

# Работа №77

## Применения операционных усилителей

Симанкович Александр  
Б01-104

26 марта 2023 г.

### 1. Измерение коэффициента усиления ОУ

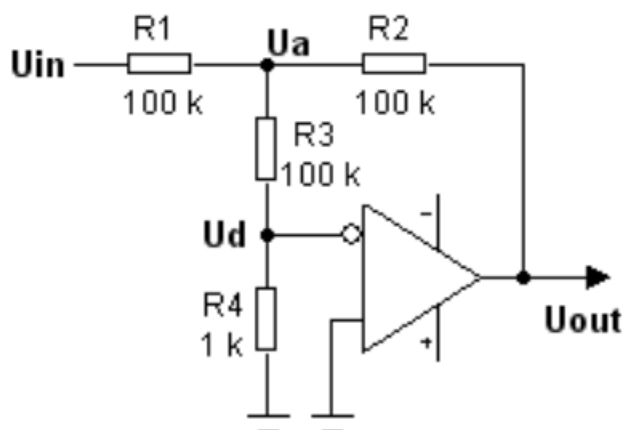


Рис. 1: Схема

Собираем схему с номиналами, указанными на рисунке 1.

Подаем на  $U_{in}$  переменное напряжение с  $f = 10$  Гц. Получаем  $2U_{in} = 5.63$  В,  $2U_a = 15$  мВ.

