



# Изобретен



У. Шокли, У. Браттейн, Дж. Бардин



# Транзистор



от сочетания английских слов:  
*transfer* – переносить,  
*resistor* – сопротивление.

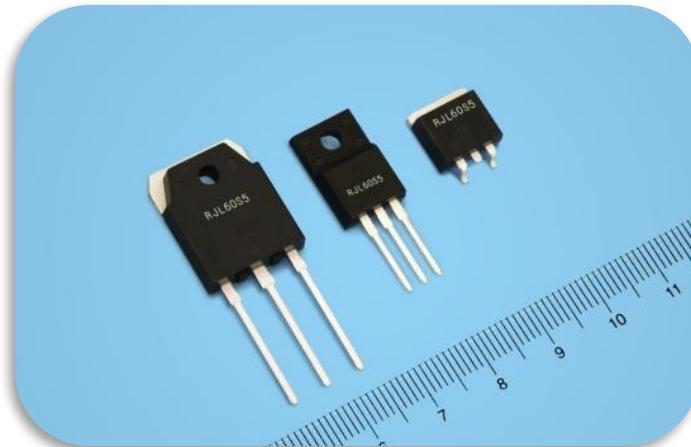
- полупроводниковый прибор, состоящий  
из трех полупроводников типов *p,n,p* или *n,p,n*.

# Транзистор предназначен

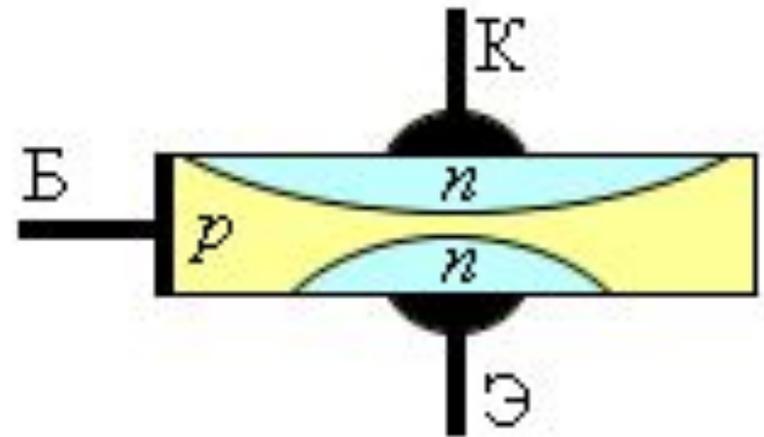
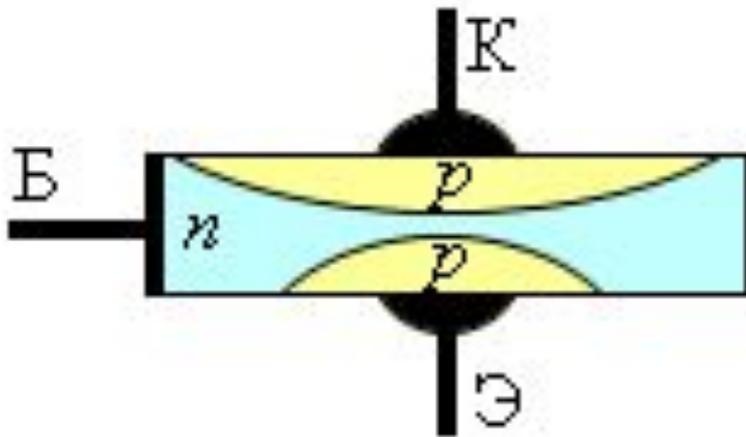


*для усиления электрического тока и управления им.*

*Для создания транзисторов используют  
**германий и кремний***



Пластинку транзистора называют **базой (Б)**, одну из областей с противоположным типом проводимости – **коллектором (К)**, а вторую – **эмиттером (Э)**.



# Необходимы условия для работы транзистора



1

Толщина базы

<

средней длины  
свободного пробега,  
попадающих в нее  
носителей (10 мкм)

2

Концентрация  
основных  
носителей в базе

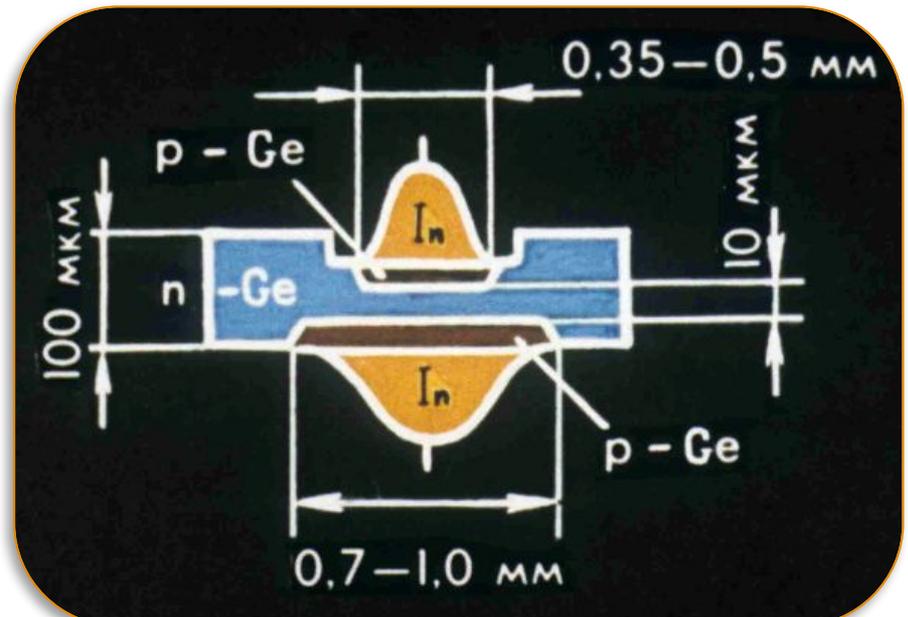
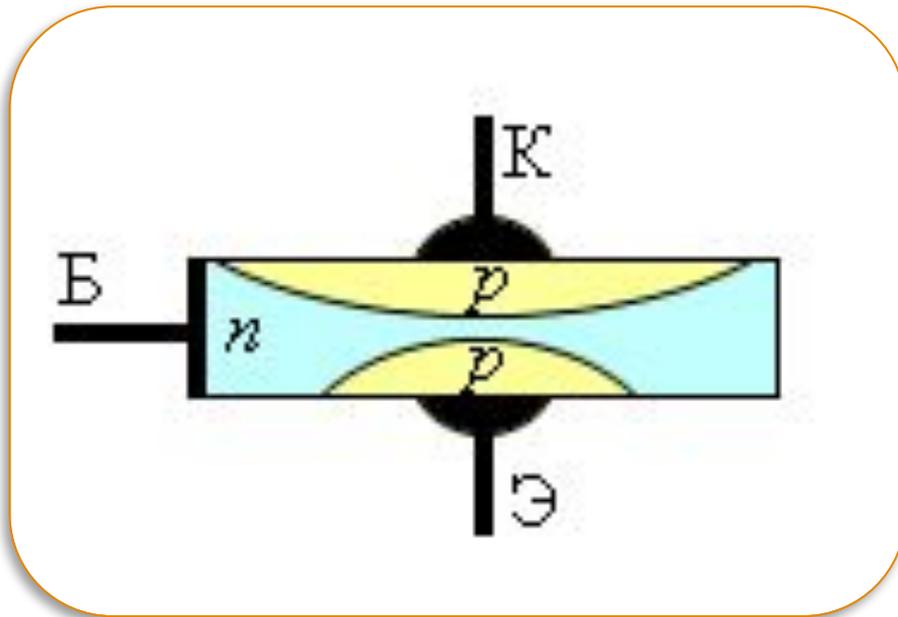
<<

