

Внимание !

Тишина !

Усилители.

- 1. Назначение и классификация.**
- 2. Параметры и характеристики.**
- 3. Режимы работы.**
- 4. Принцип работы.**

1. Назначение и классификация

**Полупроводниковые приборы
нашли наиболее широкое
применение в электронных
усилителях.**

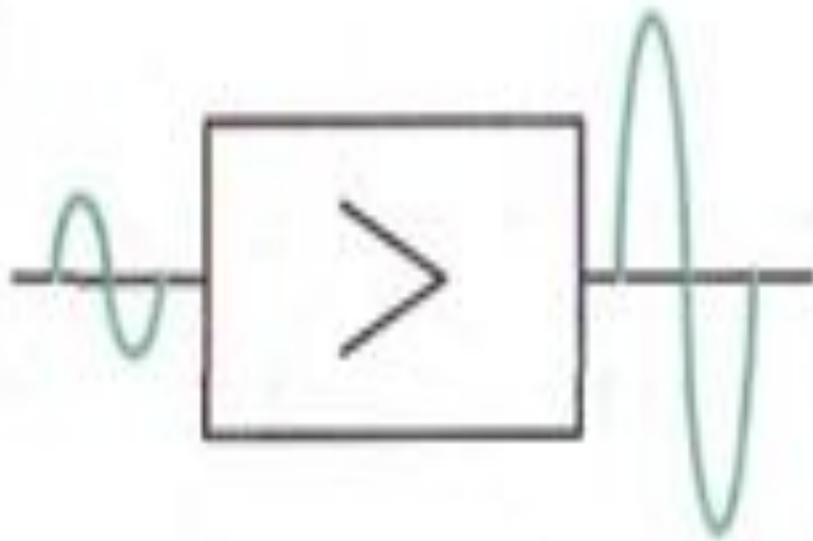
**Под усилителем будем понимать
устройство, усиливающее
мощность электрических сигналов
за счет энергии источника
электропитания.**

По роду работы усилители подразделяются:
на линейные (пропорциональные), у которых сигнал на выходе пропорционален входному сигналу (рис. 1, а);
релейные, у которых форма сигнала на выходе отличается от формы входного сигнала, при этом выходной сигнал появляется лишь при достижении входным сигналом заданного уровня (рис. 1, б).

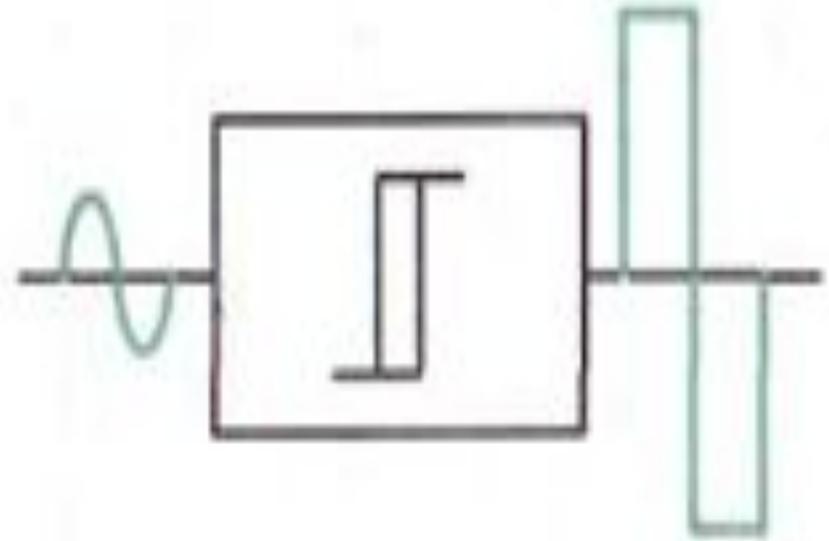
В зависимости от назначения различают:

- **усилители тока;**
- **усилители напряжения;**
- **усилители мощности.**

Рис. 1. Усилители: а — линейный; б — релейный.



а



б

По характеру спектра сигналов усилители подразделяются следующим образом:

- **усилители постоянного тока (УПТ) — усиливают постоянные электрические сигналы, а также переменные - частотой от долей герца до нескольких килогерц;**
- **низкой частоты (УНЧ) —от 10Гц-20кГц;**
- **широкополосные (ШУ) — от единиц герца до десятков мегагерц;**
- **избирательные (ИУ) — усиливают электрические сигналы только одной частоты.**

Связь, осуществляемая между каскадами усилителя, может быть:

- **гальваническая — применяется в УПТ (только с помощью резисторов);**
- **реостатно-емкостная (РС-связь) — применяется в УНЧ и ШУ;**
- **трансформаторная — применяется в УНЧ и ИУ.**

2. Параметры и характеристики.

