

ПРИМЕР.

Привести устройство на базе операционного усилителя для реализации операций $U_{\text{вых}} = 10U_1 + U_2 - 2U_3 - 5U_4$

Рассчитать параметры элементов схемы, если сопротивление обратной связи равно 40 кОм.

РЕШЕНИЕ.

Схема параллельного сумматора для реализации заданной функции приведена на рис. 12. Число неинвертирующих входов соответствует числу положительных, а число инвертирующих – числу отрицательных членов функции.

1. Выходное напряжение параллельного сумматора $U_{\text{вых}} = \sum K_{\text{ин}} \cdot U_{\text{ин}} - \sum$

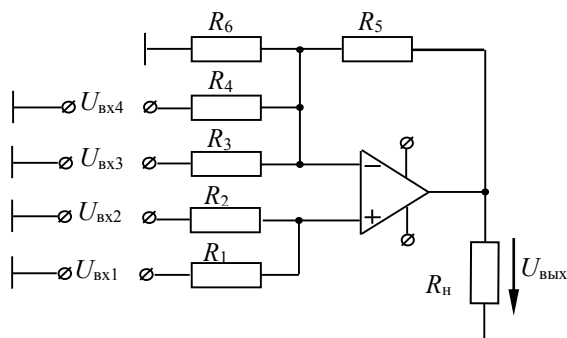


Рис. 12

$K_{\text{ин}} \cdot U_{\text{ин}}$, где $K_{\text{ин}}$, $U_{\text{ин}}$, $K_{\text{ин}}$, $U_{\text{ин}}$ – коэффициенты усиления (весовые коэффициенты) и входные напряжения по каждому из неинвертирующих и инвертирующих входов:

$$K_i = \frac{R_{\text{ос}}}{R_i},$$

где $R_{\text{ос}}$ – сопротивление обратной связи (резистор R_5), R_i –

сопротивление в цепи данного входа. По заданному значению R_5 и весовым коэффициентам входов ($K_1=10$, $K_2=1$, $K_3=2$, $K_4=5$) определяем

$$R_1 = \frac{R_5}{K_1} = \frac{40}{10} = 4 \text{ кОм},$$

$$R_3 = \frac{R_5}{K_3} = \frac{40}{2} = 20 \text{ кОм},$$

$$R_2 = \frac{R_5}{K_2} = \frac{40}{1} = 40 \text{ кОм},$$

$$R_4 = \frac{R_5}{K_4} = \frac{40}{5} = 8 \text{ кОм}.$$

Для нормальной работы сумматора надо уравнивать сопротивления по обоим входам. В противном случае входные токи ОУ вызовут на них неодинаковое падение напряжений и на входе ОУ появится разностный сигнал, который будет им усилен. На выходе будет $U_{\text{вых}}$ при отсутствии $U_{\text{вх}}$. Входное сопротивление по инвертирующему входу

$$\frac{1}{R_{\text{и}}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{20} + \frac{1}{8} + \frac{1}{40} = \frac{8}{40};$$

$$R_{\text{и}} = 5 \text{ кОм},$$

по неинвертирующему входу

$$R_{\text{н}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \cdot 40}{4 + 40} = 3,6 \text{ кОм}, \quad R_{\text{и}} > R_{\text{н}}.$$

Чтобы выровнять входные сопротивления параллельно инвертирующему входу, надо включить резистор R_6 так, чтобы

$$R_{\text{н}} = \frac{R_6 \cdot R_{\text{и}}}{R_6 + R_{\text{и}}}; \quad R_6 = \frac{R_{\text{и}} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\text{и}} - R_{\text{н}}} = \frac{5 \cdot 3,6}{5 - 3,6} = 12,9 \text{ кОм}.$$