концентрации  
основных носителей в  
эмиттере

# Германиевый транзистор $p-n-p$ -типа

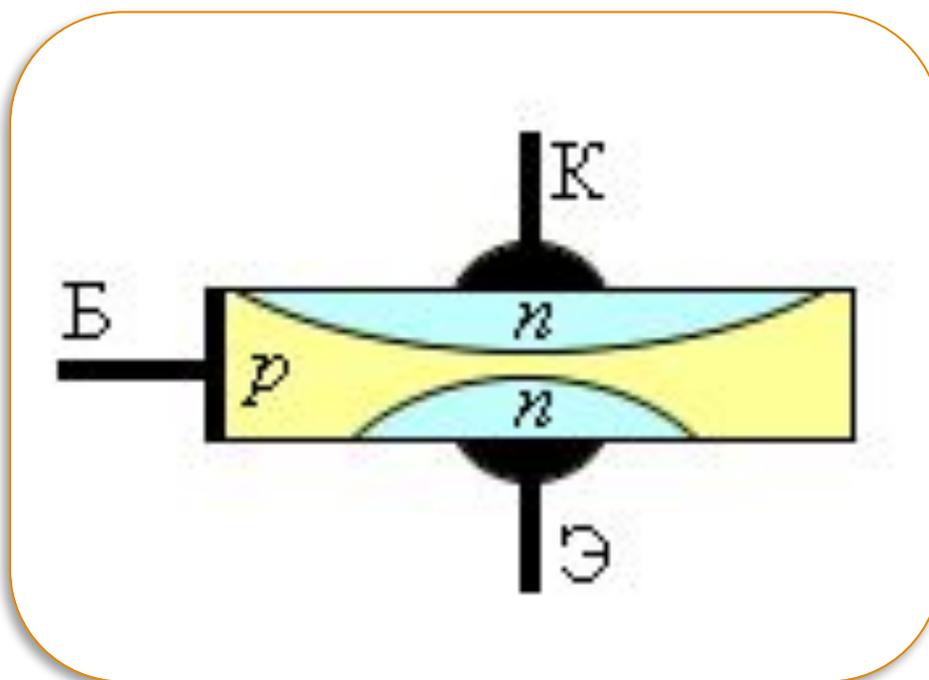


- небольшая пластинка из германия с донорной примесью (индий), т. е. из полупроводника  $n$ -типа. В этой пластинке создаются две области с акцепторной примесью, т. е. области с дырочной проводимостью.

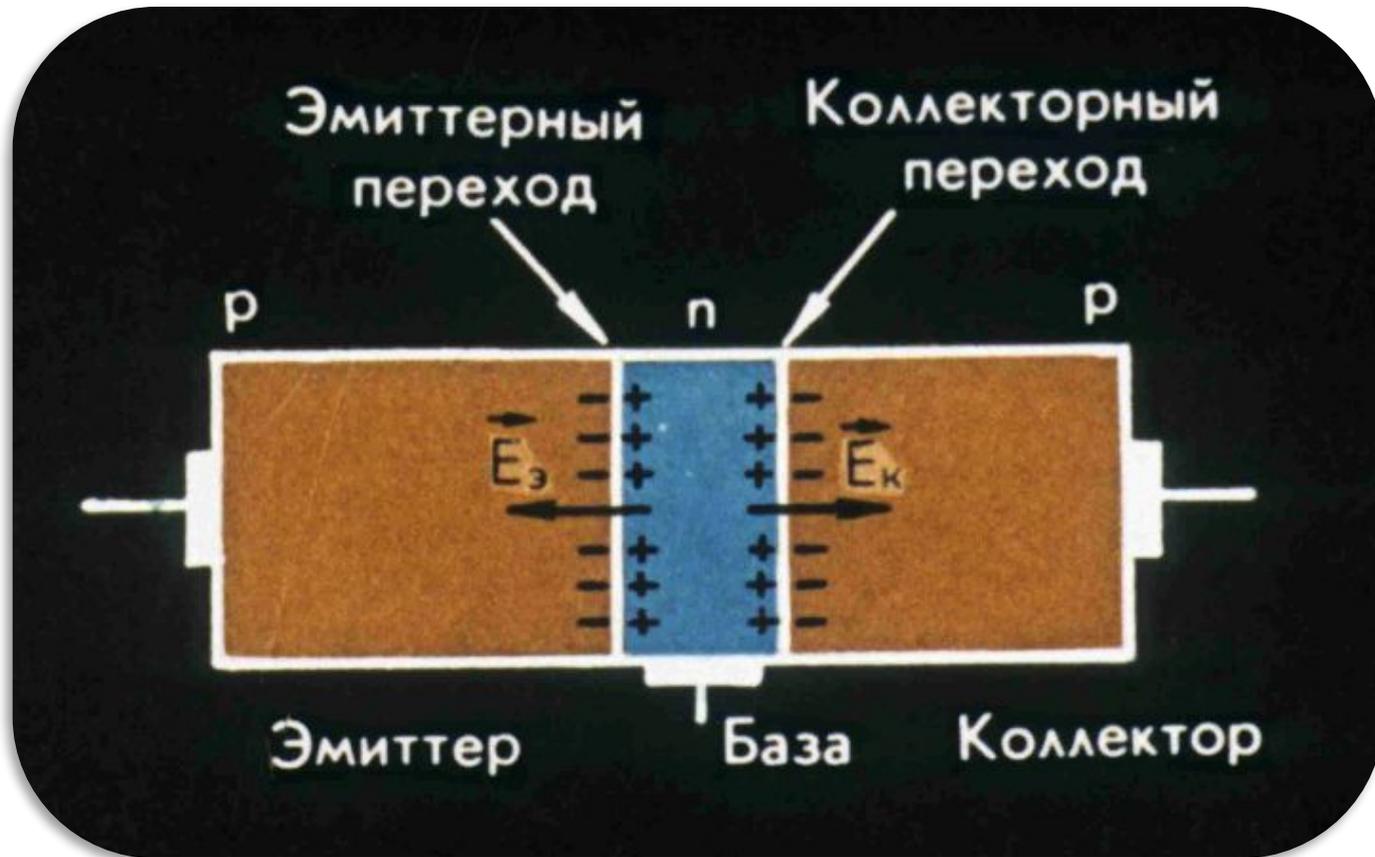


# В транзисторе $n$ - $p$ - $n$ -типа

- основная германиевая пластинка обладает проводимостью  $p$ -типа, а созданные на ней две области – проводимостью  $n$ -типа.

