КИПиА ЯМАЛ
6-й разряд

Полный конспект лекции

ОП.06 «Промышленная электроника»

Тема 2. Усилители электрических сигналов

Расширенный материал для самостоятельного повторения

2 академических часа: 1 ч лекции + 1 ч ЛПЗ
КУПД «Слесарь по КИПиА» от 21.04.2026 № УПД-15

Параметр	Значение
Дисциплина	ОП.06 «Промышленная электроника»
Тема	Тема 2. Усилители электрических сигналов
Часы	2 академических часа: 1 ч лекции + 1 ч ЛПЗ
Тренажёр	/op06_industrial_electronics.php?lab=amplifier
Источник	КУПД «Слесарь по КИПиА» от 21.04.2026 № УПД-15

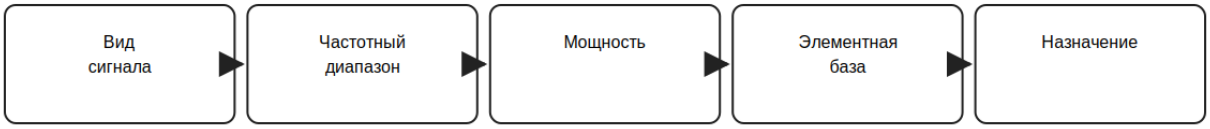
СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения и классификация усилителей
2. Обратная связь
3. Каскад с общим эмиттером
4. Каскад с общим истоком
5. Операционный усилитель
6. Инвертирующий усилитель
7. Неинвертирующий усилитель
8. Суммирующий усилитель
9. Дифференциальный усилитель
10. Интегратор
11. Реальный и идеальный ОУ
12. ЛПЗ по КУПД
13. Интерактивный тренажёр
14. Диагностический подход
15. Итоги

1. Общие сведения и классификация усилителей

Усилитель увеличивает заданный параметр электрического сигнала, используя энергию источника питания. КУПД требует общие сведения и классификацию по функциональным признакам.

Классификация усилителей

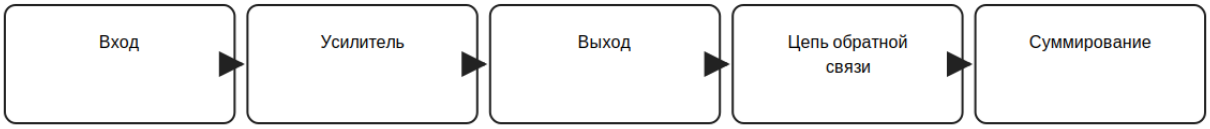


Учебная схема по разделу.

2. Обратная связь

Обратная связь возвращает часть выходного сигнала ко входу. Отрицательная обратная связь обычно уменьшает результирующее усиление, но может улучшать стабильность и линейность.

Обратная связь

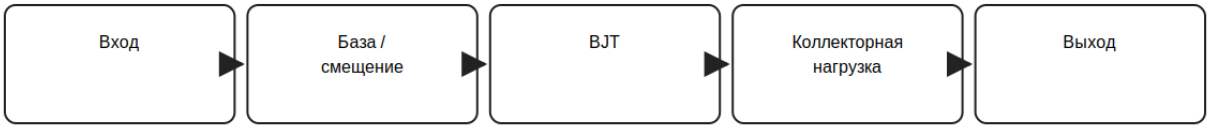


Учебная схема по разделу.

3. Каскад с общим эмиттером

Каскад на BJT содержит цепь задания рабочего режима, транзистор, коллекторную нагрузку и цепи связи. Изменение сигнала базы изменяет ток коллектора и выходное напряжение.

Каскад с общим эмиттером

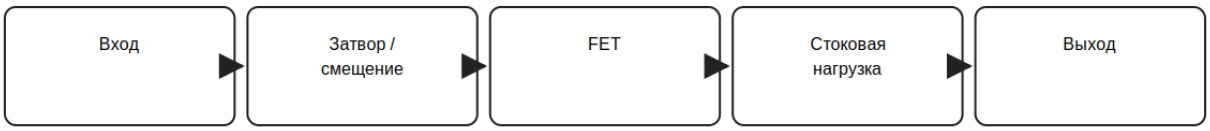


Учебная схема по разделу.

