

**ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

**Под редакцией Дж. Грэма, Дж. Тоби, Л. Хьюлсмана.
Проектирование и применение операционных
усилителей**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И ПРИМЕНЕНИЕ
ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ**

Под редакцией Дж. Грэма, Дж. Тоби, Л. Хьюлсмана

Издательство „Мир" Москва 1974

УДК. 621.375.147.3

Оглавление
Предисловие к русскому изданию
Предисловие

ЧАСТЬ 1. Проектирование операционных усилителей

1. Малосигнальные параметры дифференциального каскада
Низкочастотные характеристики для дифференциального сигнала
Характеристики для дифференциального сигнала на высоких частотах
Характеристики дифференциального каскада для синфазного сигнала
Разбалансы в дифференциальном каскаде и подавление синфазного сигнала
Проектирование дифференциальных каскадов
2. Погрешности и температурный дрейф дифференциального каскада
Напряжение смещения и дрейф каскадов на биполярных транзисторах
Напряжение смещения и дрейф каскадов на полевых транзисторах
Входные токи, разностный ток и дрейф по току
Эквивалентные шумовые напряжение и токи
3. Каскады операционного усилителя
Входные каскады
Промежуточные каскады
Выходные каскады
Ограничение выходного тока
4. Многокаскадные операционные усилители
Коэффициент усиления и частотная характеристика
Погрешности по постоянному току и температурный дрейф
Шумовые параметры и условия оптимизации шумовых характеристик
Операционные усилители с преобразованием

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5. Коррекция характеристик

Анализ устойчивости по характеристикам Боде

Методы коррекции

Влияние коррекции на частотную и переходную характеристики

ЧАСТЬ 2. Применение операционных усилителей

6. Применение операционных усилителей в линейных схемах

Дифференциальные усилители постоянного тока

Мостовые усилители

Аналоговые интеграторы

Дифференцирующие схемы

Линейные усилители

Усилители переменного тока с обратной связью

Преобразователи напряжение — ток

Источники опорного напряжения и стабилизаторы

Стабилизаторы напряжения

Усилители тока

Электрометрические усилители

7. Операционные усилители в нелинейных схемах

Схемы диодных ограничителей

Ограничители в цепи обратной связи ОУ

Диодные функциональные преобразователи

Логарифмические усилители

Аналоговое умножение и деление

8. Активные фильтры

Характеристики активных фильтров

Полюсы, функции цепи и рабочие параметры элементарных звеньев

Реализация фильтров

Настройка звеньев активных фильтров

Влияние параметров ОУ на характеристики фильтра

Схемные элементы

Таблицы расчетных и настроечных параметров фильтров

9. Схемы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования. Схемы дискретизации

Мультиплексоры

Цифро-аналоговые преобразователи

Аналого-цифровые преобразователи

Динамические запоминающие устройства

Амплитудные детекторы

Компараторы

10. Генераторы колебаний

Генераторы колебаний прямоугольной формы

Генераторы колебаний прямоугольной и треугольной формы

Генераторы синусоидальных колебаний

Импульсные схемы. Ждущие мультивибраторы 424 11. Модуляция и демодуляция

Общие положения

Амплитудная модуляция

Частотная модуляция

Широтно-импульсная модуляция

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Демодуляция
Приложение А
Основы теории цепей
Приложение Б
Определение и измерение параметров
Приложение В
Чувствительность активных фильтров
Предметный указатель

Книга обобщает зарубежный опыт разработки интегральных операционных усилителей и их использования в различных радиоэлектронных устройствах и элементах вычислительных машин. В первой части книги анализируется основной элемент операционного усилителя — дифференциальный каскад, выполняемый на биполярных или полевых транзисторах. Во второй части анализируются различные линейные и нелинейные устройства широкого применения, активные фильтры, средства цифровой обработки аналоговых сигналов, генераторы колебаний напряжения специальной формы, модуляторы и демодуляторы.

Книга предназначена как для специалистов по разработке усилителей, так и для инженеров-проектировщиков радиоэлектронной аппаратуры. Она может быть полезной для разработчиков специальной электронной аппаратуры в таких областях, как вычислительная техника, медицина, биофизика, приборостроение и т. п. Много интересного материала найдут в ней также преподаватели, аспиранты, студенты.

