

Рис. 3.23. К определению влияния шумов на выходное напряжение

противления источника входного сигнала в определённом диапазоне частот. Например, ОУ $\mu A741$ имеет суммарные шумы 2 мкВ в диапазоне частот от 10 Гц до 10 кГц при сопротивлении источника $R_{\text{вх}} = 0,1 \dots 20 \text{ кОм}$. При $R_{\text{вх}} > 20 \text{ кОм}$ напряжение шумов возрастает прямо пропорционально $R_{\text{вх}}$. Поэтому для минимизации шумов на выходе ОУ сопротивление $R_{\text{вх}}$ целесообразно выбирать не более 20 кОм .

Напряжение шумов усиливается так же, как и напряжение сдвига, то есть

$$U_{\text{вых.ш}} = E_{\text{ш}} \cdot \left(1 + \frac{R_{\text{ос}}}{R_{\text{вх}}}\right),$$

где $U_{\text{вых.ш}}$ – напряжение шумов на выходе.

Для уменьшения влияния шумов на выходное напряжение целесообразно:

- 1) уменьшить величину сопротивления обратной связи $R_{\text{ос}}$;
- 2) включать параллельно $R_{\text{ос}}$ конденсатор малой ёмкости (несколько пФ) для шунтирования сопротивления ОС на высоких частотах, рис. 3.23;
- 3) выбирать сопротивление $R_{\text{вх}} \approx 10 \text{ кОм}$ и никогда не шунтировать его ёмкостью;
- 4) использовать резистор компенсации токов смещения;
- 5) избегать включения в схему между входом (–) и землёй ёмкости.

Следует иметь в виду, что в любой схеме между входом (–) и землёй имеется паразитная ёмкость соединительных проводов в несколько пФ. Поэтому в любом случае для минимизации шумов рекомендуется шунтировать $R_{\text{ос}}$ конденсатором. Добавка шунтирующего конденсатора повышает устойчивость и монотонность переходных процессов в схемах.

3.8. Внешняя частотная коррекция

Операционные усилители с внутренней частотной коррекцией не входят в состояние генерации ни самопроизвольно, ни под действием сигналов. Недостатками таких ОУ являются: ограниченная полоса пропускания на малых сигналах; малая скорость нарастания выходного напряжения; пониженная полоса пропускания на полной мощности. Операционные усилители с внутренней коррекцией хороши в качестве усилителей низкой частоты, но плохо работают на высоких частотах.

Более универсальными являются ОУ без внутреннего конденсатора, но имеющие специальные выводы (от одного до трех) для подключения внешних корректирующих элементов – конденсаторов и, в ряде случаев, резисторов. Изменением номиналов элементов внешней корректирующей цепи разработчик может выбрать наилучшую из возможных комбинаций стабильности и полосы пропускания для конкретного операционного усилителя. Очень распространенным является случай коррекции ОУ одним конденсатором C_k , рис. 3.24.

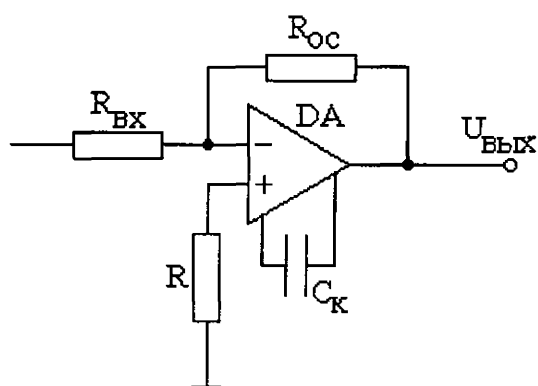


Рис. 3.24. Подключение внешнего корректирующего конденсатора к ОУ

От величины емкости корректирующего конденсатора C_k зависит частотный диапазон усилителя.

На рис. 3.25 показано изменение АЧХ операционного усилителя при изменении емкости корректирующего конденсатора.

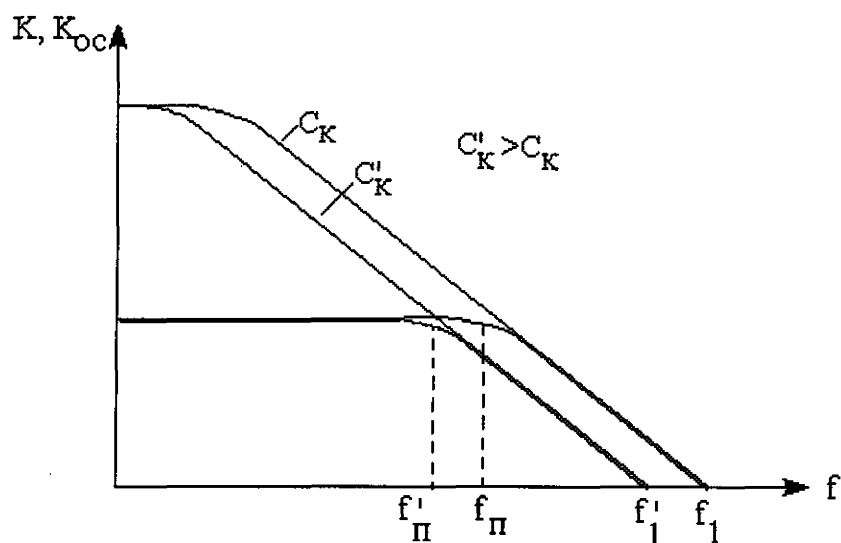


Рис. 3.25. АЧХ операционного усилителя при разных значениях корректирующего конденсатора

При увеличении емкости корректирующего конденсатора уменьшается частота единичного усиления f_1 и полоса пропускания на малом сигнале $0 \dots f_{П}$. Изменения емкости C_k в 10 раз приводит к десятикратному изменению f_1 и $f_{П}$.

В справочниках или спецификациях на ОУ приводятся возможные методы и схемы коррекции, а также рекомендации по выбору номиналов элементов корректирующих цепей для различных применений усилителя.

Следует помнить, что частотную коррекцию для ОУ необходимо выбирать в соответствии с конкретным применением. Нежелательно задавать коэффициент усиления на высоких частотах сверх минимально необходимого, в противном случае на выходе будут присутствовать ненужные шумы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение операционных усилителей существенно упрощает схемотехнику аналоговых электронных устройств, таких как усилители сигналов, функциональные преобразователи потенциальных и токовых сигналов, компараторы, фильтры, генераторы сигналов различной формы, измерители тока и напряжения и т.д. Выбор ОУ для конкретных схем производится на основании анализа их параметров и характеристик, приводимых в справочниках или листках-спецификациях. В ряде случаев оказывается необходимым предварительное макетирование или моделирование устройств с помощью специальных пакетов САПР. При этом, как правило, оказывается возможным применение различных ОУ в одном и том же проектируемом устройстве. В связи с этим важное значение приобретает также анализ экономических показателей разрабатываемого устройства.