

Методика приближенного анализа схем на ОУ

В линейном режиме работы выходное напряжение операционного усилителя ограничено питающими напряжениями, которые по модулю редко превосходят 10...15 В. Тогда напряжение между входами операционного усилителя будет равно

$$u'_{\text{ВХ}} = \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{K_{\text{д}}},$$

где $K_{\text{д}}$ – дифференциальный коэффициент усиления операционного усилителя. С учетом того, что его значение, как правило, превышает 10^6 можно полагать что

$$u'_{\text{ВХ}} \approx 0$$

Иными словами за счет действия глубокой отрицательной обратной связи потенциалы входов операционного усилителя одинаковы.

Это первый факт, который положен в основу приближенной методики анализа схем на операционных усилителях.

Второй факт связан с тем, что входное сопротивление операционного усилителя бесконечно велико (по крайней мере, существенно превышает сопротивление резисторов обратной связи). При этом условии $i_{R1} = i_{RF}$.

Рассмотрим, как эти два обстоятельства применяются для анализа типовых схем включения.

1. Инвертирующее включение (рис. 1)

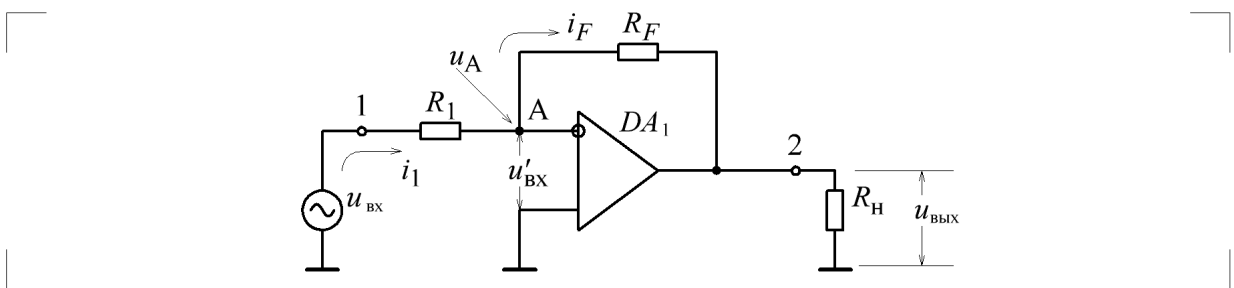


Рис. 1

Из того, что $u'_{\text{ВХ}} \approx 0$ следует, что $u_A \approx 0$. Входы операционного усилителя в данной схеме являются точками нулевого потенциала. Тогда

$$i_1 = \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_1} = \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_1} \quad \text{и} \quad i_F = \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{R_F} = -\frac{u_{\text{ВЫХ}}}{R_F}.$$

Здесь учтено, что напряжение на резисторе R_F противоположно выходному напряжению. В результате получаем, что

коэффициент усиления по напряжению

$$K_F = \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{u_{\text{ВХ}}} = -\frac{R_F}{R_1} .$$

Из того, что $u_A \approx 0$ следует, что входное сопротивление $R_{\text{ВХ}} = R_1$.

2. Неинвертирующее включение (рис. 2)

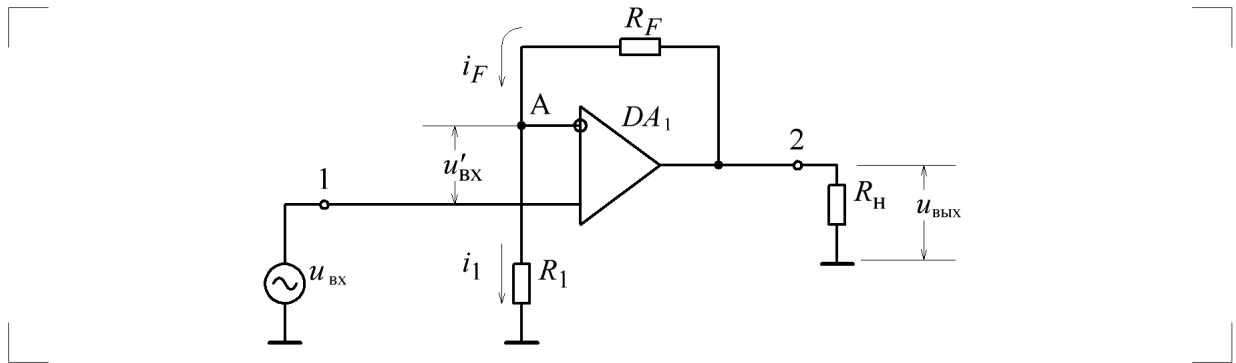


Рис. 2

Из того, что $u'_{\text{ВХ}} \approx 0$ следует, что $u_A \approx u_{\text{ВХ}}$. Тогда $i_1 = \frac{u_{\text{ВХ}} R_1}{R_1} = \frac{u_{\text{ВХ}}}{R_1}$ и

$i_F = \frac{u_{\text{ВЫХ}} - u_{\text{ВХ}}}{R_F}$. В результате получаем, что коэффициент усиления по

напряжению

$$K_F = \frac{u_{\text{ВЫХ}}}{u_{\text{ВХ}}} = 1 + \frac{R_F}{R_1} .$$

Поскольку входной сигнал подключен непосредственно к неинвертирующему входу операционного усилителя, то входное сопротивление оказывается очень большим.

Применение данной методики будет в дальнейшем продемонстрировано на практических примерах.