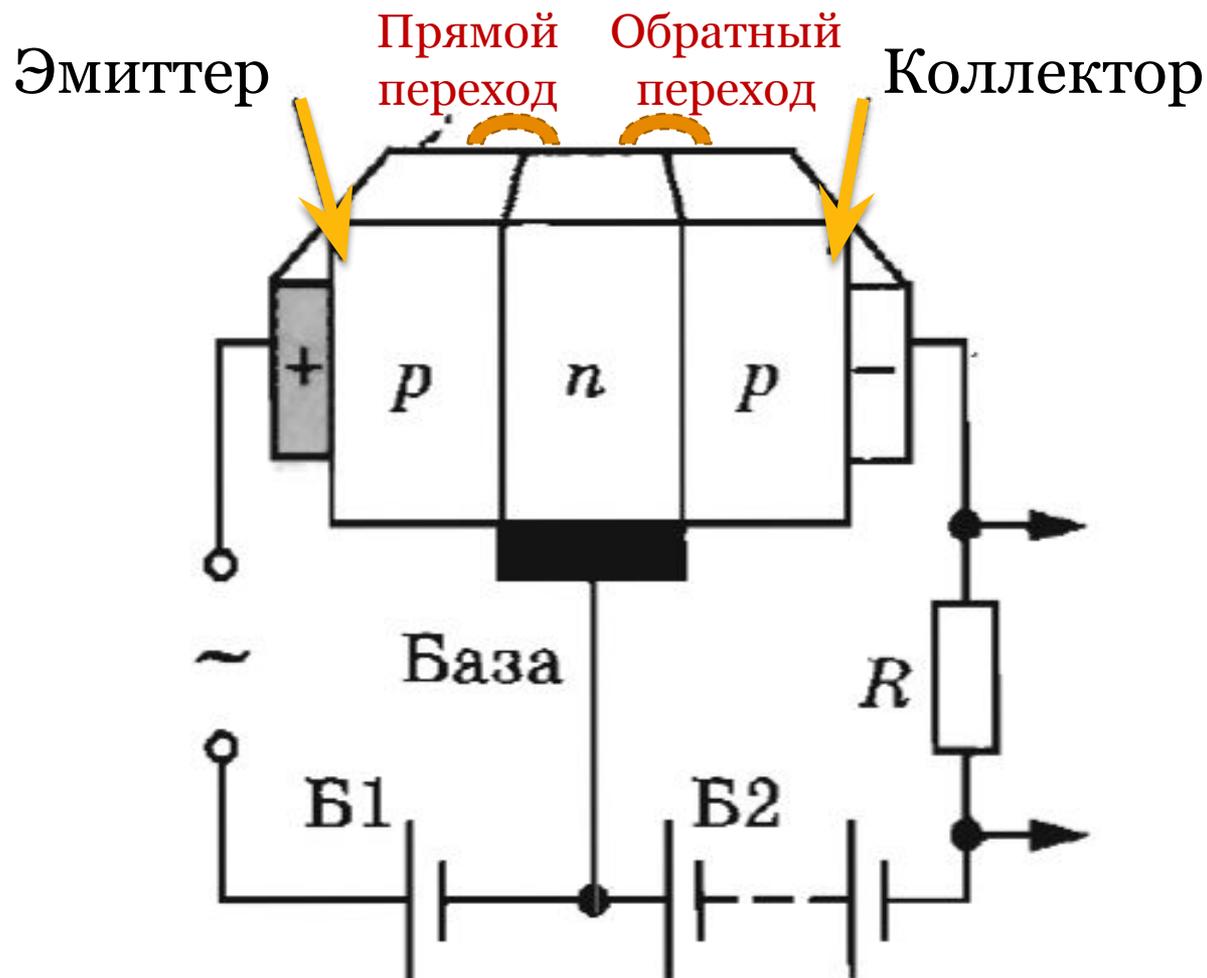


Между полупроводниками образуются два р-п- перехода, прямые направления которых противоположны



**Эмиттерный переход** – переход между эмиттером и базой  
**Коллекторный переход** - переход между базой и коллектром

В кристалле образуются два р-п- перехода, прямые направления которых противоположны



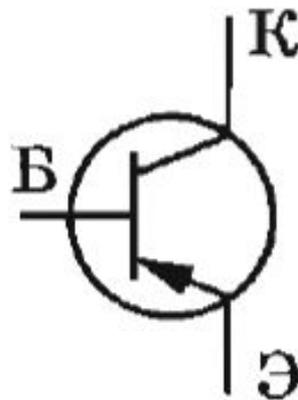
**База - управляющий электрод**

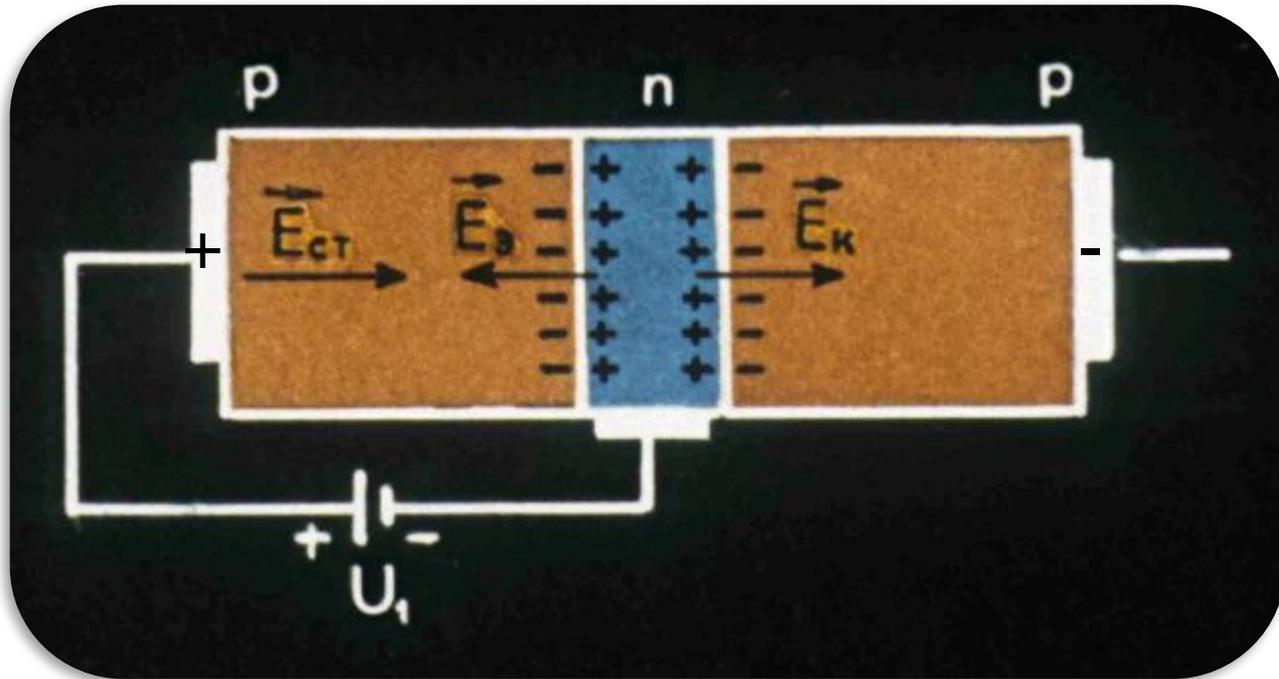
# Основа действия



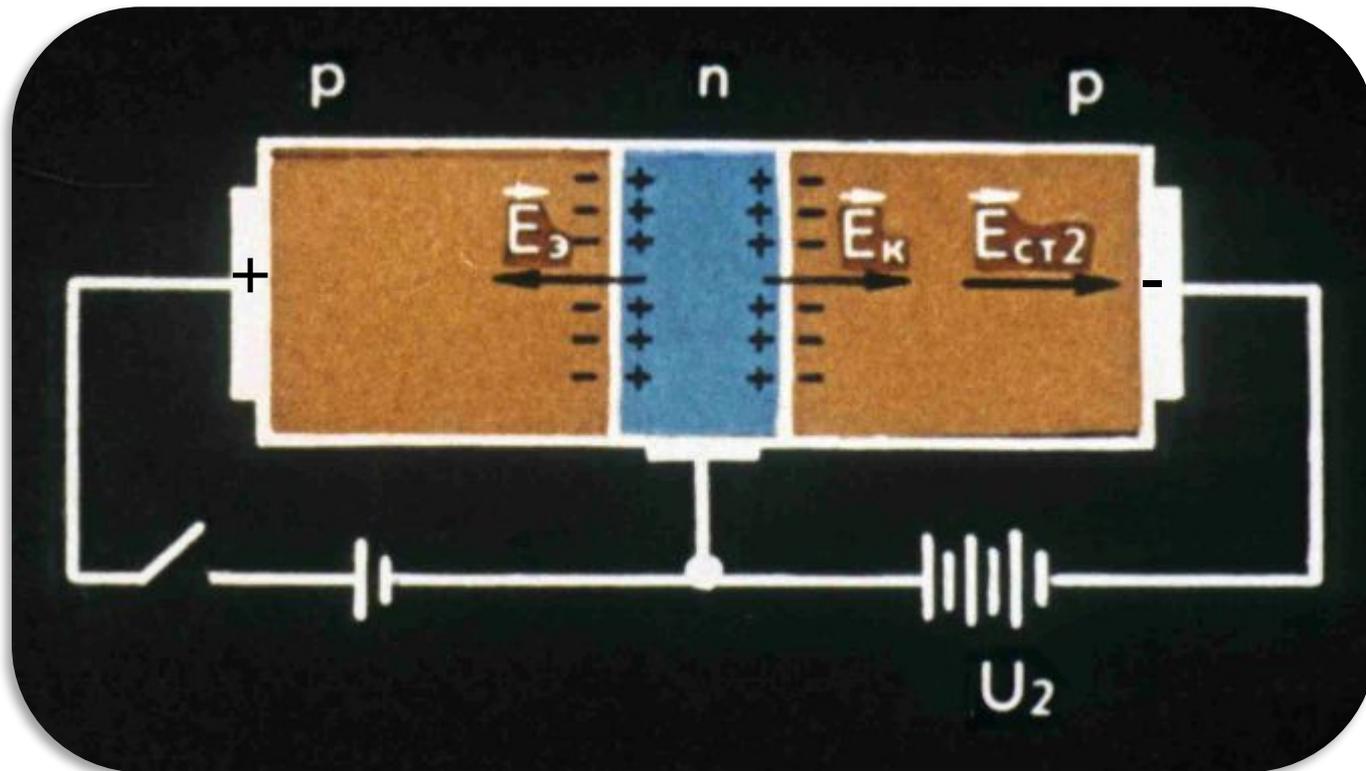
Изменение сопротивления в цепи  
«База-Коллектор»