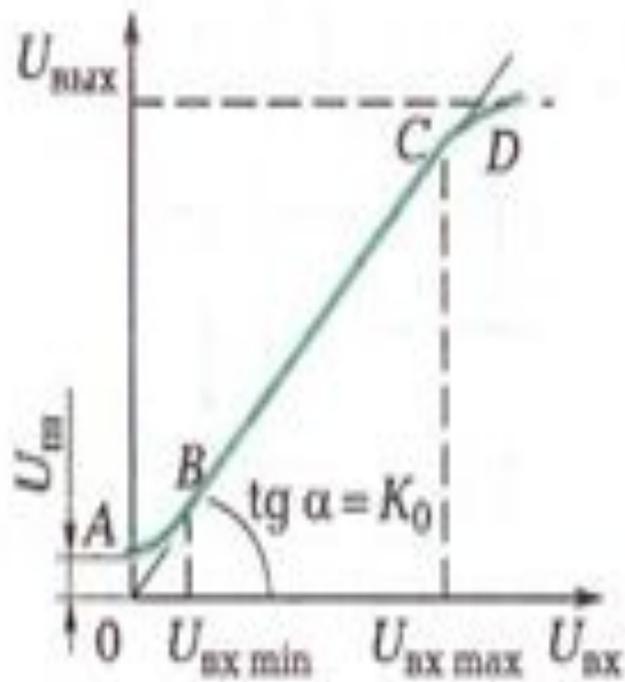
Одним из основных параметров, характеризующих усилительные свойства усилителя, является **коэффициент усиления**.

Различают коэффициент усиления по напряжению $K_u = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$. т.е. отношение переменной составляющей напряжения на выходе к переменной составляющей напряжения на входе, коэффициенты усиления по току K_j , и мощности K_p — отношения выходных и входных токов и мощностей.

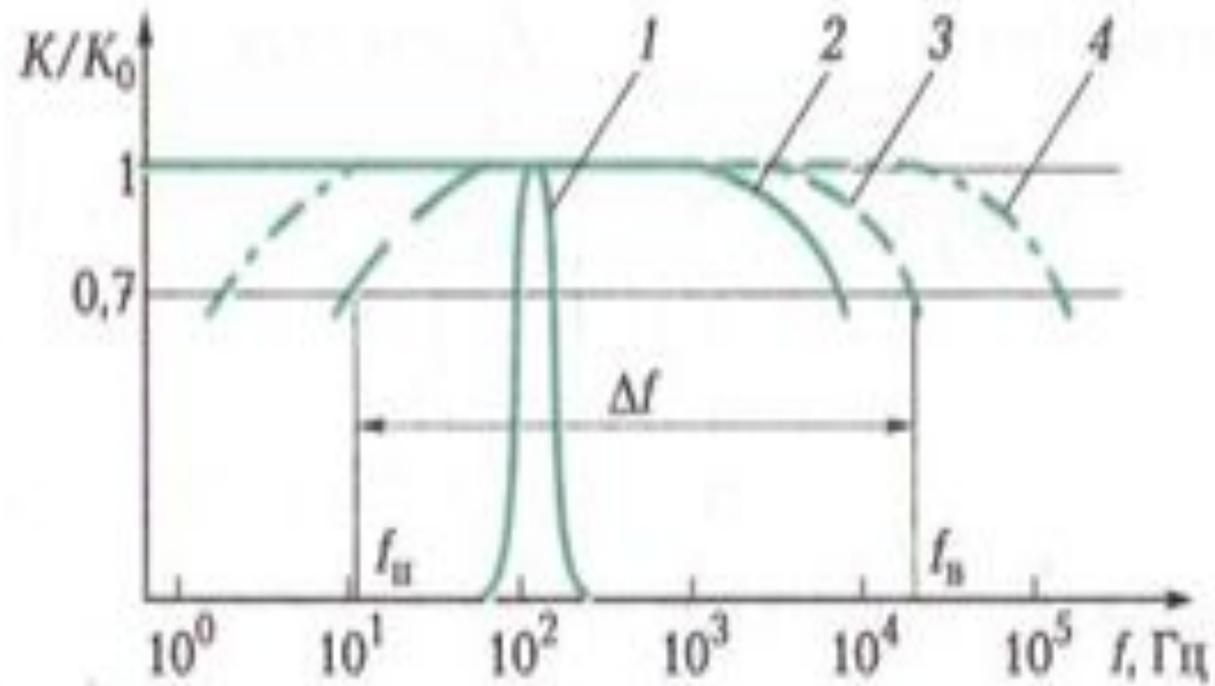
Коэффициент усиления многокаскадных усилителей равен произведению коэффициентов усиления каждого из каскадов: $K = \prod (K_n)$.