Вычислим  $A_0$ :

$$A_0 = \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right) \cdot \frac{U_{out}}{U_a} = 3.5 \cdot 10^4. \quad (1)$$

### 2. Амплитудно-частотная характеристика ОУ

Пользуемся схемой 1.

Снимаем зависимость  $A(f)$  согласно (1).

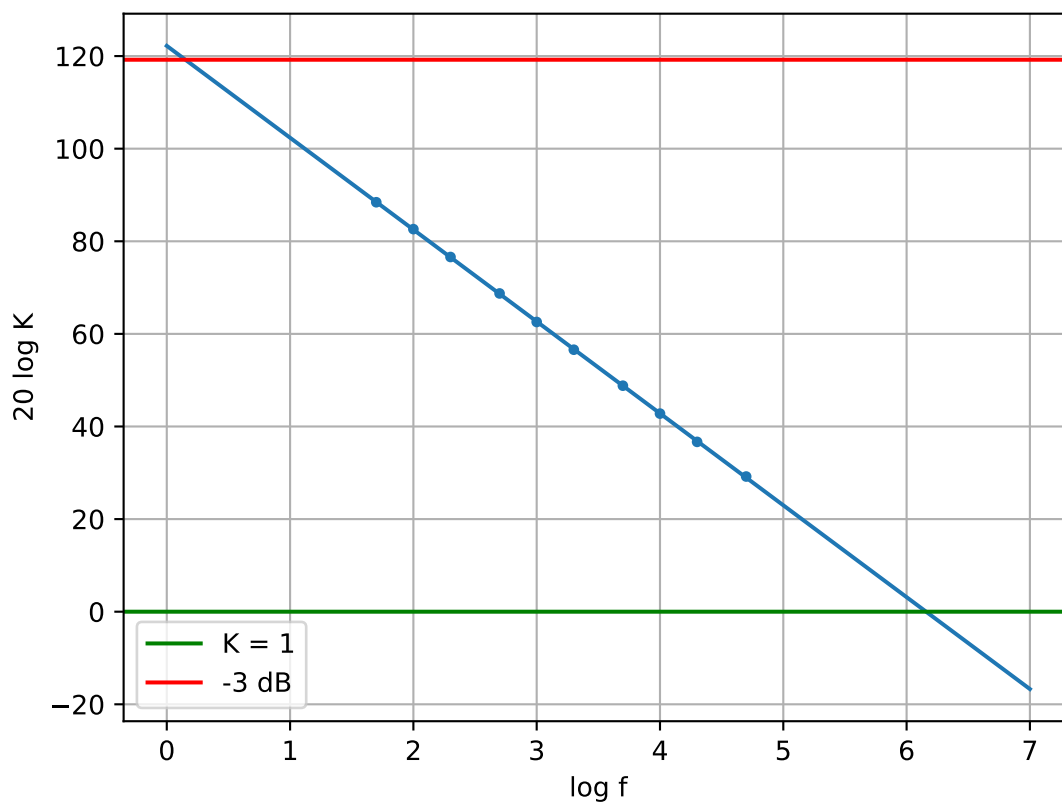
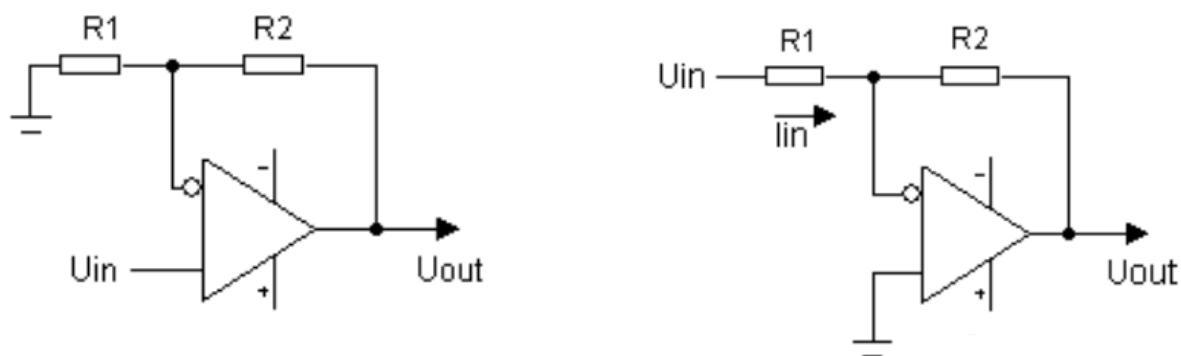


