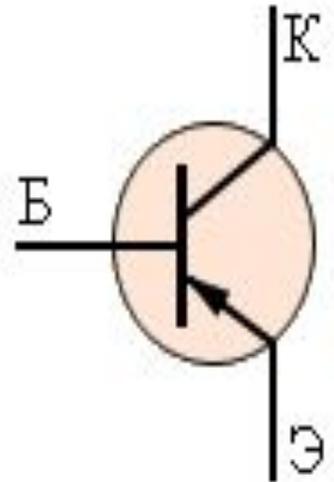
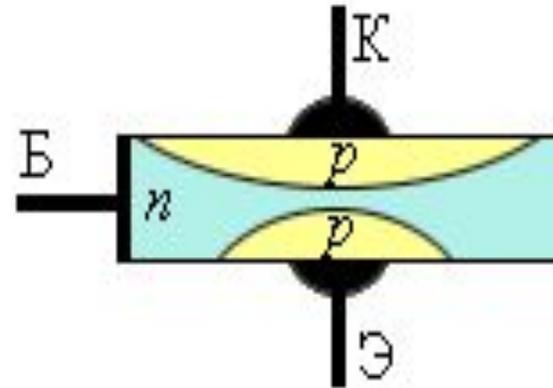
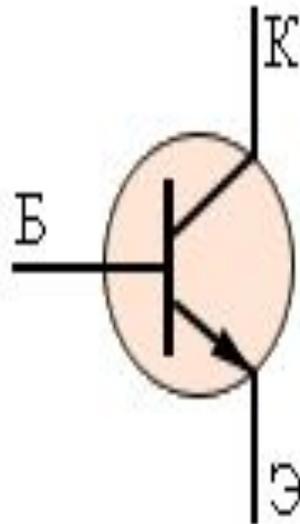
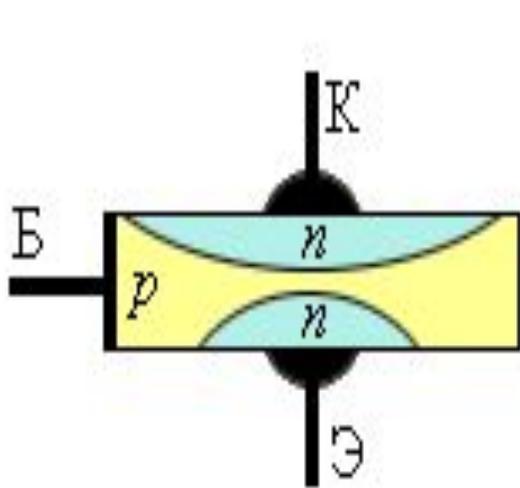
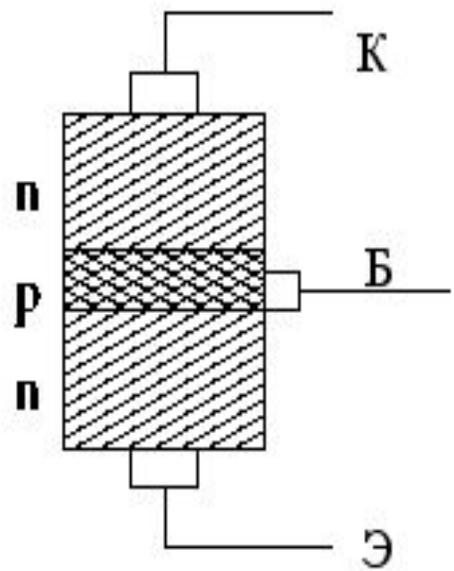


**Биполярный транзистор** состоит из трех областей: эмиттера, базы и коллектора, на каждую из которых подается напряжение. В зависимости от типа проводимости этих областей, выделяют **n-p-n** и **p-n-p** транзисторы. область коллектора шире, чем эмиттера. Базу изготавливают из слаболегированного полупроводника (из-за чего она имеет большое сопротивление) и делают очень тонкой. Поскольку площадь контакта эмиттер-база получается значительно меньше площади контакта база-коллектор, то поменять эмиттер и коллектор местами с помощью смены полярности подключения нельзя. Таким образом, транзистор относится к несимметричным устройствам.