Свойства усилители также оцениваются: **амплитудной характеристикой** ($U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$), которая снимается на средней частоте (рис. 2, а). Точка А соответствует $U_{\text{вх}} = 0$, т.е. на выходе $U_{\text{вых}} = U_{\text{ш}}$ (напряжение шума), точка В соответствует $U_{\text{вх min}}$, отрезок ВС соответствует линейному диапазону работы усилителя и определяет K_0 — коэффициент усиления на средней частоте, точка D соответствует максимальному напряжению, при котором нелинейные искажения не превышают заданного уровня (например, 5%);

Рис. 2. Характеристики усилителя:
а — амплитудная; **б** — частотные для ИУ
(кривая 1). УПТ (2), УНЧ (3) и ШУ (4)



а



б

частотной характеристикой — $K/K_0 = \Psi\{f\}$.

которая снимается в линейном диапазоне при неизменном входном сигнале и обычно изображается в логарифмическом масштабе (рис. 2, б). Частотная характеристика показывает, что постоянным отношение K/K_0 остается только в определенной области частот. Диапазон между верхними и нижними частотами f_v и f_n определяет полосу пропускания усилителя $\Delta f = f_v - f_n$, которая находится на уровне 0,7 от максимального отношения K/K_0 .

3. Режимы работы.

В зависимости от амплитуды входного сигнала и положения рабочей точки P (точки покоя) на нагрузочной прямой AB (рис. 3. а) усилитель может работать:

в линейном режиме (класс A) — точка P в средней части нагрузочной прямой и $2 \cdot I_{вхmax} \leq (I_{бм} - I_{бо})$ - Это основной режим для усилителей напряжения. КПД в этом режиме около 25%;

режиме класса B , когда точка P в нижней части нагрузочной прямой (совпадает с точкой B), а $I_{вхmax} \leq (I_{бм} - I_{бо})$ - КПД в этом режиме около 70%. Данный режим используется в двухтактных усилителях мощности;

ключевом режиме (класс D), когда
 $I_{вхmax} \gg (I_{бм} - I_{бо})$

Выходной сигнал имеет
прямоугольную форму, КПД —
около 95%.