4. Каскад с общим истоком

В каскаде на полевом транзисторе вход действует на затвор, ток канала изменяется, а выход формируется в стоковой цепи.

Каскад с общим истоком



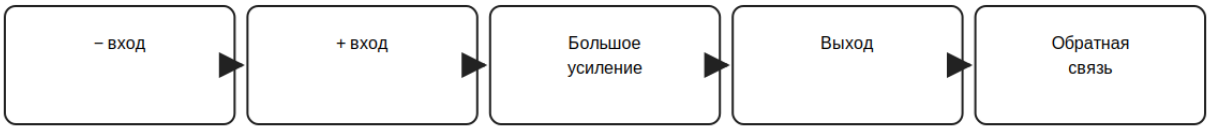
Учебная схема по разделу.

5. Операционный усилитель

ОУ - усилительный узел с инвертирующим и неинвертирующим входами, рассчитанный на работу с внешней обратной связью. КУПД требует параметры, передаточные характеристики и классификацию ОУ.

Параметр	Учебный смысл
Разомкнутое усиление	усиление дифференциального сигнала
Входное сопротивление	нагрузка на источник
Полоса	частотный диапазон работы
Скорость нарастания	ограничение скорости выхода
Смещение	отличие реального нулевого баланса

Операционный усилитель



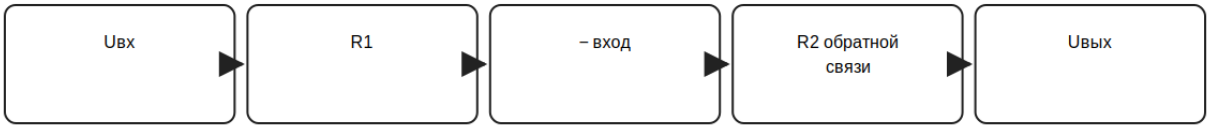
Учебная схема по разделу.

6. Инвертирующий усилитель

В идеальной учебной модели K=-R2/R1. При R1=10 кОм, R2=50 кОм коэффициент равен -5.

R1	R2	K	Uвх	Uвых
10 кОм	50 кОм	-5	0,5 В	-2,5 В
10 кОм	100 кОм	-10	0,5 В	-5,0 В

Инвертирующий ОУ



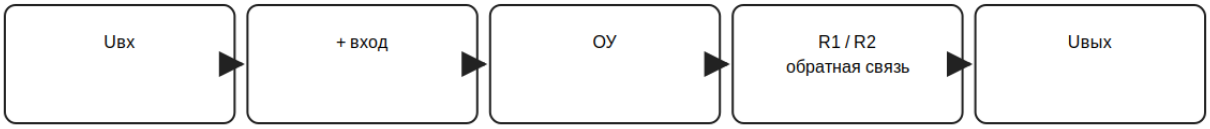
Учебная схема по разделу.

7. Неинвертирующий усилитель

В идеальной модели K=1+R2/R1. При R1=10 кОм, R2=50 кОм коэффициент равен 6.

R1	R2	K	Uвх	Uвых
10 кОм	50 кОм	6	0,5 В	3,0 В
10 кОм	100 кОм	11	0,5 В	5,5 В

Неинвертирующий ОУ

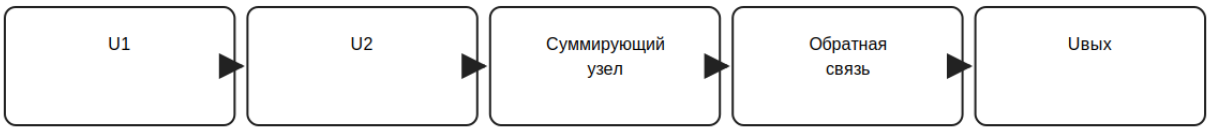


Учебная схема по разделу.

