

# Лекция 4

---

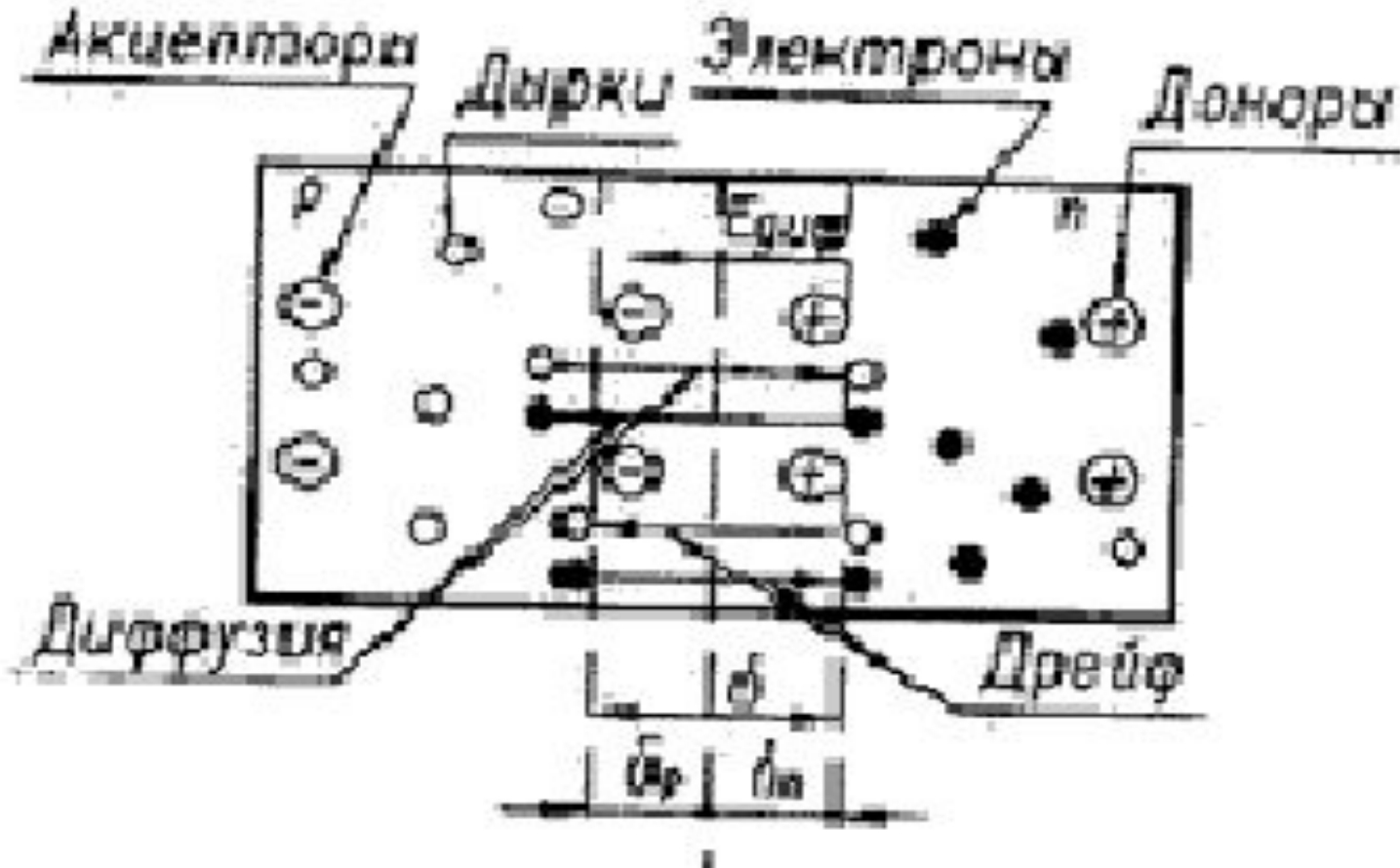
## Биполярные транзисторы

# Содержание лекции

---