коллекторный ток  
(большой)

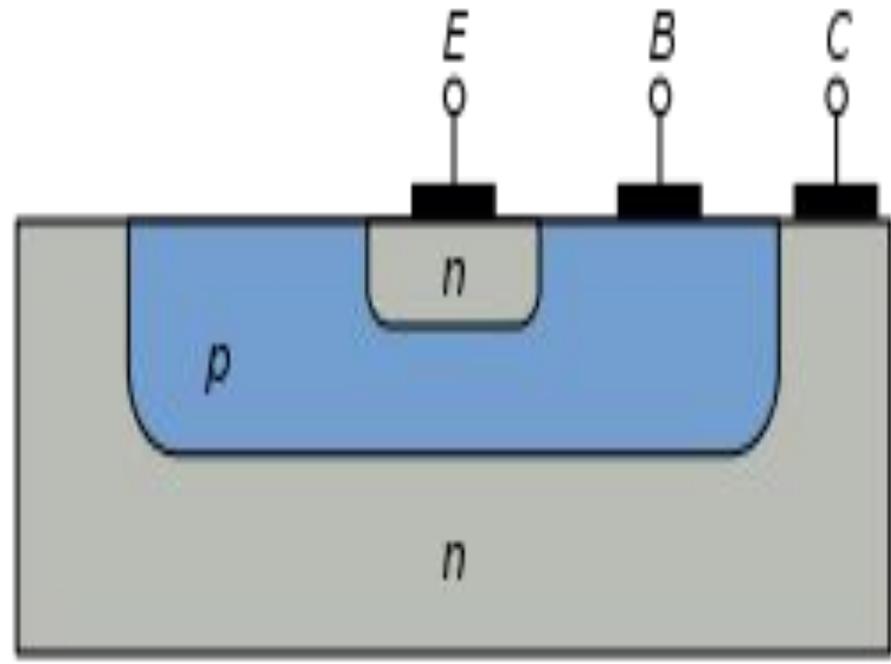
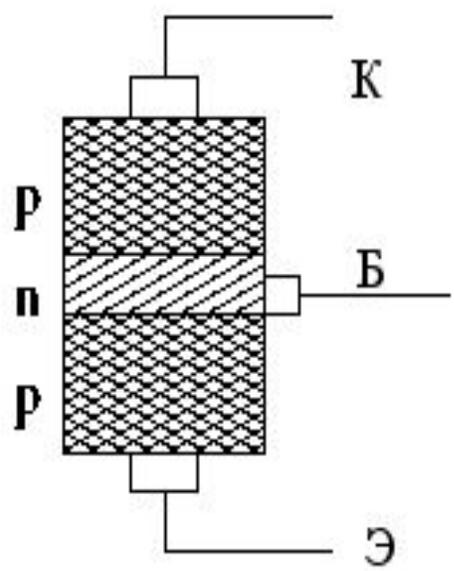
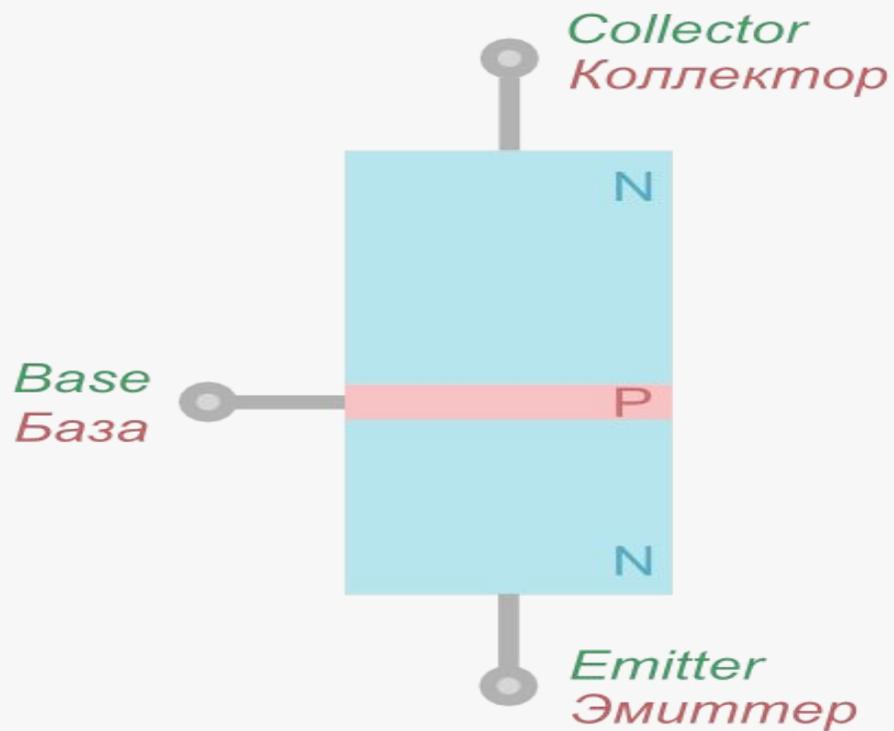