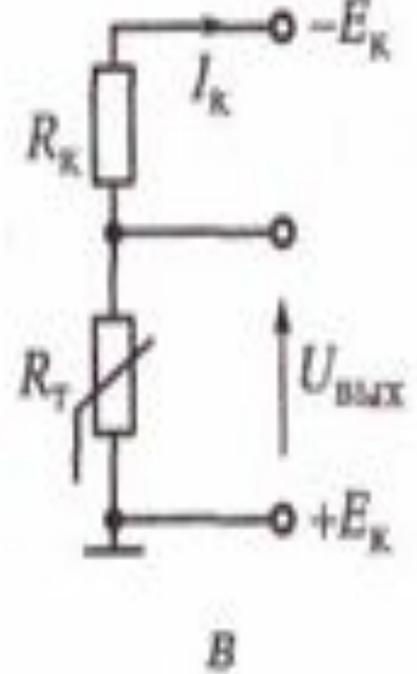
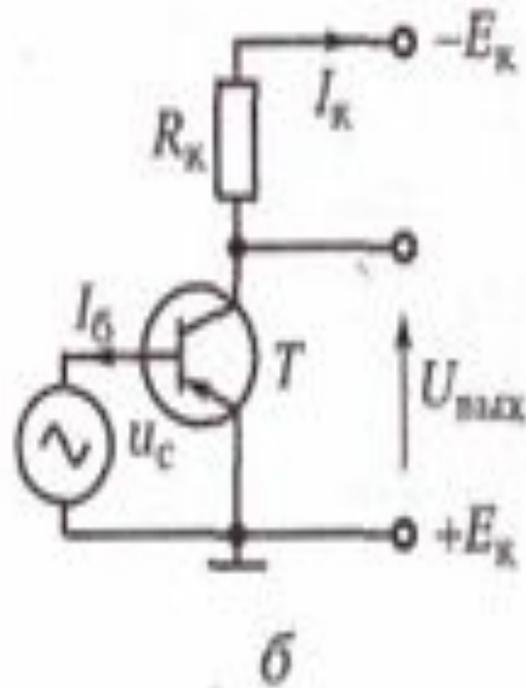
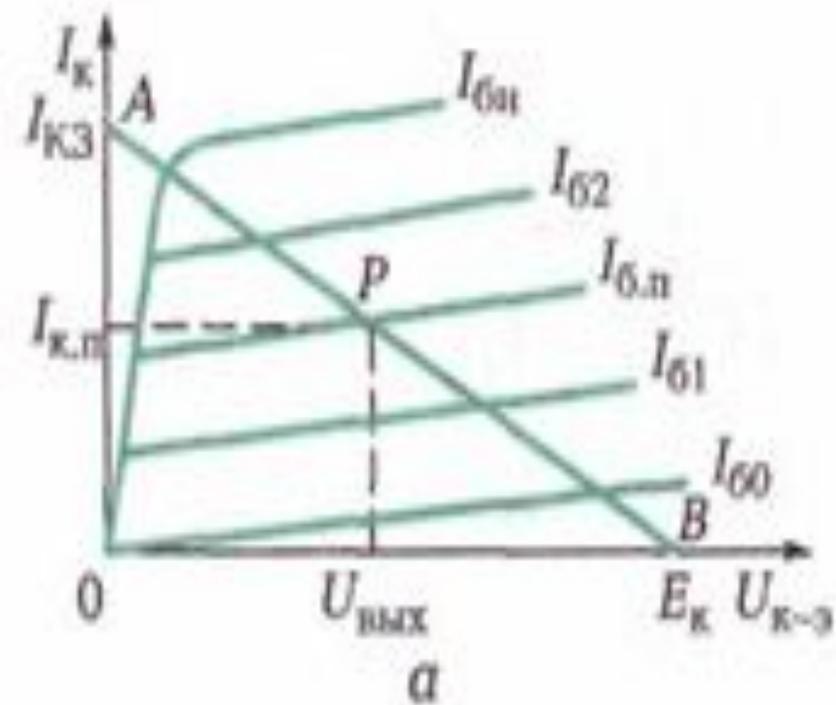
Данный режим используется в
импульсных устройствах
автоматики

4. Принцип работы.

Основными элементами полупроводникового усилителя (рис. 3. б) являются:

- транзистор T — активный элемент с управляемой ВАХ. способный усиливать сигналы U_c ;
- нагрузка R_n , включаемая последовательно с активным элементом;
- источник питания E_k (как правило, постоянного тока).

Рис. 3. Принцип работы усилителя: а — ВАХ транзистора и нагрузки; б — электрическая схема усилителя; в — схема замещения



На рис. 3. в приведена эквивалентная схема замещения усилителя, в которой транзистор T представлен резистором с нелинейным сопротивлением R_t .

Анализ схемы (рис. 3) можно выполнить, используя реальную ВАХ транзистора и опрокинутую ВАХ резистора. Последняя строится по двум точкам: холостого хода (ХХ) $I_k = 0$. $U_{вых} = E_k(t.B)$ и короткого замыкания (КЗ) $I_k = I_{kз} = E_k/R_k$, $U_{вых} = 0$ (т-А)

Пусть в исходном состоянии $I_b = I_{bp}$ (см. рис. 3, а). Тогда $I_k = I_{kp}$ и $U_{вых} = E_k - I_{kp} * R_k$. Увеличение I_b приводит к увеличению тока коллектора I_k , а соответственно к увеличению $U_{R_k} = I_k * R_k$ и уменьшению $U_{вых} = E_k - I_k * R_k$. Уменьшение I_b ведет к уменьшению I_k и соответственно к увеличению $U_{вых}$. **Таким образом, $U_{вых}$ и $U_{вх}$ изменяются в противофазе.**