Обозначение на схеме



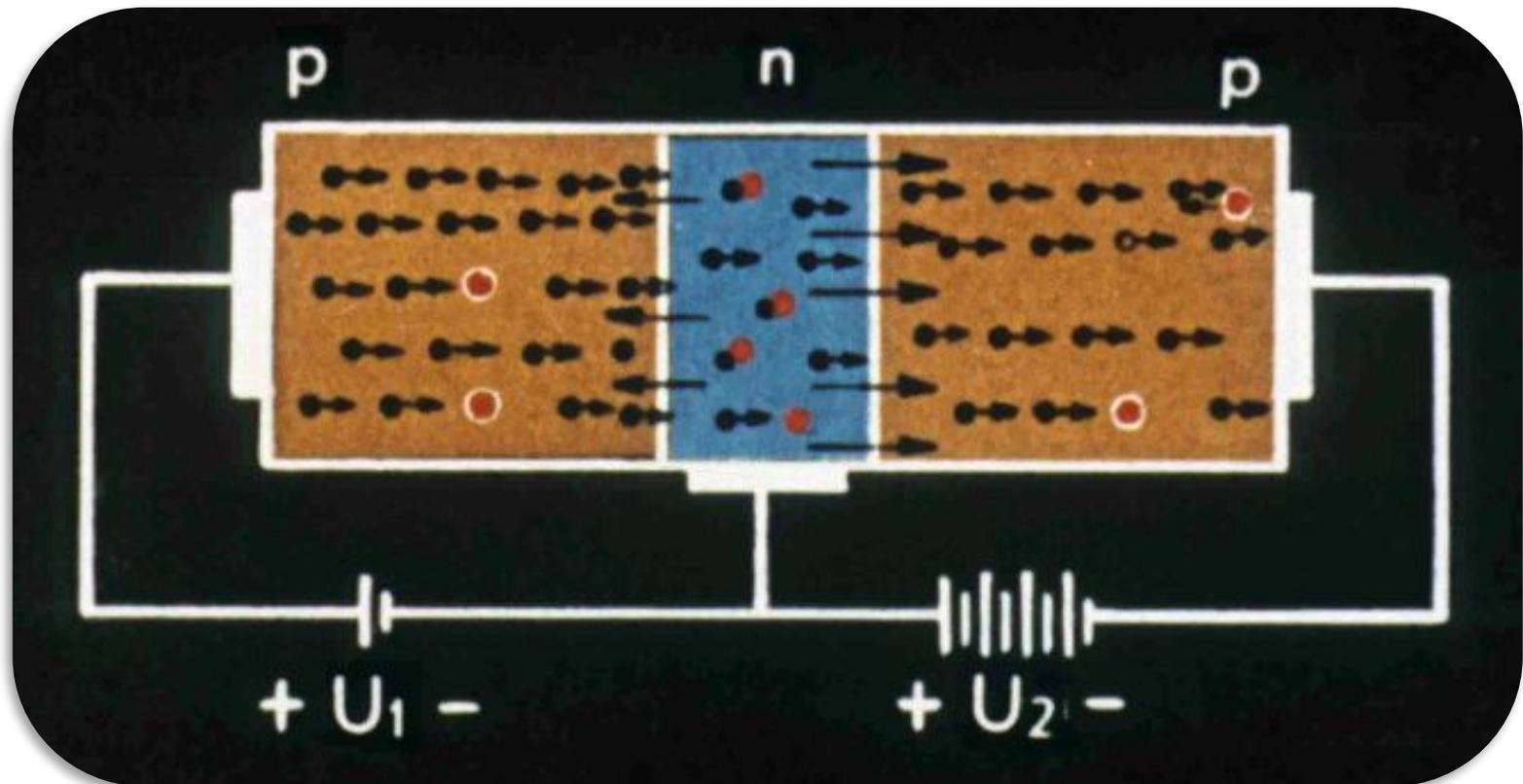


- На эмиттерный переход подают прямое напряжение  $U_1$ ,
- то  $E \downarrow$ ,
- переход работает в прямом направлении,
- $I$  велик

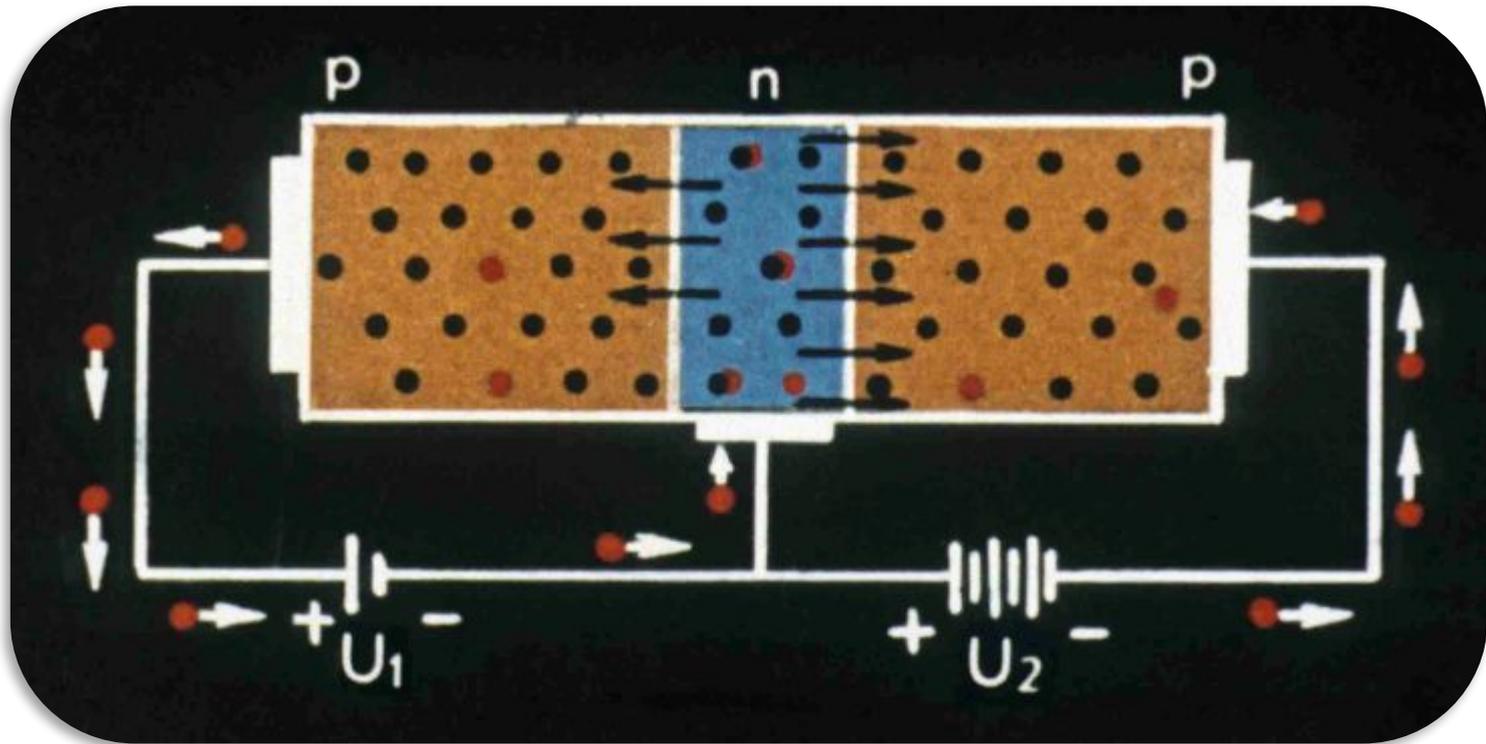


- Под влиянием  $U_2$  поле коллекторного перехода  $E_k \uparrow$
- т.к.  $R_k$  велико, то
- при отключенном Э  $I_k \approx 0$