Редакция литературы по новой технике

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Операционные усилители (ОУ), т. е. усилители постоянного тока, предназначенные для работы с глубокой отрицательной обратной связью, впервые были разработаны около 30 лет назад. Первые 10—15 лет операционные усилители строились на электронных лампах и применялись главным образом в решающих блоках аналоговых вычислительных машин.

Ламповые операционные усилители имели большие габариты, низкую надежность и были сравнительно дорогими устройствами. Все это ограничивало их применение. Однако начиная с 60-х годов, когда были созданы высококачественные транзисторные ОУ, и особенно после перехода на интегральную технологию производства, операционные усилители начали широко применяться в самых различных областях электронной техники.

В настоящее время ОУ стали самым массовым аналоговым элементом. В 1972 г. только в США было продано свыше 50 млн. интегральных ОУ, т. е. больше половины всех линейных схем. Годовой прирост выпуска ОУ в США в том же году составил 12%.

Операционные усилители широко применяются не только в традиционной области аналоговой вычислительной техники, но и в системах управления, цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователях, при построении активных фильтров и различной измерительной аппаратуры, в генераторах напряжений различной формы, множително-делительных устройствах, функциональных преобразователях,

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

стабилизаторах напряжений, источниках эталонных напряжений, в прецизионных модуляторах и демодуляторах, коммутаторах, электронных ключах и во многих • других устройствах.

Столь широкое применение ОУ объясняется, с одной стороны, тем, что им свойственны высокие электрические параметры (большой коэффициент усиления, высокое входное и низкое выходное сопротивление, высокая стабильность коэффициента передачи и нулевого уровня, малый паразитный входной ток, высокое быстродействие, низкий уровень шумов), а с другой стороны — малыми габаритами, удобством сопряжения между собой, высокой надежностью и небольшой стоимостью. (В 1973 г. цена на некоторые типы ОУ в США упала до 25 центов.)

Предисловие к русскому изданию

Массовое применение ОУ в свою очередь выдвигает новые требования к совершенствованию их схем.

В связи с этим возникла острая потребность в книге, которая явилась бы руководством по разработке схем ОУ, по их испытанию и применению. Книга «Проектирование и применение операционных усилителей» в значительной мере удовлетворяет эту потребность. В ней обобщен многолетний опыт фирмы Burr-Brown—одной из ведущих фирм США в области операционных усилителей.

Книга состоит из двух частей и трех приложений.

В первой части приводится анализ, методы расчета и рекомендации по проектированию ОУ. Сюда входят: анализ входных дифференциальных каскадов, промежуточных и выходных каскадов. Приводится расчет наиболее важных для практики характеристик: коэффициента усиления, частотных характеристик, устойчивости, смещения и дрейфа нуля, шумов, коэффициента подавления синфазной составляющей.

Материал этой части изложен весьма компактно. Приведены только те сведения, которые наиболее важны при проектировании ОУ, но вместе с тем сохранена достаточная теоретическая строгость. В этой части много полезных рекомендаций по уменьшению дрейфа нуля, компенсации входных токов, обеспечению устойчивости и улучшению других параметров.

К сожалению, весьма поверхностно освещены вопросы построения канала с модуляцией и демодуляцией, не рассмотрены схемы модуляторов, обеспечивающих высокую стабильность нуля. При рассмотрении шумов лишь упоминается о фликкер-шумах.

Вторая часть книги посвящена особенностям применения ОУ при построении различных линейных и нелинейных схем (в том числе функциональных преобразователей и множителноделительных устройств), активных фильтров, коммутаторов, ключей, компараторов, аналого-цифровых и цифро-аналоговых

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

преобразователей.

Эта часть книги будет особенно полезна для советских специалистов, поскольку в отечественной литературе вопросы применения ОУ освещены крайне бедно.

В приложениях изложены вопросы теории ОУ и методы измерения их параметров.

В целом книга, несомненно, будет весьма полезна как разработчикам операционных усилителей, так и широкому кругу специалистов по электронике, автоматике и вычислительной технике.

Д. Е. Полонников

[Скачать книгу](#) Под редакцией Дж. Грэма, Дж. Тоби, Л. Хьюлсмана. Проектирование и применение операционных усилителей. Москва, Издательство Мир, 1974