Рис. 2: АЧХ ОУ

Наклон графика составляет  $a = -19.84$  дБ/декаду.

По графику находим граничную частоту  $f_{p0} = 1.42$  Гц и частоту единичного усиления  $f_T = 1.44 \cdot 10^6$  Гц.

### 3-4. Неинвертирующий и инвертирующие усилители



Схемы неинвертирующего и инвертирующего усилителя

На схеме  $R_1 = 1.10$  кОм,  $R_2 = 94$  кОм.

Измерим зависимость коэффициента усиления от частоты  $K(f)$ .

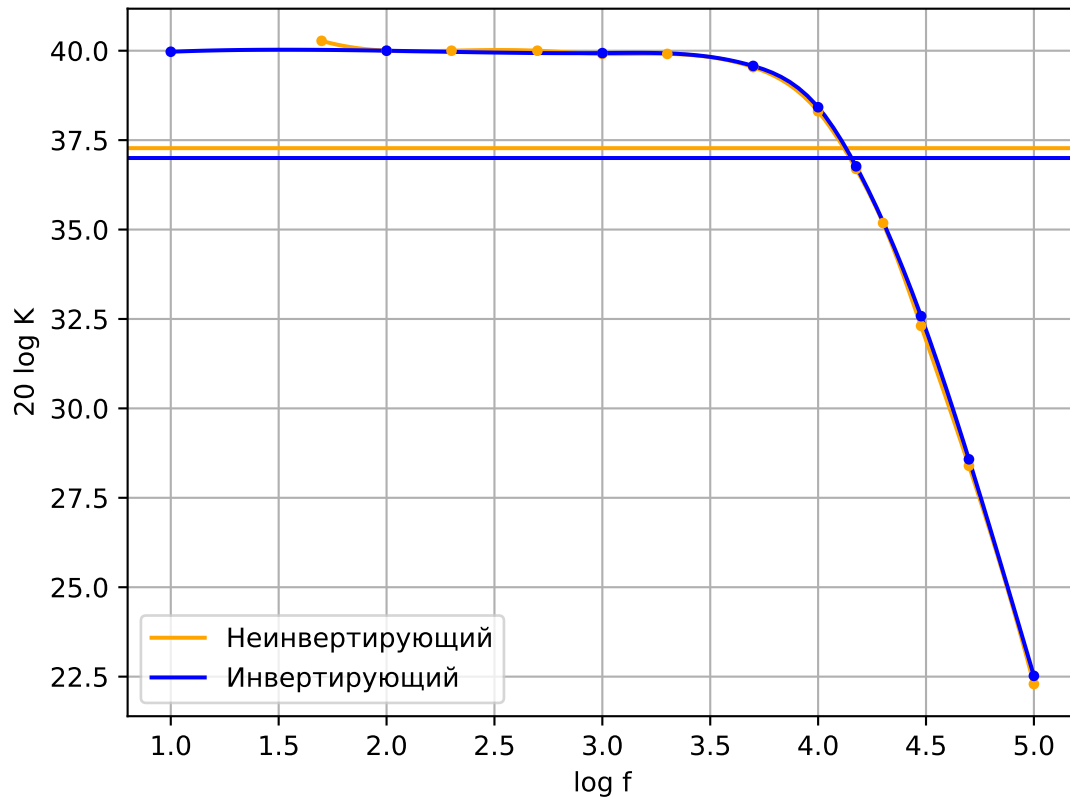


Рис. 3: АЧХ неинвертирующего и инвертирующего усилителей

Для инвертирующего усилителя наблюдался сдвиг фаз на  $\sim \pi$ , что говорит об отрицательности коэффициента усиления.

Граничные частоты почти совпадают,  $F_p = 15.8$  кГц. Оценка  $F_p = \beta f_T = 14.4$  кГц. Коэффициенты усиления  $K = 100$ .

Также включим неинвертирующий усилитель по схеме повторителя ( $R_1 = \infty, R_2 = 0$ ). На частоте  $f = 0.5$  МГц определим максимальную амплитуду неискаженного сигнала:

$$2U_{out}^{max} = 1.22 \text{ В.}$$

Оценка через максимальную скорость нарастания сигнала:  $U_{mout} = \frac{V_{max}}{2\pi f} = 0.95 \text{ В.}$

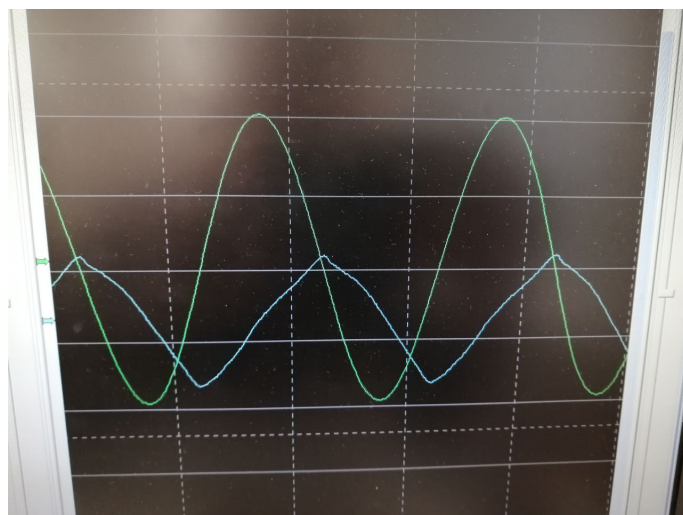


Рис. 4: Искаженный сигнал повторителя (1 кл. = 1 В)

## 5. Разностный усилитель (вычитатель)

Соберем схему вычитателя:

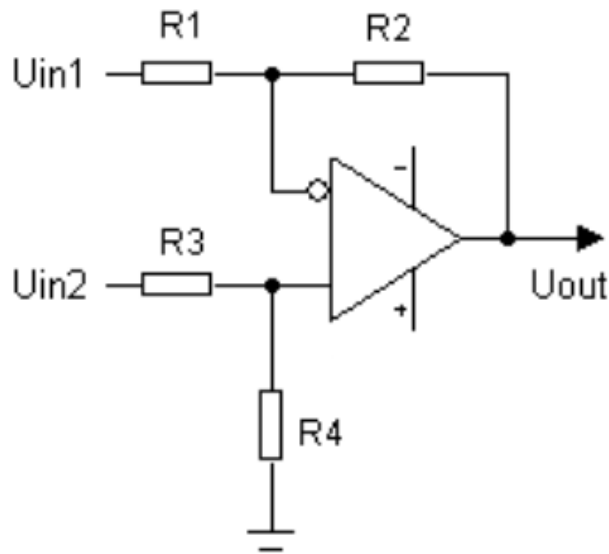


Рис. 5: Схема вычитателя

Такая схема при  $R_2 = R_4 = mR$ ,  $R_1 = R_3 = R$  дает

$$U_{out} = m(U_{in2} - U_{in1}).$$

$R_2 = R_4 = 10$  кОм,  $R_1 = R_3 = 2$  кОм. Таким образом, коэффициент вычитателя  $m = R_2/R_1 = 5$ .

Изучим коэффициент передачи вычитателя по обоим входам (парный вход закорачивается на землю):

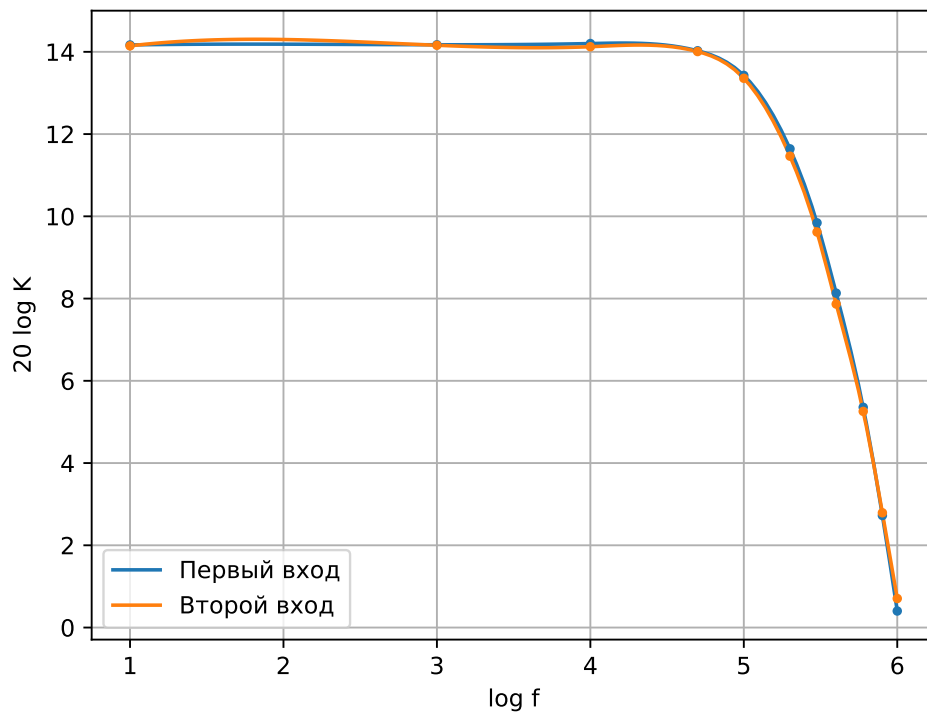


Рис. 6: АЧХ одиночных входов

При подключении первого входа наблюдается сдвиг фаз на  $\sim \pi$ . По графику видно, что коэффициент усиления в полосе пропускания  $K \approx m = 5$ .

Также проверим синфазный вход (оба входа подключены к одному потенциалу):

$$U_{in} = 1 \text{ В} \quad U_{out} = 0.17 \text{ В}.$$

Как мы видим,  $U_{out}$  мало.