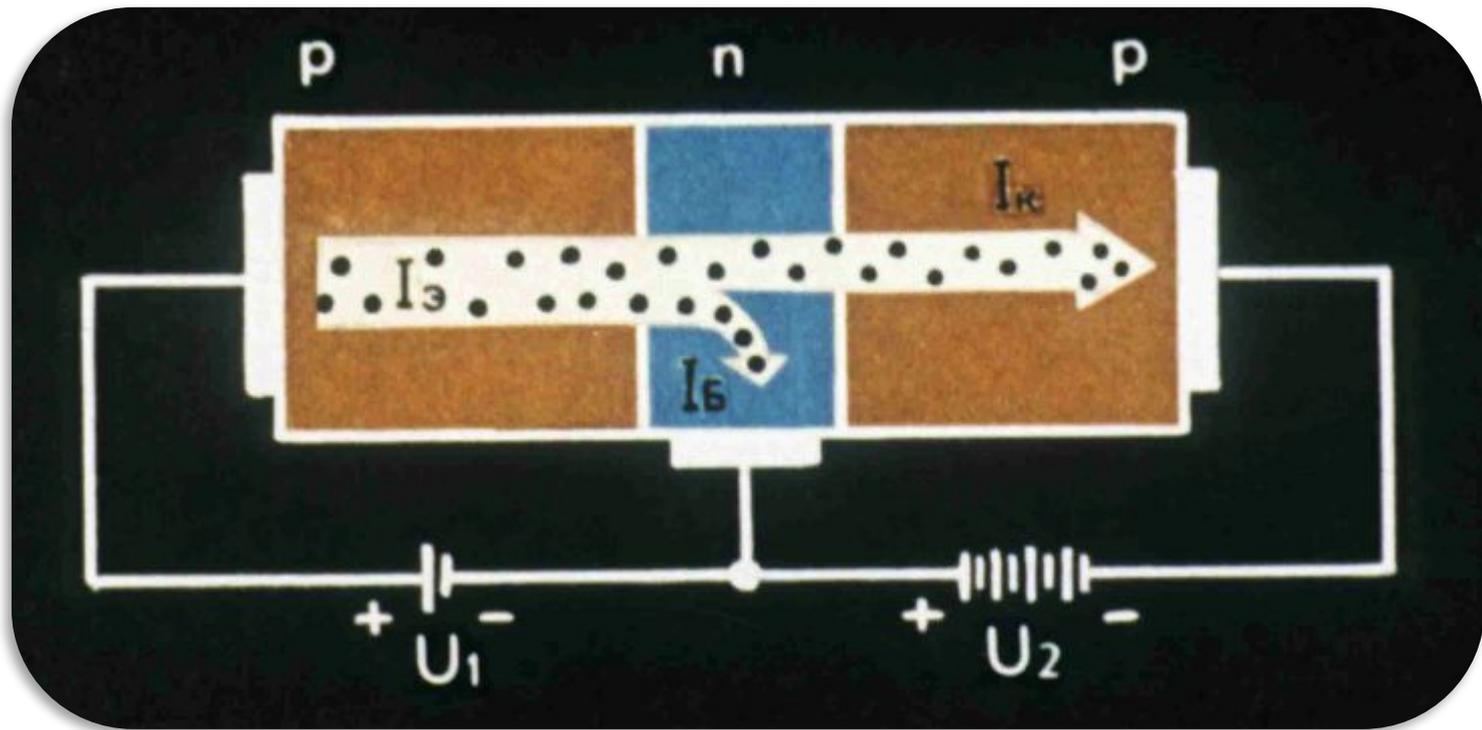
- При создании  $U$  между  $\mathcal{E}$  и  $\mathcal{B}$  основные носители полупроводника P- типа –  $\bigcirc$  проникают в  $\mathcal{B}$ , где они уже неосновные носители заряда
- Толщина  $\mathcal{B}$  мала,  $e$  мало.  $\bigcirc$  почти не объединятся с  $e$  и переходят в  $\mathcal{K}$  за счет диффузии



5% дырок рекомбинируют с  $e$  базы



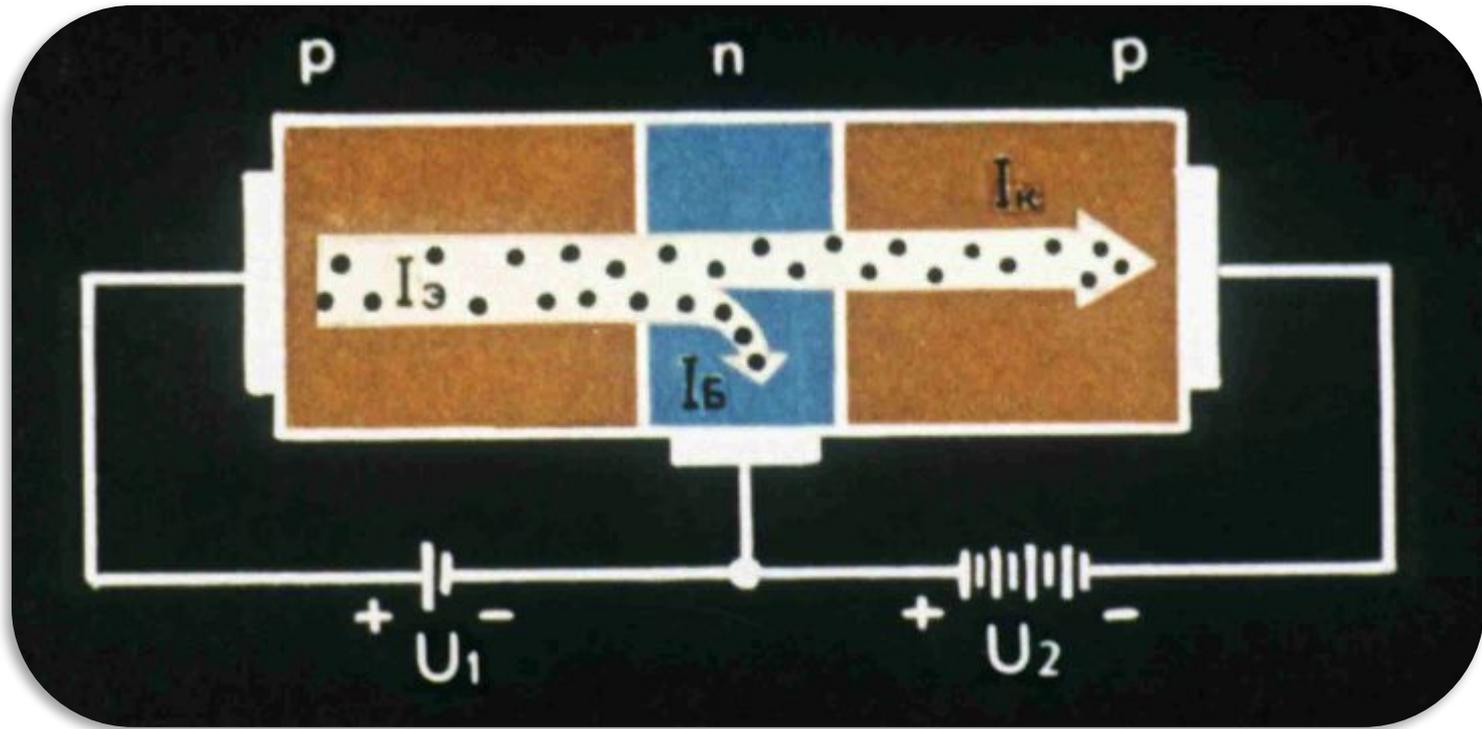
- Убыль  $e$  в  $B$  компенсируется их поступлением с отрицательного полюса источника  $U_1$ . В цепи  $B$  возникает слабый  $I$ .
- Убыль  $h$  в  $E$  компенсируется уходом  $e$  на положительный полюс.
- $h$ , поступающие в  $K$ , рекомбинируют с  $e$ , приходящими с отрицательного полюса источника  $U_2$



Под влиянием внешних  $U_1$ ,  $U_2$ , в цепи  $Б$  и  $К$  возникают непрерывные токи