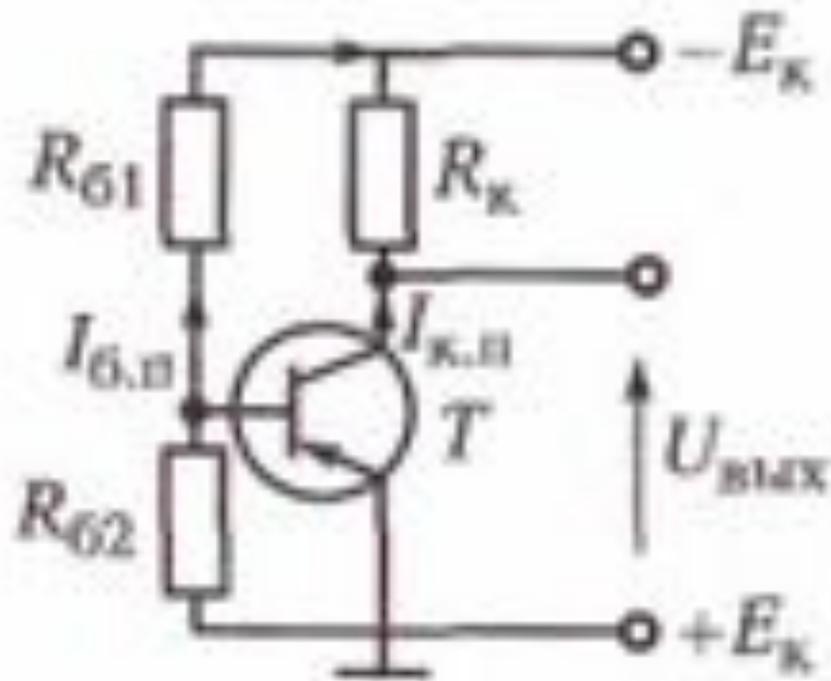
Как же зафиксировать рабочую точку P на нагрузочной прямой?

Фиксация рабочей точки может быть выполнена двумя способами:

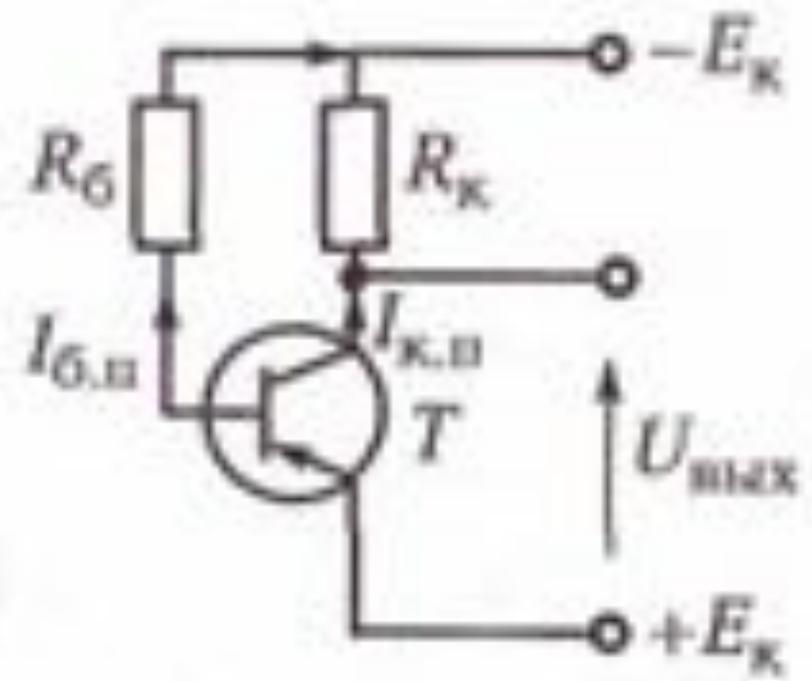
- с помощью базового делителя (рис. 4, а);
- с помощью тока базы (рис. 4, б).

Базовый делитель $R_{б1}=R_{б2}$ включенный параллельно источнику E_k , обеспечивает протекание тока $I_{бп}$, что создает падение напряжения на резисторе $R_{б2}$

Рис. 4. Схемы фиксации рабочей точки:
а — с помощью базового делителя; б — с помощью тока базы



а



б

В зависимости от соотношения сопротивлений $R_{б1}$ и $R_{б2}$ точка покоя P может быть расположена на нагрузочной прямой в любом месте между точками A и B (см. рис. 3, а).

Ток базы покоя $I_{бп}$ обеспечивается также включением резистора $R_{б}$ между базой транзистора и зажимом E_k (см. рис. 4, б).

Недостаток усилителя на транзисторах — существенная зависимость характеристик транзисторов от температуры.

Это требует применения специальных схем термостабилизации, основные из которых осуществляются за счет введения отрицательных обратных связей по постоянным составляющим тока и напряжения.

**Все! Спасибо за
внимание!**

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что собой представляют усилители и как их классифицируют?
2. Назовите основные параметры и характеристики усилителя.
3. Назовите основные режимы работы усилителя.
4. Поясните принцип действия усилителя.
5. Изобразите схемы фиксации рабочей точки в усилителях.