text{дБ}} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_2}{U_{21}} \quad K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$K [\text{дБ}] = 20 \cdot \lg(K), \text{ т.е. } K = 10^{(K [\text{дБ}] / 20)}$$

$$K = K_1 \cdot K_2 = 10^{(6 \text{ дБ} / 20)} \cdot 10,$$

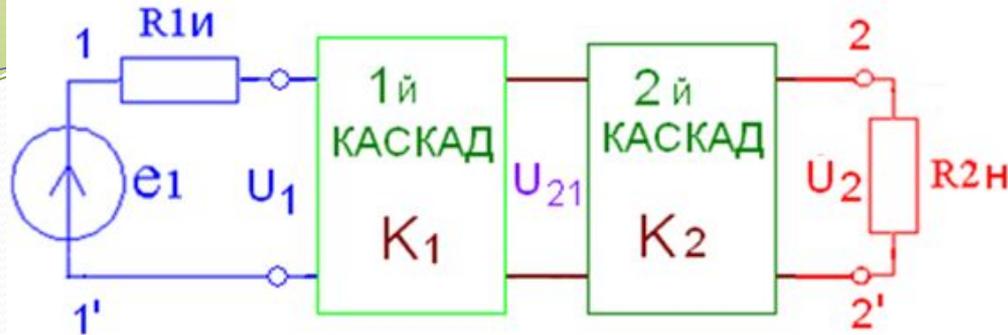
$$K = 1.995 \cdot 10 \approx 20.$$

$$K_{\text{дБ}} = 20 \cdot \lg(K) = 20 \cdot \lg(20),$$

$$K_{\text{дБ}} = 20 \cdot 1.3 \approx 26 \text{ (дБ)}.$$

ОТВЕТ: $K = 20, K_{\text{дБ}} = 26 \text{ дБ}.$

Задача 6



ДАНО:

$$K_1 = 20 \text{ дБ} \quad K_2 = 10 \text{ дБ.}$$

НАЙТИ:

$$K = ? \quad K_{\text{дБ}} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_2}{U_{21}} \quad K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$K [\text{дБ}] = 20 \cdot \lg(K), \text{ т.е. } K = 10^{(K [\text{дБ}] / 20)}$$

$$K [\text{дБ}] = 20 \cdot \lg(K_1) + 20 \cdot \lg(K_2) = K_1 [\text{дБ}] + K_2 [\text{дБ}],$$

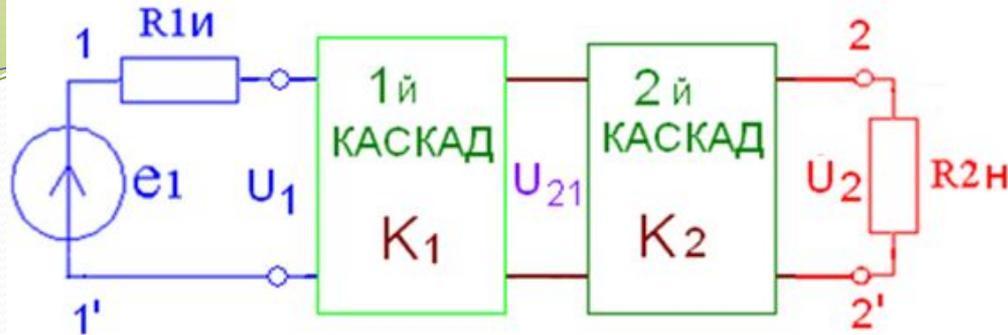
$$K_{\text{дБ}} = 20 + 10 \approx 30 [\text{дБ}].$$

$$K = 10^{(K [\text{дБ}] / 20)} = 10^{(30 [\text{дБ}] / 20)},$$

$$K = 10^{(30 [\text{дБ}] / 20)} = 10^{1.5} \approx 31.6.$$

ОТВЕТ: $K = 31.6$, $K_{\text{дБ}} = 30 \text{ дБ}$.