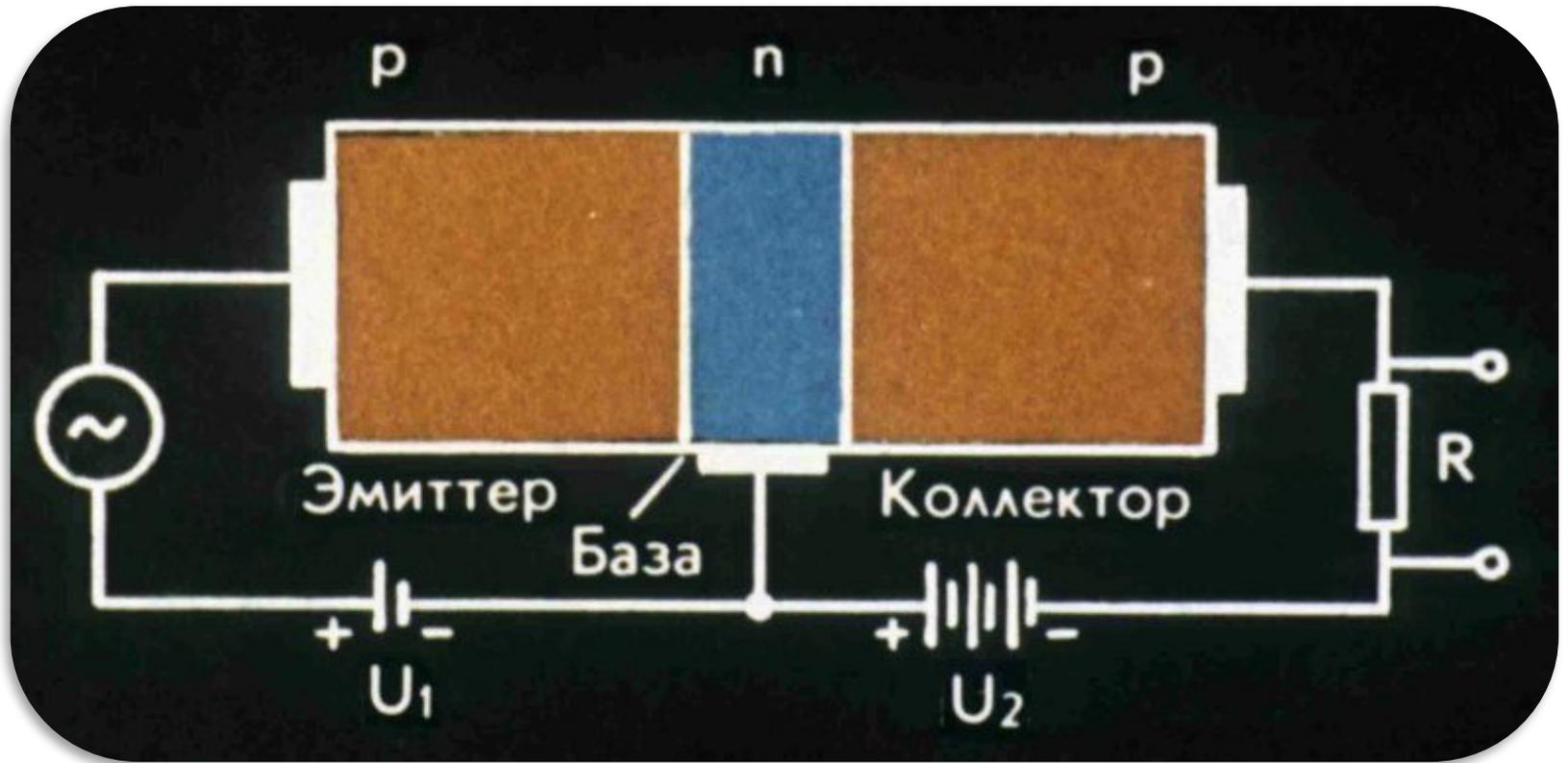
$$I_{\text{Э}} = I_{\text{Б}} + I_{\text{К}}$$

$I_{\text{Б}}$  мал  $\square$   $I_{\text{Э}} \approx I_{\text{К}}$

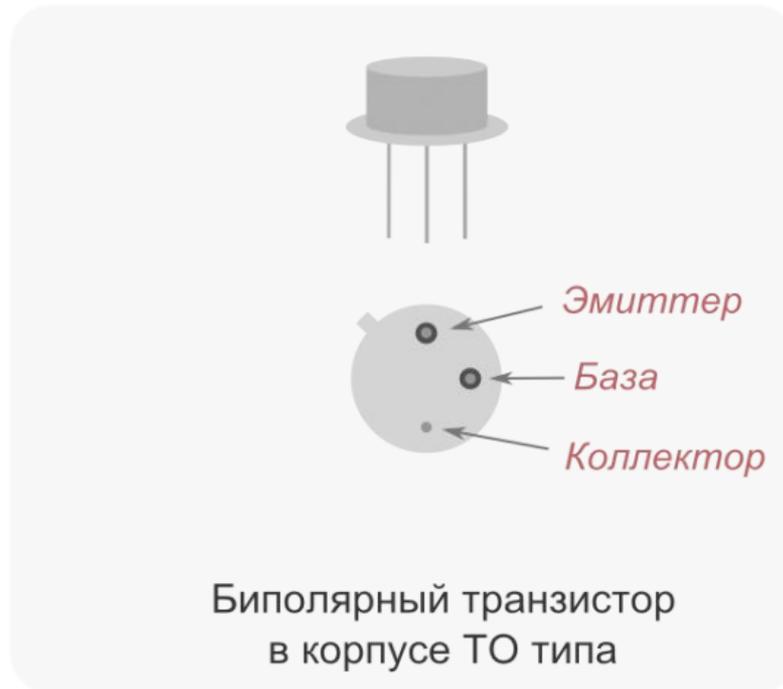
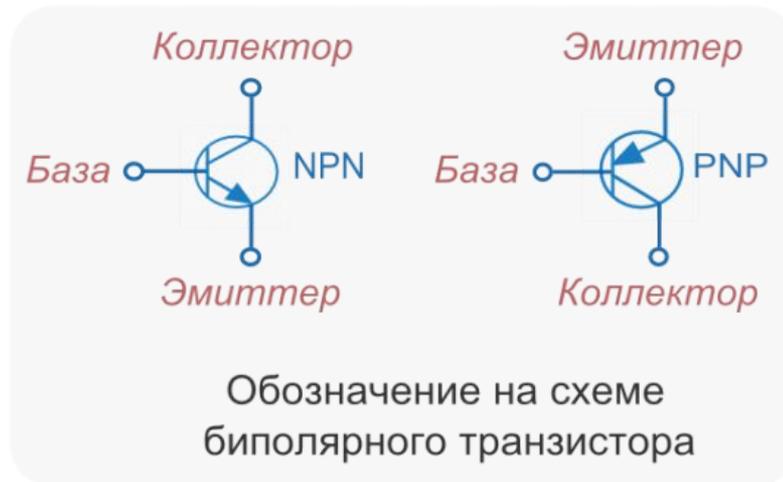
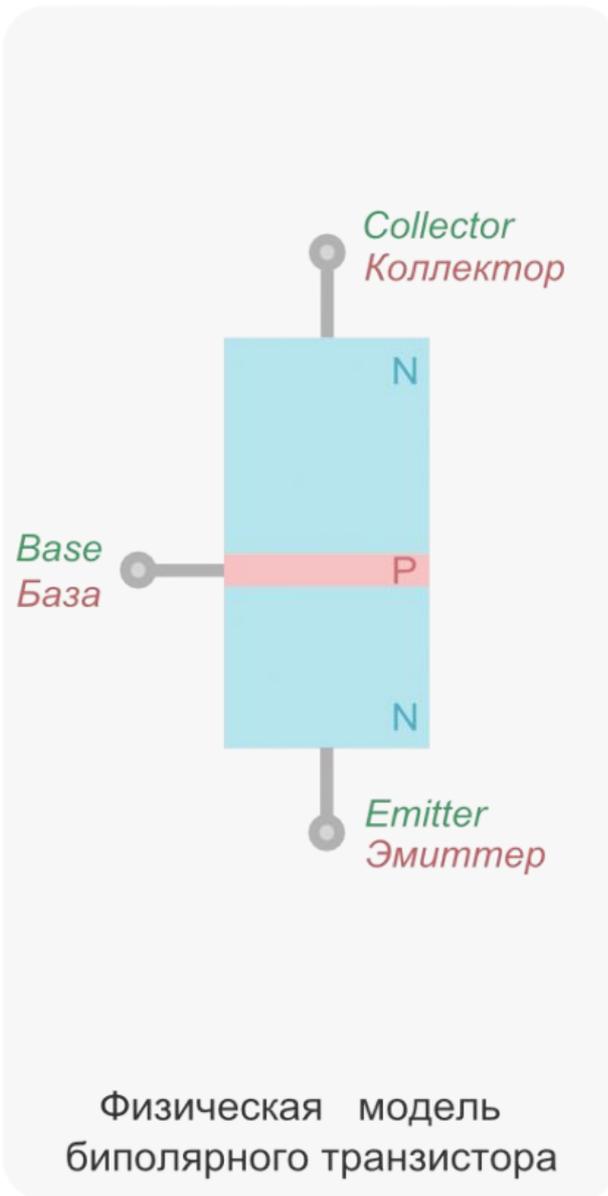