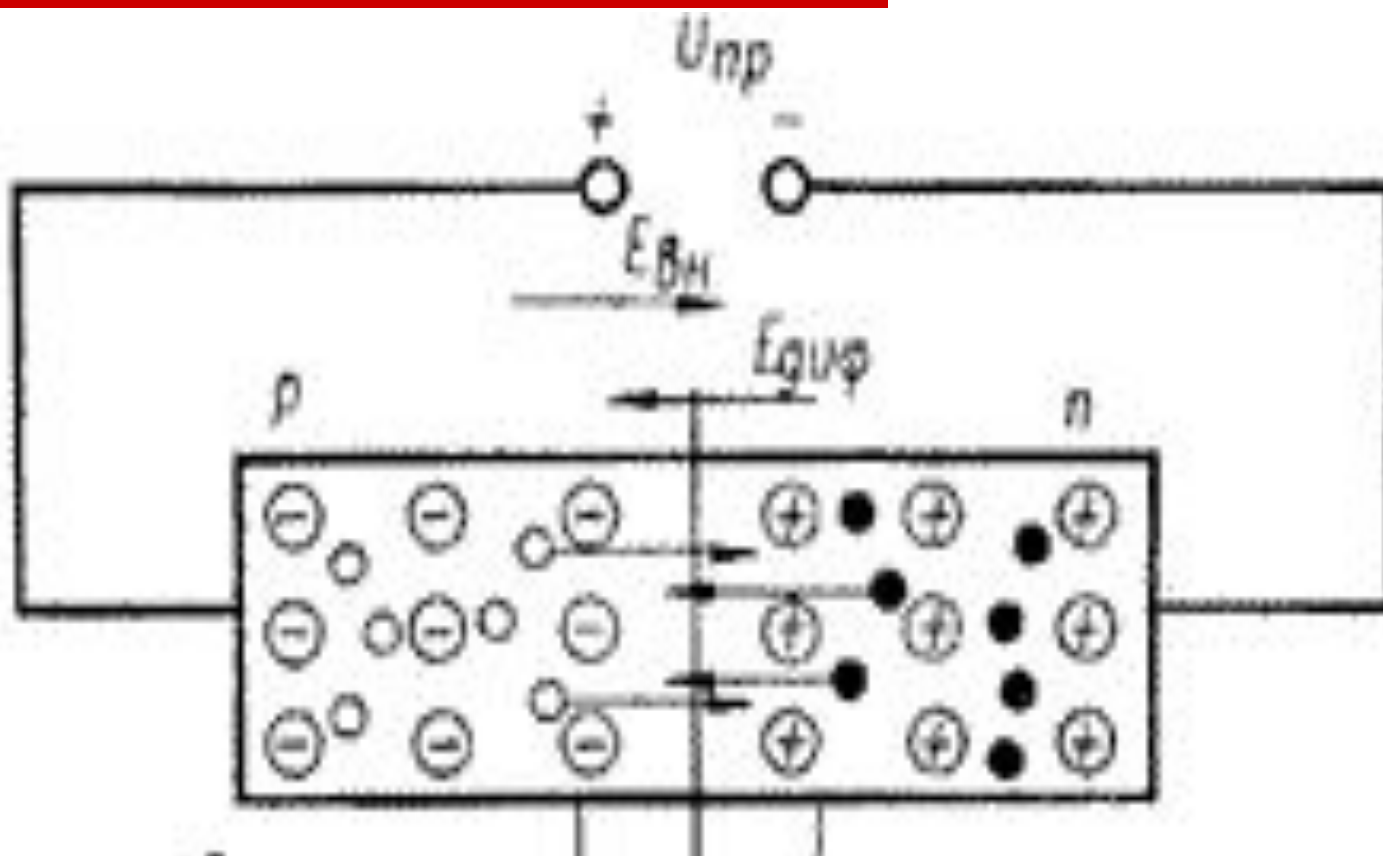
- Определение биполярного транзистора
  - Режимы работы
  - Схемы включения БТ
-