Задача 7



ДАНО:

$$e_1 = 8 \text{ мВ} \quad U_1 = 4 \text{ мВ}$$

$$K_1 = 20 \text{ дБ} \quad K_2 = 10$$

НАЙТИ:

$$K_{\text{СКВ}} \text{ дБ} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$k_1 = \frac{U_1}{e_1} \quad K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_2}{U_{21}} \quad K = \frac{U_2}{U_1} \quad K_{\text{СКВ}} = \frac{U_2}{e_1} = k_1 K$$

$$U_2 = K_2 \cdot U_{21} = K_2 \cdot U_1 \cdot K_1$$

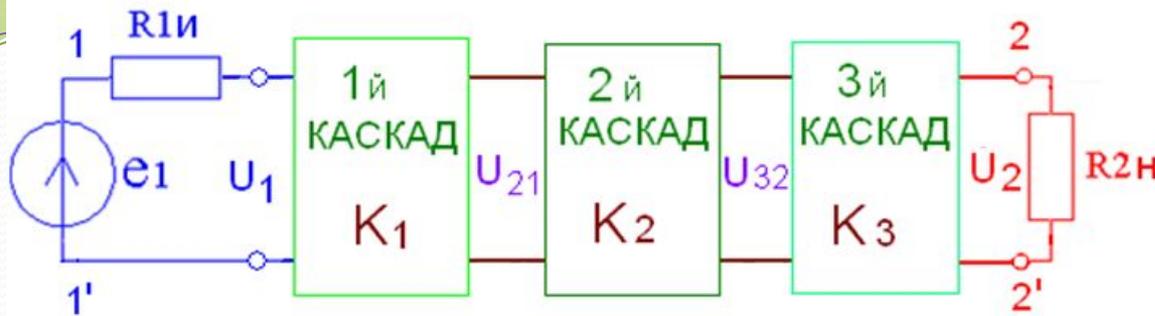
$$K_1 = 10^{(K_1 [\text{дБ}] / 20)}$$

$$K_{\text{СКВ}} = K_2 \cdot U_1 \cdot K_1 / e_1$$

$$K_{\text{СКВ}} = (10 \cdot 4 \text{ мВ} \cdot 10^{(20 [\text{дБ}] / 20)}) / 8 \text{ мВ},$$

$$K_{\text{СКВ}} = 50, \text{ т.е. } K_{\text{СКВ}} [\text{дБ}] = 20 \cdot \lg(K_{\text{СКВ}}) = 20 \cdot \lg(50).$$

Задача 8



ДАНО:

$$K_1 = 40 \text{ дБ} \quad K_2 = 12 \text{ дБ} \quad K_3 = 8 \text{ дБ} \\ U_2 = 10 \text{ В}$$

НАЙТИ:

РЕШЕНИЕ:

$$U_1 = ?$$

$$K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_{32}}{U_{21}} \quad K_3 = \frac{U_2}{U_{32}}$$

$$U_1 = U_2 / (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3).$$

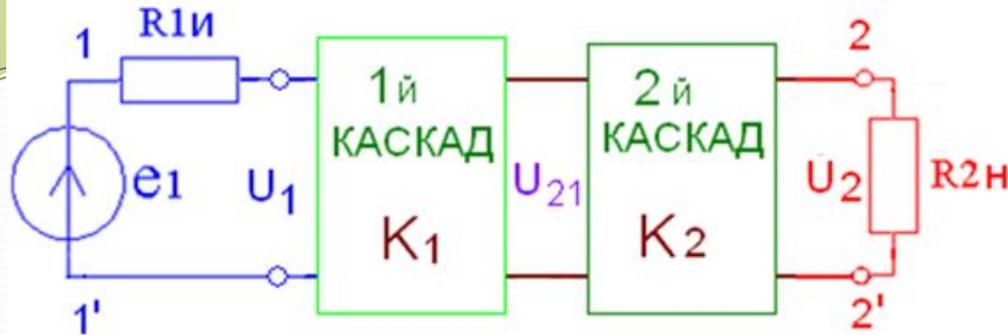
$$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 10^{((K_1 [\text{дБ}] + K_2 [\text{дБ}] + K_3 [\text{дБ}]) / 20)}.$$