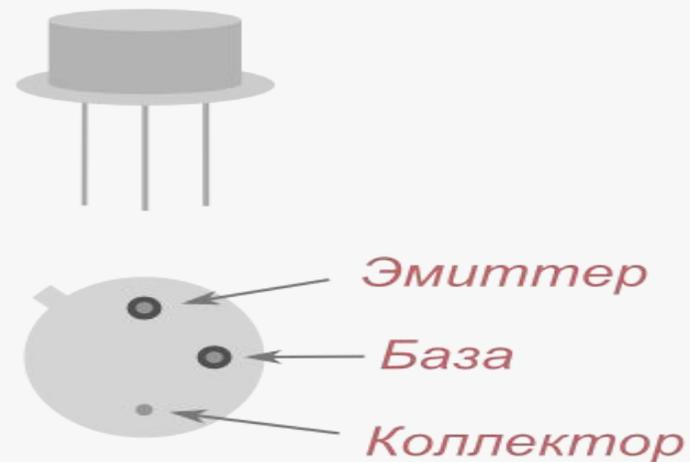
схема поперечного разреза планарного биполярного n-р-п транзистора.



Физическая модель биполярного транзистора

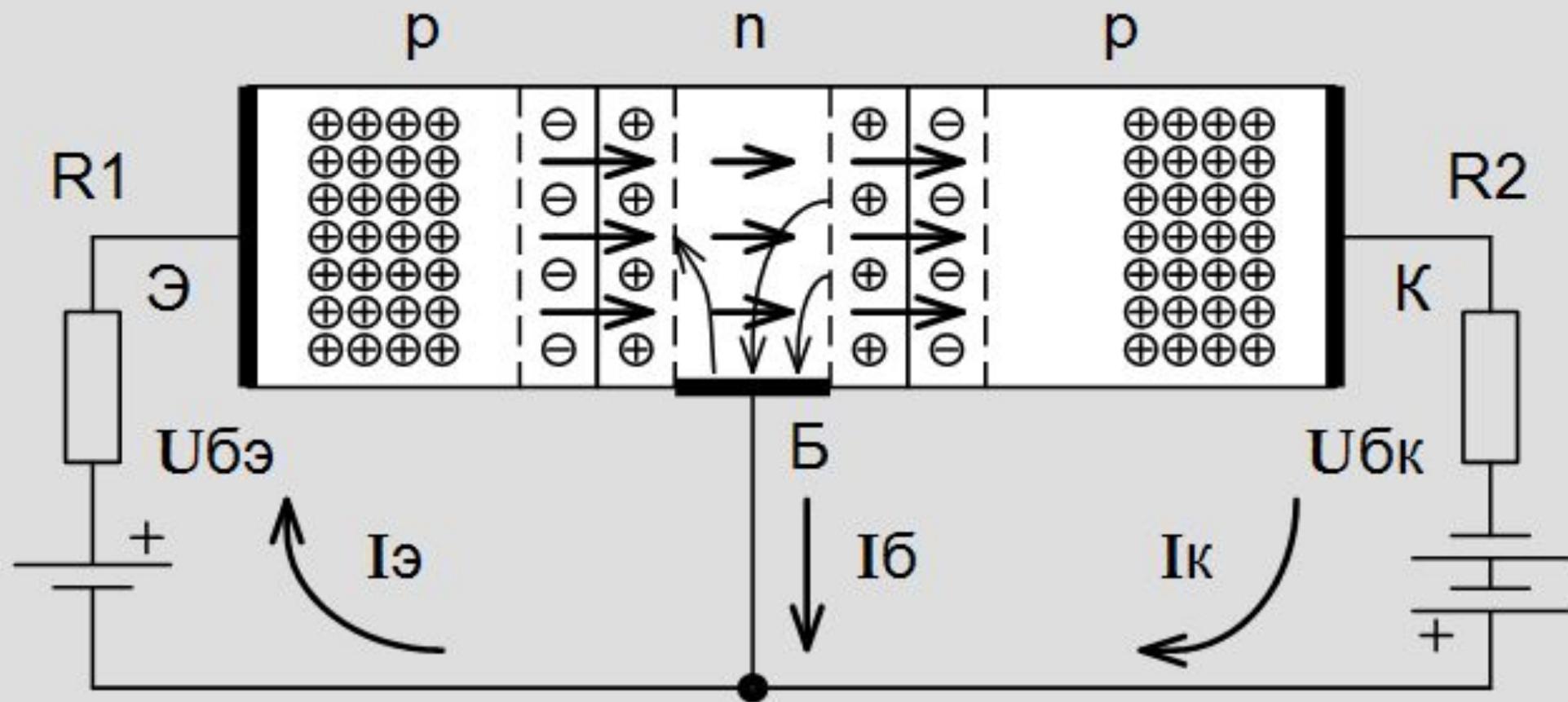


Обозначение на схеме биполярного транзистора



Биполярный транзистор в корпусе ТО типа





## Основные параметры

- Коэффициент передачи по току.
- Входное сопротивление.
- Выходная проводимость.
- Обратный ток коллектор-эмиттер.
- Время включения.
- Предельная частота коэффициента передачи тока базы.
- Обратный ток коллектора.
- Максимально допустимый ток.
- Граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером.

Параметры транзистора делятся на **собственные (первичные)** и **вторичные**.

Собственные параметры характеризуют свойства транзистора, **независимо от схемы его включения**.

В качестве основных собственных параметров принимают:

- коэффициент усиления по току  $\alpha$ ;
- сопротивления эмиттера, коллектора и базы переменному

току  $r_{\text{э}}$ ,  $r_{\text{к}}$ ,  $r_{\text{б}}$ , которые представляют собой:

- $r_{\text{э}}$  — сумму сопротивлений эмиттерной области и эмиттерного перехода;
- $r_{\text{к}}$  — сумму сопротивлений коллекторной области и коллекторного перехода;
- $r_{\text{б}}$  — поперечное сопротивление базы.

**Вторичные параметры** различны для различных схем включения транзистора справедливы только для низких частот и малых амплитуд сигналов.. Основными считаются смешанные (гибридные) параметры, обозначаемые буквой «*h*».

**Входное сопротивление** — сопротивление **входному переменному току** при коротком замыкании на выходе. Изменение входного тока является результатом изменения входного напряжения, без влияния обратной связи от выходного напряжения.

$$h_{11} = U_{m1} / I_{m1}, \text{ при } U_{m2} = 0.$$

**Коэффициент обратной связи по напряжению** показывает, какая доля выходного переменного напряжения передаётся на вход транзистора вследствие обратной связи в нём. Во входной цепи транзистора нет переменного тока, и изменение напряжения на входе происходит только в результате изменения выходного напряжения.

$$h_{12} = U_{m1} / U_{m2}, \text{ при } I_{m1} = 0.$$