# *p-n переход без внешнего напряжения*



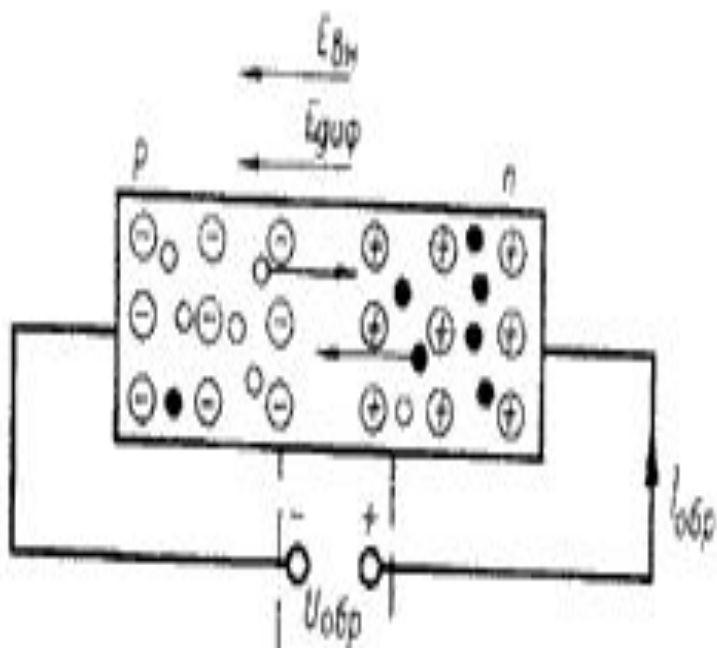
# Прямое включение р-п перехода

---



# Обратное включение р-п перехода

- При включении р-п перехода в обратном направлении внешнее обратное напряжение  $U_{обр}$  создает электрическое поле, совпадающее по направлению диффузионным, что приводит к росту потенциального барьера на величину  $U_{обр}$ . Это сопровождается увеличением ширины запирающего слоя,



# *Инжекция и экстракция*

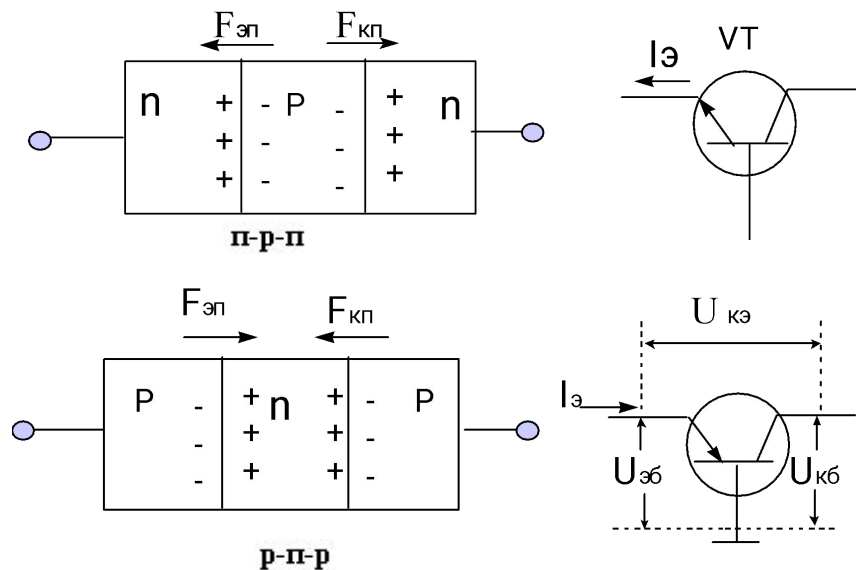
*Процесс введения носителей зарядов через р-п переход при понижении потенциального барьера в область, где эти носители являются неосновными называется инжекцией*

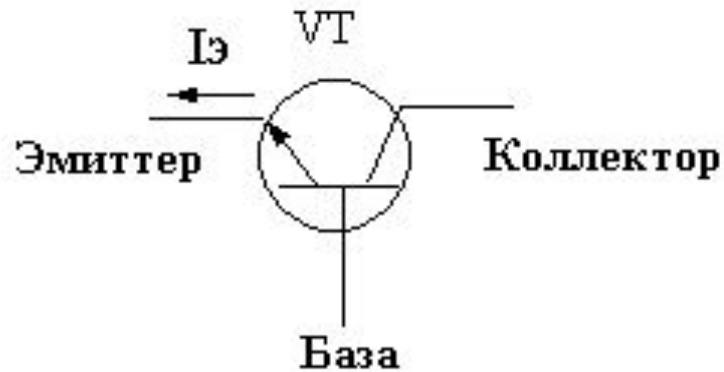
*Процесс отвода неосновных носителей заряда в смежную область через р-п переход, когда на него подано обратное напряжение, называется экстракцией.*

---

# Биполярные транзисторы

Биполярный транзистор представляет собой полупроводниковый прибор с двумя р-п переходами и тремя выводами, усилительные свойства которого обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда.