$$K = 10^{((40 [\text{дБ}] + 12 [\text{дБ}] + 8 [\text{дБ}]) / 20)}.$$

$$K = 10^3,$$

$$U_1 = 10 \text{ В} / (10^3) = 10 \text{ В} \cdot 10^{-3}.$$

Задача 9



ДАНО:

$$e_1 = 8 \text{ мВ} \quad U_1 = 4 \text{ мВ.}$$

НАЙТИ:

$$k_1 \text{ дБ} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$k_1 = \frac{U_1}{e_1}$$

$$k_1, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(k_1), \text{ т.е.}$$

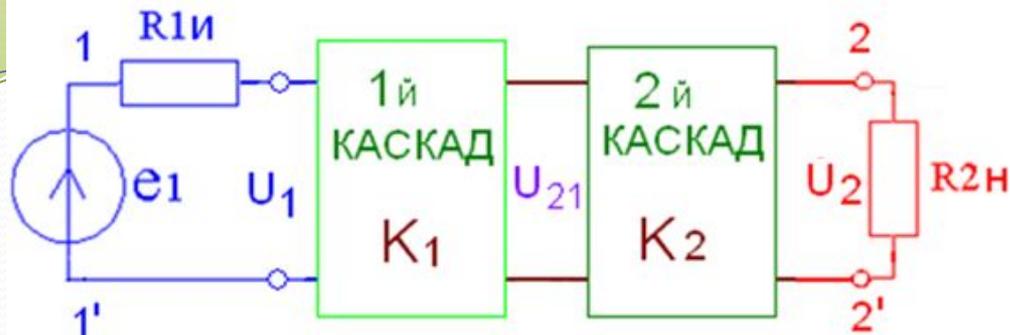
$$k_1, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(U_1 / e_1).$$

$$k_1, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(4 \text{ мВ} / 8 \text{ мВ}),$$

$$k_1, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(0.5),$$

$$k_1, \text{ дБ} = 20 \cdot (-0.301).$$

Задача 10



ДАНО:

$$k_1 = -4 \text{ дБ} \quad K_1 = 100 \quad K_2 = 24 \text{ дБ.}$$

НАЙТИ:

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = ?$$

РЕШЕНИЕ:

$$K_{\text{СКВ}} = \frac{U_2}{e_1} = k_1 K$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(K_{\text{СКВ}}), \text{ т.е.}$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = k_1 [\text{дБ}] + K_1 [\text{дБ}] + K_2 [\text{дБ}]$$

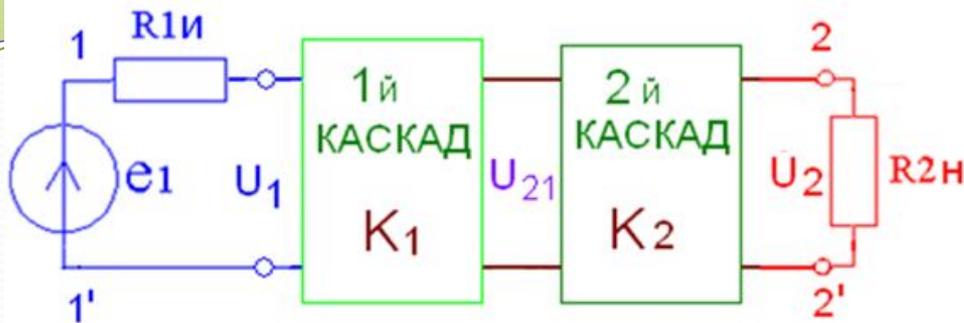
$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = k_1 [\text{дБ}] + 20 \cdot \lg(K_1) + K_2 [\text{дБ}].$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = -4 [\text{дБ}] + 20 \cdot \lg(100) + 24 [\text{дБ}].$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = -4 [\text{дБ}] + (20 \cdot 2) [\text{дБ}] + 24 [\text{дБ}].$$