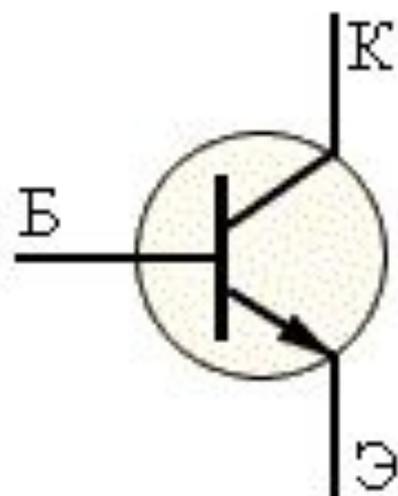
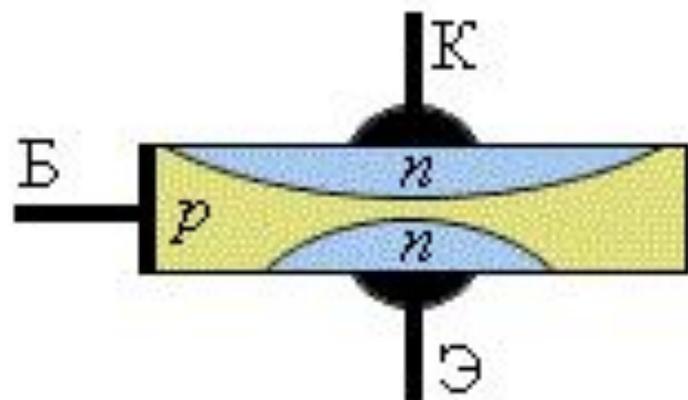
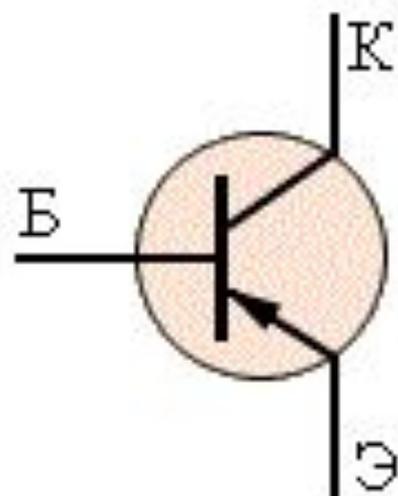
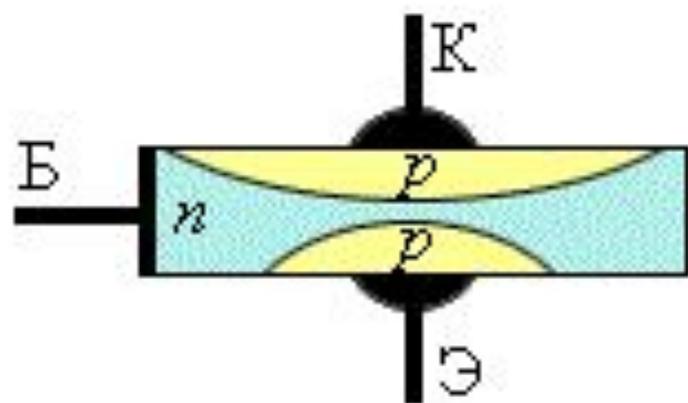
- Чем больше  $U_1$ , тем больше дырок достигает коллекторного перехода, тем  $I$  коллектора больше. **Эмиттерный переход – прямое направление**
- Незначительное изменение  $U_э$  вызывает большие изменения  $I_к$
- Происходит **усиление сигнала по мощности**

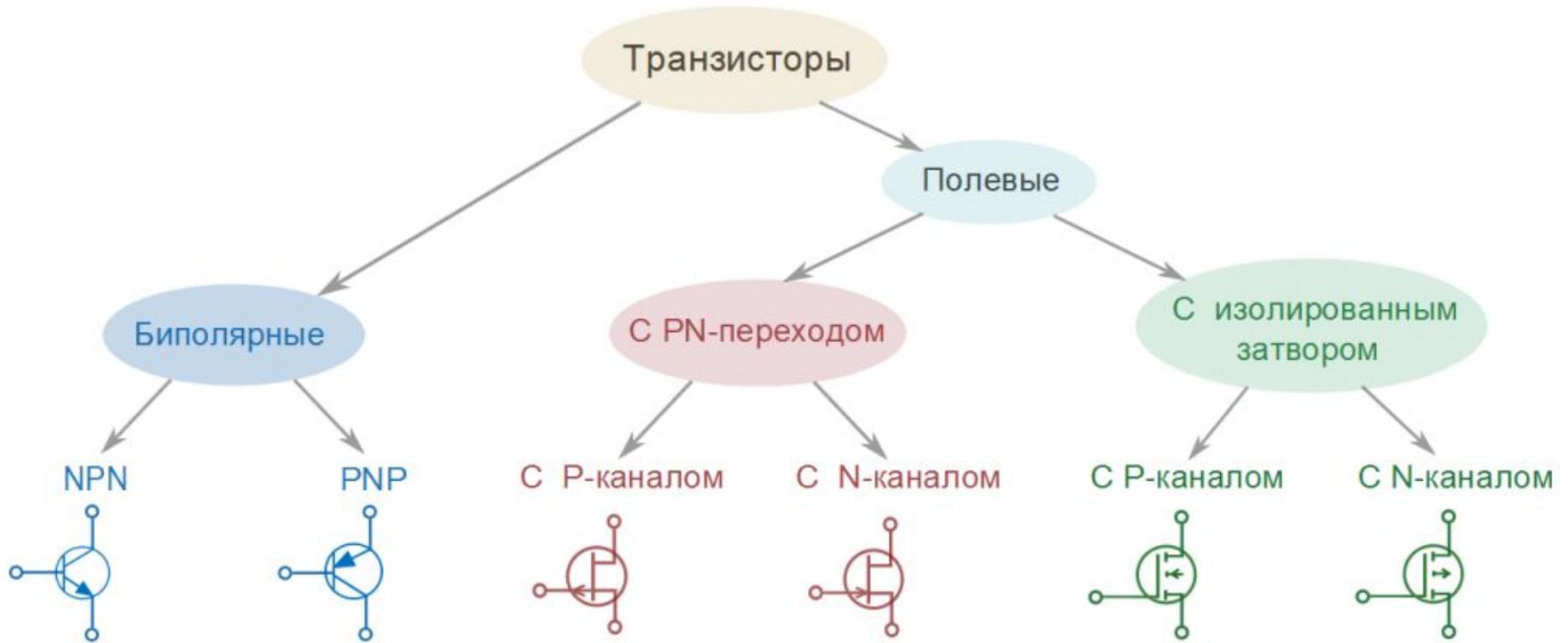
$$P_{нагрузки} > P_{цепи \ Э}$$



- Если в цепь  $\mathcal{E}$  включить источник слабых эл. колебаний, то это вызовет колебания  $I$  в сопротивлении нагрузки  $R$ .
- При большом  $R$  нагрузки колебания  $U_{резис} \gg U_{\mathcal{E}}$  □  
□ *усилительные свойства транзистора по  $U$*