- *Эмиттер – область, сильно легированная носителями, из этой области носители должны быть инжектированы в соседнюю область – базу.*
  - *База – область в поперечном сечении, гораздо меньшая, чем две другие и, кроме того, очень слабо легированная носителями.*
  - *Коллектор – область, куда должны быть втянуты носители из базы, впрыснутые туда из эмиттера (явление экстракции). Коллектор легируется носителями гораздо слабее, чем эмиттер.*
- *Переход между базой и эмиттером называется эмиттерным (ЭП), а между базой и коллектором – коллекторным (КП). Каждый из переходов может быть включен либо в прямом, либо в обратном направлении, то есть переходы равноправны и режим работы транзистора будет зависеть от способа его включения. В соответствии с этим различают четыре способа включения или четыре режима работы транзистора.*



*Режимы  
биполярного  
транзистора*

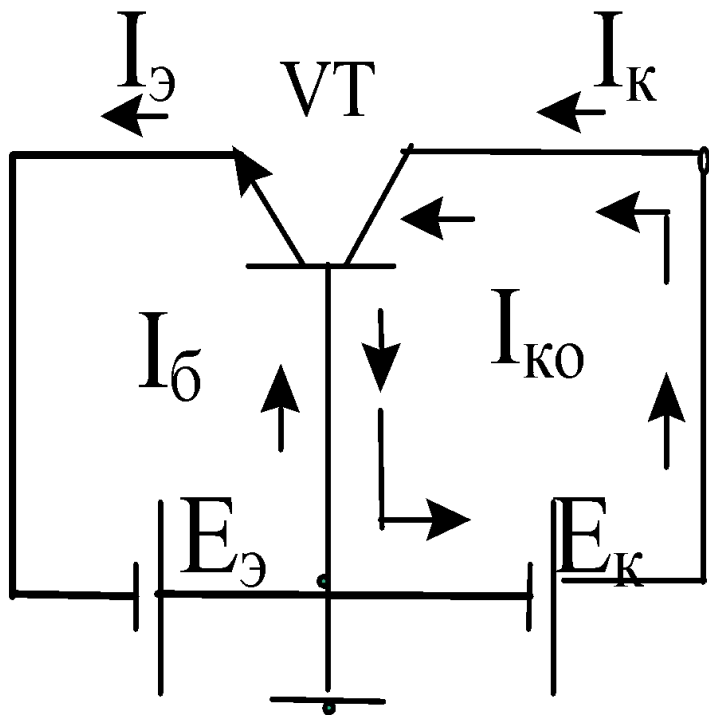
*Активный  
режим*

*Инверсный  
режим*

*Режим  
насыщения*

*Режим  
отсечки*

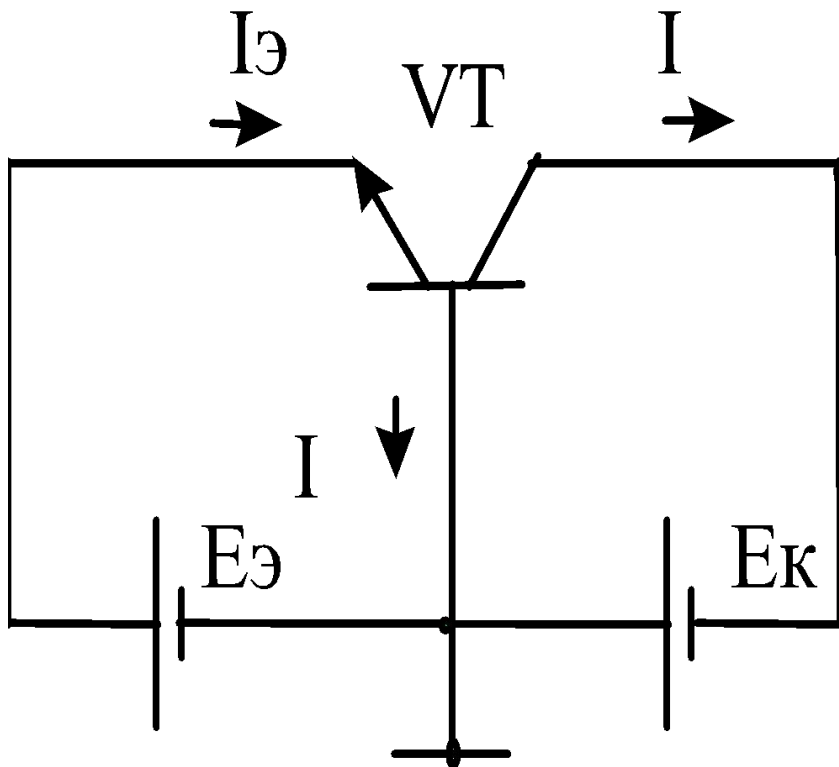
# Активный режим



- . **Активный (или режим усиления) – нормальное включение, при котором на эмиттерный переход подается прямое напряжение, а на коллекторный – обратное. В активном режиме коэффициент передачи тока эмиттера .**