ОТВЕТ: $K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 60 \text{ дБ.}$

Задача 11



ДАНО:

$$U_1 = 10 \text{ мВ}$$

$$K_1 = 20 \text{ дБ} \quad K_2 = 12 \text{ дБ.}$$

НАЙТИ: $U_2 = ?$

РЕШЕНИЕ:

$$K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_2}{U_{21}} \quad K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$U_2 = U_1 \cdot K_1 \cdot K_2.$$

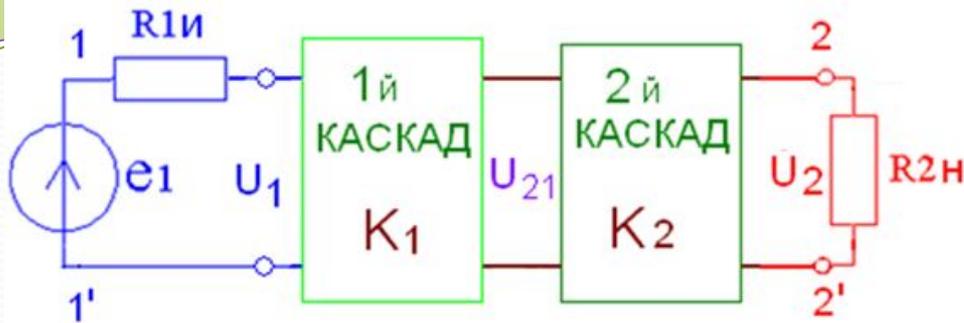
$$K_1 \cdot K_2 = 10^{((K_1 [\text{дБ}] + K_2 [\text{дБ}]) / 20)}.$$

$$K = 10^{((20 [\text{дБ}] + 12 [\text{дБ}]) / 20)}.$$

$$K = 39.8,$$

$$U_2 = 10 \text{ мВ} \cdot 39.8.$$

Задача 12



ДАНО:

$$U_1 = 4 \text{ мВ} \quad U_{21} = 10 \text{ мВ} \\ K_2 = 20 \text{ дБ.}$$

НАЙТИ: $U_2 = ?$

РЕШЕНИЕ:

$$K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_2}{U_{21}} \quad K = \frac{U_2}{U_1}$$

$$U_2 = U_{21} \cdot K_2.$$

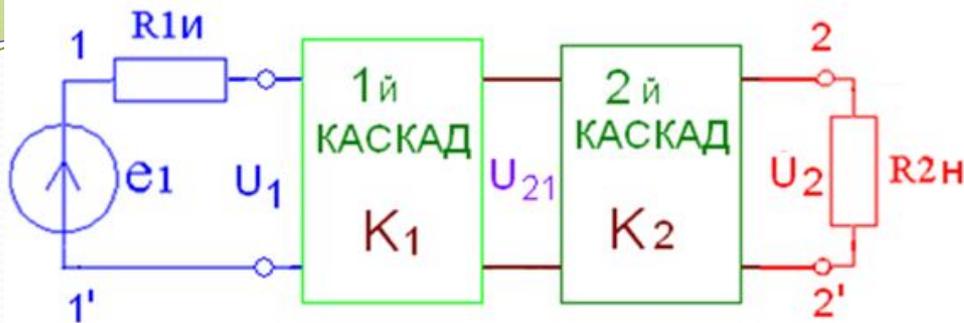
$$K_2 = 10^{(K_2 \text{ [дБ]} / 20)}.$$

$$K_2 = 10^{(20 \text{ [дБ]} / 20)}.$$

$$U_2 = U_{21} \cdot 10^{(K_2 \text{ [дБ]} / 20)}.$$

$$U_2 = 10 \text{ мВ} \cdot 10^{(20 \text{ [дБ]} / 20)}.$$

Задача 13



ДАНО:

$$e_1 = 10 \text{ мВ} \quad U_1 = 5 \text{ мВ}$$

$$K_1 = 26 \text{ дБ.}$$

НАЙТИ: $K_{1\text{СКВ}}$ дБ = ?