8. Суммирующий усилитель

Суммирующий усилитель формирует выход, зависящий от нескольких входных сигналов.

Суммирующий усилитель

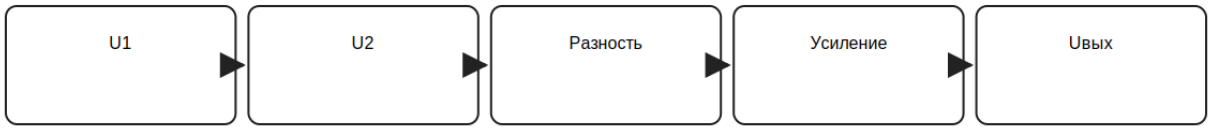


Учебная схема по разделу.

9. Дифференциальный усилитель

Дифференциальный усилитель усиливает разность двух входных сигналов и важен в измерительной технике.

Дифференциальный усилитель

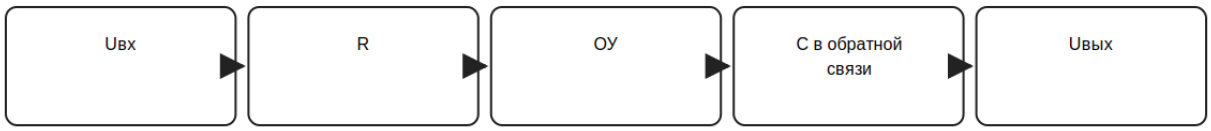


Учебная схема по разделу.

10. Интегратор

Интегратор на ОУ использует частотно-зависимую обратную связь, обычно с конденсатором.

Интегратор

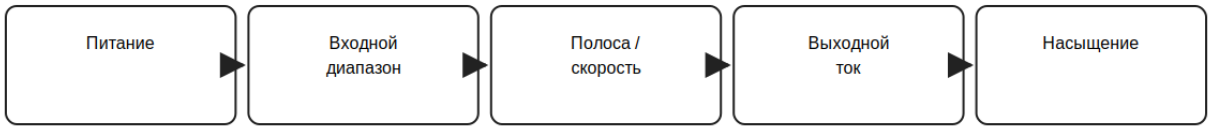


Учебная схема по разделу.

11. Реальный и идеальный ОУ

Реальный ОУ ограничен питанием, входным диапазоном, выходным током, полосой пропускания, скоростью нарастания и смещениями.

Ограничения реального ОУ



Учебная схема по разделу.

12. ЛПЗ по КУПД

Практическая часть включает BJT и ОЭ, полевой транзистор и ОИ, а также инвертирующий, неинвертирующий, суммирующий и дифференциальный усилители на ОУ.



Учебная схема по разделу.

13. Интерактивный тренажёр

Режим /op06_industrial_electronics.php?lab=amplifier моделирует инвертирующее и неинвертирующее включение, изменение R1/R2/Uвх и ограничение выхода по питанию.

14. Диагностический подход

При отсутствии ожидаемого усиления проверяют питание, рабочий режим активного элемента, вход, цепь обратной связи, нагрузку и ограничение выхода.

15. Итоги

Главный принцип: активный элемент работает в заданном режиме, а обратная связь и внешние компоненты формируют коэффициент передачи и функцию усилителя.

Контрольные вопросы

1. Что такое обратная связь?
2. Как устроен ОЭ?
3. Как устроен ОИ?
4. Какие входы имеет ОУ?
5. Чему равен K инвертирующего ОУ?
6. Чему равен K неинвертирующего ОУ?
7. Для чего нужен сумматор?
8. Что усиливает дифференциальный усилитель?
9. Как работает интегратор?
10. Почему реальный выход ограничен?

Источник и границы материала

Основа - КУПД, тема 2 ОП.06. Формулы идеального ОУ, примеры номиналов и диагностические пояснения используются как учебное раскрытие. Реальные расчёты проверяются по схеме и технической документации конкретных транзисторов и ОУ.