$$\alpha_n = 0,98 - 0,99$$

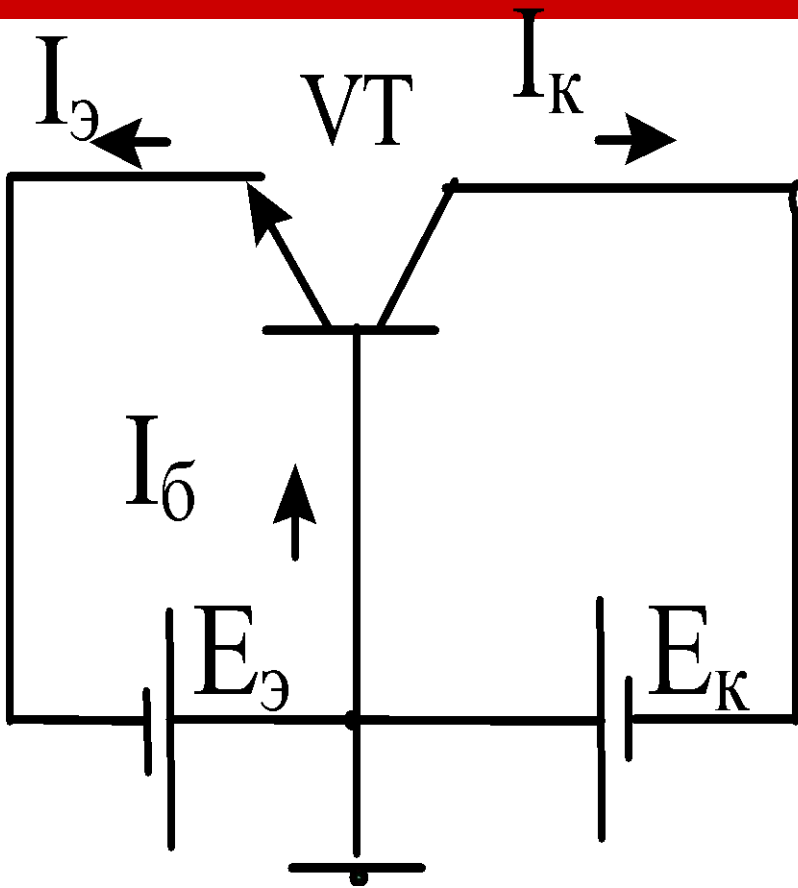
# Инверсный режим



- 2. Инверсный ( На эмиттерный переход подается обратное напряжение, а на коллекторный – прямое. В этом режиме коэффициент передачи тока коллектора заметно меньше коэффициента передачи тока эмиттера при нормальном включении

