

## ВВЕДЕНИЕ

Операционные усилители (ОУ), являющиеся практически идеальными усилителями напряжения, находят широкое применение в аналоговой схемотехнике. Несмотря на ряд ограничений, присущих реальным ОУ, при анализе и синтезе большинства схем используют идеальные модели операционных усилителей, считая, что коэффициент усиления дифференциального напряжения бесконечно велик и не зависит от частоты сигнала; коэффициент усиления синфазного сигнала равен нулю; сопротивление по обоим входам бесконечно велико; отсутствует сдвиг нуля выходного напряжения и его дрейф; скорость изменения выходного напряжения бесконечно велика.

Параметры реальных ОУ несколько хуже. Однако знание реальных значений параметров конкретного операционного усилителя позволяет достаточно просто оценить погрешность схемы и решить вопрос о целесообразности использования данного ОУ в конкретном устройстве.

В настоящем пособии рассмотрение подавляющего большинства применений операционных усилителей производится на основе идеализации их характеристик и лишь в последнем разделе анализируется влияние ограничений, свойственных реальным ОУ, на работу схем. Достаточно подробно рассмотрено влияние на выходное напряжение таких параметров, как входные токи смещения; входной ток сдвига; входное напряжение сдвига; температурный дрейф; скорость нарастания выходного напряжения; частотная характеристика.

Пособие написано на основе части курса лекций, читаемых автором студентам направления 5515 по дисциплине «Электроника в приборостроении» на кафедре «Измерительно-вычислительные комплексы» Ульяновского государственного технического университета. Может быть полезно студентам других нерадиотехнических направлений и специальностей высших и средних специальных учебных заведений.

### 1. ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ: ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Свое название операционные усилители (ОУ) получили из-за того, что первоначально применялись для выполнения математических операций сложения, вычитания, умножения и деления. Первые ОУ, использовавшиеся в аналоговых вычислительных машинах на лампах, работали с напряжениями порядка  $\pm 100$  В.

Интегральные ОУ унаследовали прежнее название от своих предшественников и очень широко распространены в аналоговой схемотехнике. В настоящее время ОУ выполняются, как правило, в виде монолитных интегральных микросхем и по своим размерам и цене практически не отличаются от отдельно взятого транзистора. Благодаря практически идеаль-