**Коэффициент передачи тока (коэффициент усиления по току)** показывает усиление переменного тока при нулевом сопротивлении нагрузки. Выходной ток зависит только от входного тока без влияния выходного напряжения.

$$h_{21} = I_{m2} / I_{m1}, \text{ при } U_{m2} = 0.$$

**Выходная проводимость** — внутренняя проводимость для переменного тока между выходными зажимами. Выходной ток изменяется под влиянием выходного напряжения.

$$h_{22} = I_{m2} / U_{m2}, \text{ при } I_{m1} = 0.$$

## Нормальный активный режим

Переход эмиттер-база включен в **прямом направлении** (открыт), а переход коллектор-база — в **обратном** (закрыт):

$U_{ЭБ} > 0$ ;  $U_{КБ} < 0$  (для транзистора *n-p-n* типа), для транзистора *p-n-p* типа условие будет иметь вид  $U_{ЭБ} < 0$ ;  $U_{КБ} > 0$ .

## Инверсный активный режим

Эмиттерный переход имеет обратное смещение, а коллекторный переход — прямое:  $U_{КБ} > 0$ ;  $U_{ЭБ} < 0$  (для транзистора *n-p-n* типа)

## Режим отсечки

В данном режиме **коллекторный  $p$ - $n$  переход смещён в обратном направлении**, а на эмиттерный переход может быть подано как обратное, так и прямое смещение, не превышающее порогового значения, при котором начинается эмиссия неосновных носителей заряда в область базы из эмиттера (для кремниевых транзисторов приблизительно 0,6—0,7 В).

Режим отсечки соответствует условию  $U_{\text{ЭБ}} < 0,6—0,7 \text{ В}$ ,  
или  $I_{\text{Б}} = 0$

## **Барьерный режим**

В данном режиме база транзистора по постоянному току соединена накоротко или через небольшой резистор с его коллектором, а в коллекторную или в эмиттерную цепь транзистора включается резистор, задающий ток через транзистор. В таком включении транзистор представляет собой своеобразный диод, включенный последовательно с токозадающим резистором. Подобные схемы каскадов отличаются малым количеством комплектующих, хорошей развязкой по высокой частоте, большим рабочим диапазоном температур, нечувствительностью к параметрам транзисторов.