$$\alpha_i = 0,5 - 0,7.$$

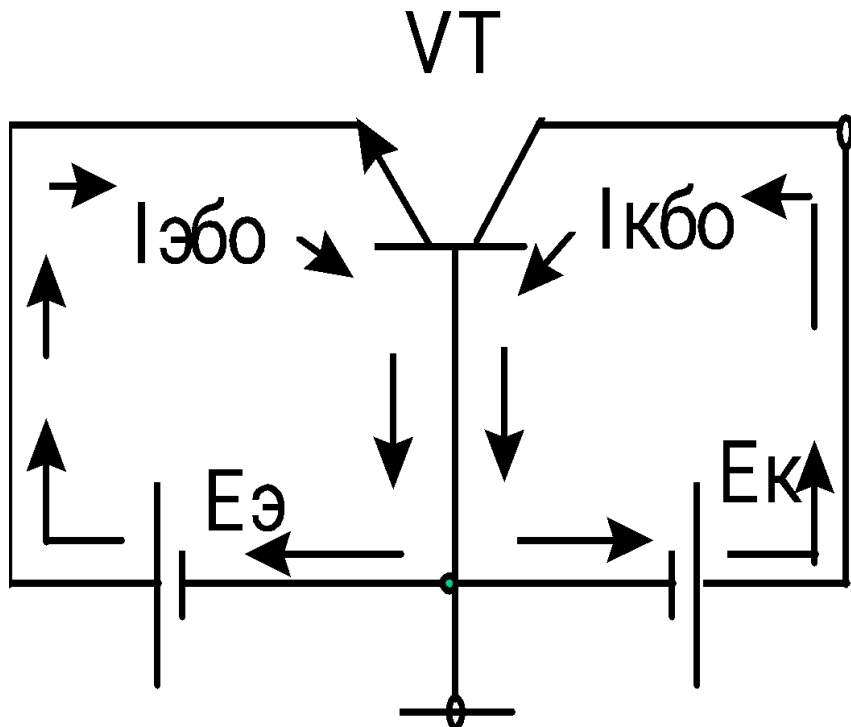
# Режим насыщения



- *Режим насыщения На обоих переходах действуют прямые напряжения, и таким образом транзистор работает в режиме двойной инжекции (в базу поступают носители и из эмиттера, и из коллектора).*

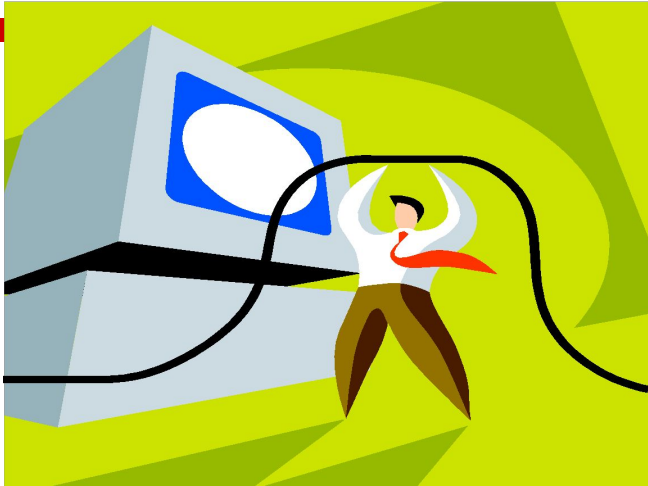
# Режим отсечки

---

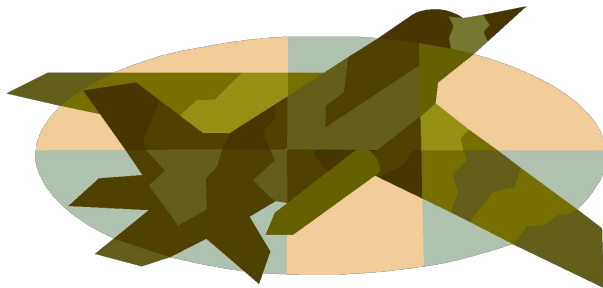


- **Режим отсечки**  
На обоих переходах действуют обратные напряжения, транзистор заперт и через переходы текут лишь токи неосновных носителей.
-

# Наиболее распространенным является активный режим



- Наиболее распространенным является активный режим когда на эмиттерный переход подается прямое, а на коллекторный – обратное напряжения. При этом через переходы текут примерно одинаковые токи, но эмиттерный ток течет через прямосмещенный переход с малым сопротивлением и под действием малого напряжения (доли вольта), а коллекторный ток – через обратносмещенный переход с большим сопротивлением и под действием большого напряжения (десятки, сотни вольт). Этот факт и создает принципиальную возможность использования транзистора в качестве усилителя электрических колебаний (преобразователя мощности).