РЕШЕНИЕ:

$$k_1 = \frac{U_1}{e_1} \quad K_1 = \frac{U_{21}}{U_1}$$

$$K_{1\text{СКВ}} = \frac{U_{21}}{e_1} = k_1 K_1$$

$$K_{1\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(K_{1\text{СКВ}}), \quad U_{21} = U_1 \cdot K_1.$$

$$\text{Тогда } K_{1\text{СКВ}} = U_1 \cdot K_1 / e_1.$$

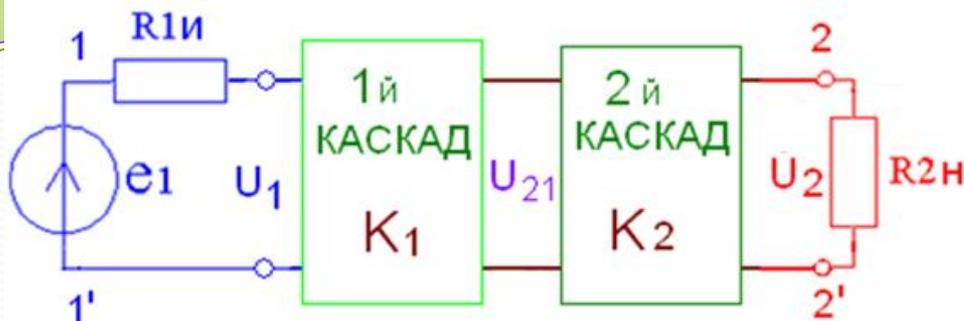
$$K_{1\text{СКВ}}, \text{ дБ} = K_1, \text{ дБ} + 20 \cdot \lg(U_1 / e_1),$$

$$K_{1\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 26 \text{ дБ} + 20 \cdot \lg(5 \text{ мВ} / 10 \text{ мВ}) = 26 \text{ дБ} + 20 \cdot \lg(0.5).$$

$$K_{1\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 26 \text{ дБ} + 20 \cdot (-0.3)$$

ОТВЕТ: $K_{1\text{СКВ}} = 20.8 \text{ дБ} \approx 21 \text{ дБ}$

Задача 14



ДАНО:

$$e_1 = 8 \text{ мВ} \quad U_1 = 4 \text{ мВ}$$
$$K_1 = 20 \text{ дБ} \quad K_2 = 10.$$

НАЙТИ: $K_{\text{СКВ}}$ дБ = ?

РЕШЕНИЕ:

$$k_1 = \frac{U_1}{e_1} \quad K_1 = \frac{U_{21}}{U_1} \quad K_2 = \frac{U_2}{U_{21}} \quad K = \frac{U_2}{U_1} \quad K_{\text{СКВ}} = \frac{U_2}{e_1} = k_1 K$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = k_1 [\text{дБ}] + K_1 [\text{дБ}] + K_2 [\text{дБ}]$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(k_1) + K_1 [\text{дБ}] + 20 \cdot \lg(K_2).$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(U_1 / e_1) + K_1 [\text{дБ}] + 20 \cdot \lg(K_2).$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(4 \text{ мВ} / 8 \text{ мВ}) + 20 [\text{дБ}] + 20 \cdot \lg(10).$$

$$K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 20 \cdot (-0.3) + 20 + 20 \cdot 1.$$

ОТВЕТ: $K_{\text{СКВ}}, \text{ дБ} = 34 \text{ дБ}.$