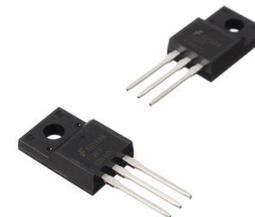
# Транзисторы

## Преимущества

- Не потребляют большой мощности
- Компактны по размерам и массе
- Работают при более низких напряжениях
- Высокой КПД (50%)
- Малые размеры
- Большая мех. прочность

## Недостатки

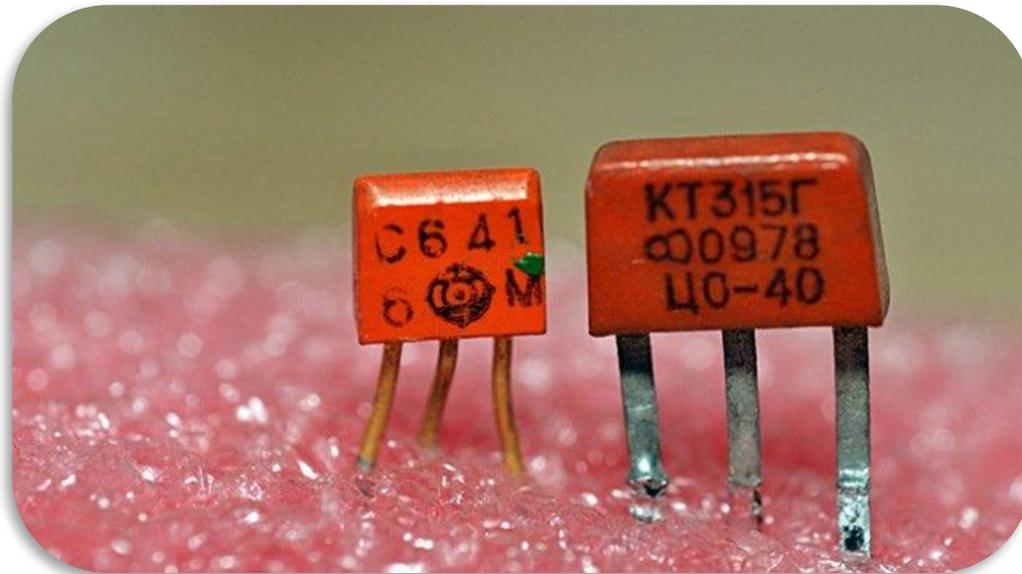
- Большая чувствительность к повышению температуры
- Чувствительность к статическому электричеству



# Применение



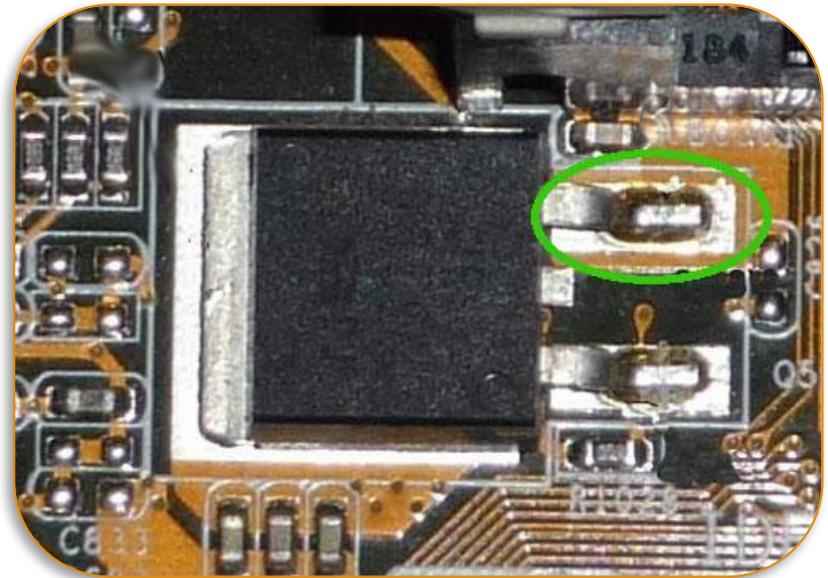
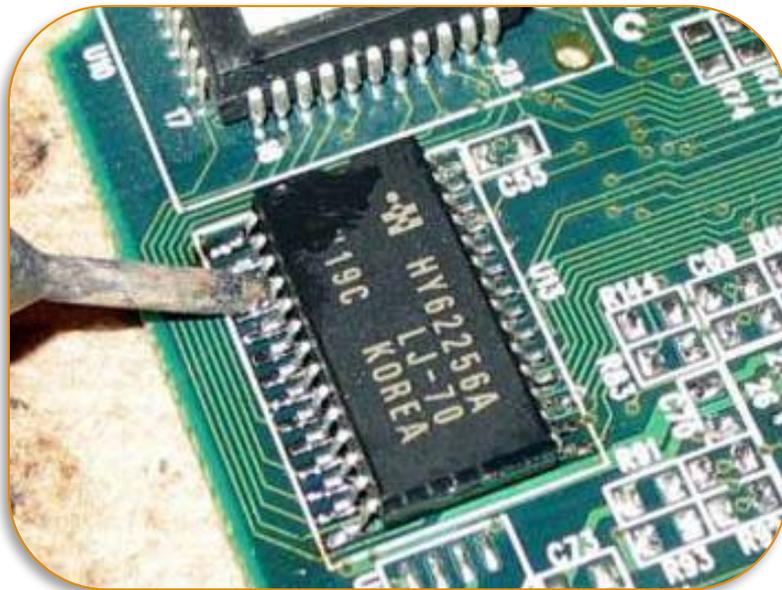
- Заменяют электронные лампы в электрических цепях
- Портативная радиоаппаратура
- Цифровая техника
- Процессоры



# Применение



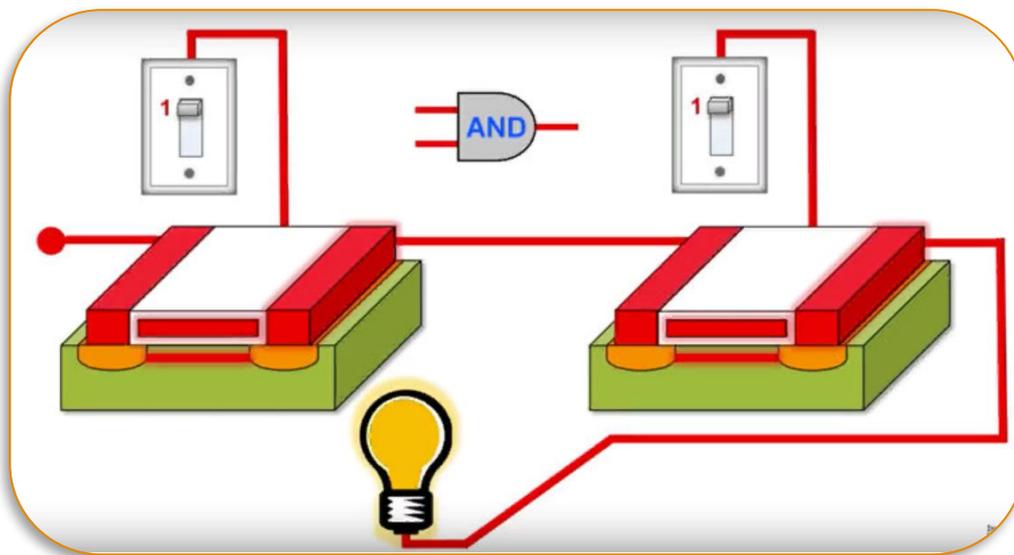
- Транзисторы в процессоре, на материнской плате, различных картах расширения и периферийных устройствах реагируют на цифровые сигналы, поступающие от других устройств.
- Современный компьютер представляет собой набор электронных переключателей – транзисторов.



# Применение



- В зависимости от подаваемого напряжения, транзистор может быть либо **открыт**, либо **закрыт**.
- При достаточно напряжении транзистор открывается, а мы получаем значение «включен» или "1" в двоичной системе.
- Такое состояние, 0 или 1, назвали «битом».





Процессор Intel core i7 содержит около миллиарда транзисторов.