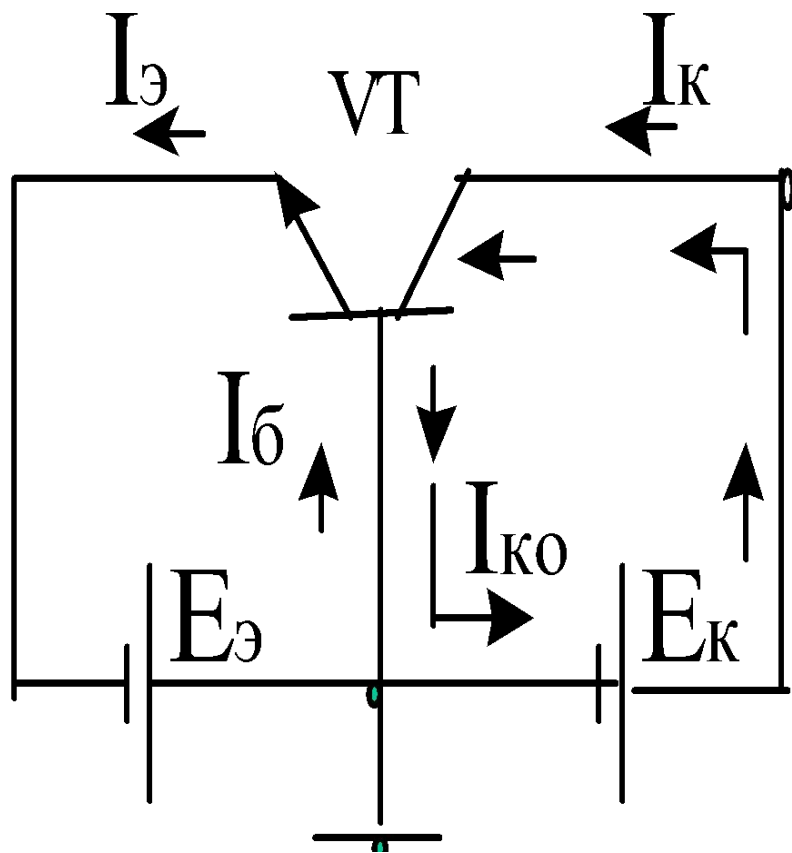


# *Схемы включения биполярных транзисторов*

---

- Существует три схемы включения биполярных транзисторов:*
  - с общей базой (ОБ), с общим эмиттером (ОЭ), с общим коллектором (ОК). Электрод, который будет общим для входной и выходной цепей усилителя, определяет название схемы включения транзистора.*
  - В схеме включения транзистора с ОБ (рис. 2.4, а) входным током будет ток эмиттера, а выходным – ток коллектора, следовательно, усиления тока в такой схеме не происходит. Передача тока эмиттера в цепь коллектора оценивается статическим коэффициентом передачи тока эмиттера « $\alpha$ »:*
-

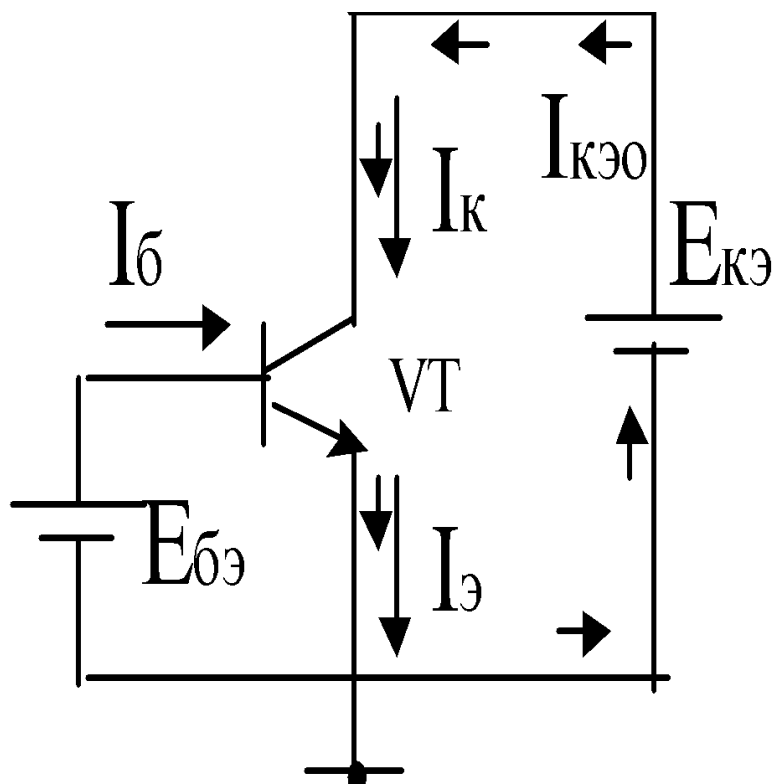
# Схема с общей базой



- *В схеме включения транзистора с ОБ входным током будет ток эмиттера, а выходным – ток коллектора, следовательно, усиления тока в такой схеме не происходит.*



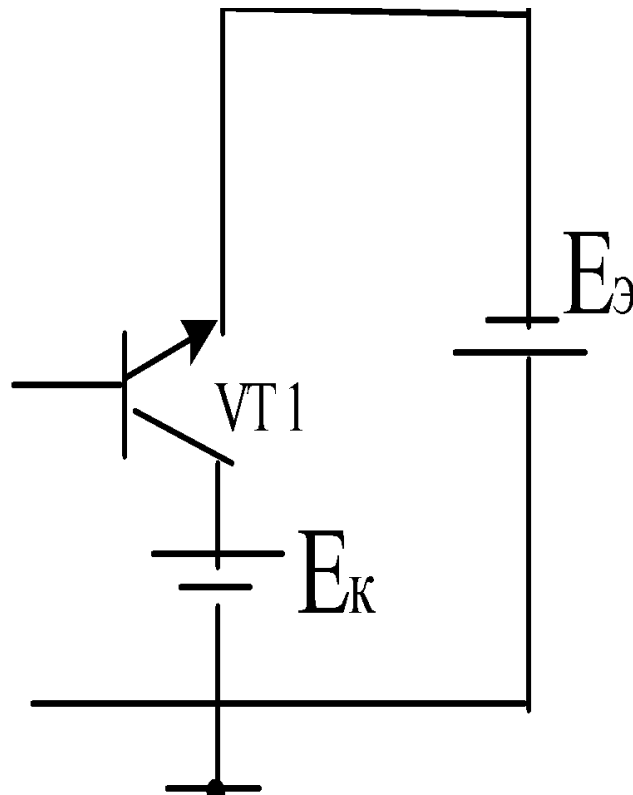
## Схема с общим эмиттером



- Схемы включения транзистора с ОЭ и с ОК – это схемы с базовым управлением: выходной ток следует за всеми изменениями входного базового тока. В схеме с ОЭ выходным током является ток коллектора, а в схеме с ОК – ток эмиттера. Во всех схемах включения (ОБ, ОЭ, ОК) источники постоянного напряжения обеспечивают режимы работы транзисторов по постоянному току, то есть необходимые начальные значения напряжений и токов.

$$\beta_{\text{ОЭ}} = \frac{I_{\text{К}}}{I_{\text{Б}}} = \frac{I_{\text{К}}}{I_{\text{Э}} - I_{\text{К}}} = \frac{\alpha}{1 - \alpha};$$

# Схема с общим коллектором



- При отсутствии на входе источников переменного сигнала режим, в котором находится транзистор, принято называть режимом покоя, а токи и напряжения – параметрами покоя (токи покоя, напряжения покоя).
- Усилительные свойства транзистора по току в схемах с ОЭ и с ОК оцениваются с помощью интегрального коэффициента передачи тока базы  $\beta$  :

$$\beta_{ок} = \frac{I_{\text{э}}}{I_{\text{б}}} = \frac{I_{\text{э}}}{I_{\text{э}} - I_{\text{к}}} = \frac{1}{1 - \alpha} = (1 + \beta_{оэ}).$$

# ***Подведение итогов занятия***

## ***Контрольные вопросы:***

---

***1. В каком направлении включается эмиттерный переход биполярного транзистора в усилительном режиме?***

- А) эмиттерный - в обратном коллекторный - в прямом.*
- В) эмиттерный - в прямом коллекторный - в обратном.*
- С) оба перехода в прямом.*
- Д) оба перехода в обратном.*

***2. Что называют эмиттером?***

- А) область, основными носителями которой являются "+" ионы.*
- В) крайняя область, примыкающая к  $n-p$  переходу, включаемому в прямом направлении, являющаяся источником носителей тока.*
- С) область основными носителями, которой являются "-" ионы.*
- Д) область, примыкающая к  $n-p$  переходу, включаемому в обратном направлении.*

***3. Какое включение  $p-n$  перехода называются прямым ?***

- А) «-» источника к  $P$  области, «+» - к  $n$  области*
  - В) «+» источника к  $P$ , а «-» - к  $n$  области*
  - С) «-» к  $P$ , «+» - к  $n$  области*
  - Д) «-» к  $P$ , «-» к  $n$  области*
-

# Подведение итогов занятия

---

1. Составить краткий конспект
  2. Ответить на контрольные вопросы
  3. Выводы по новой теме
-