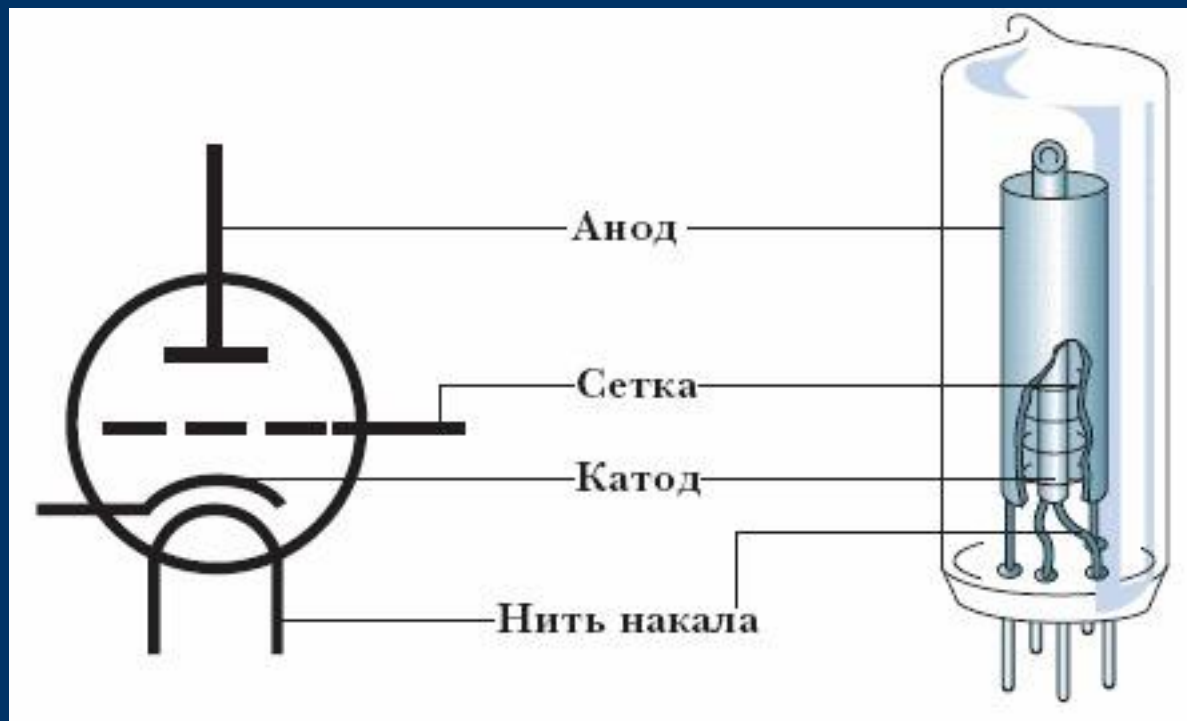
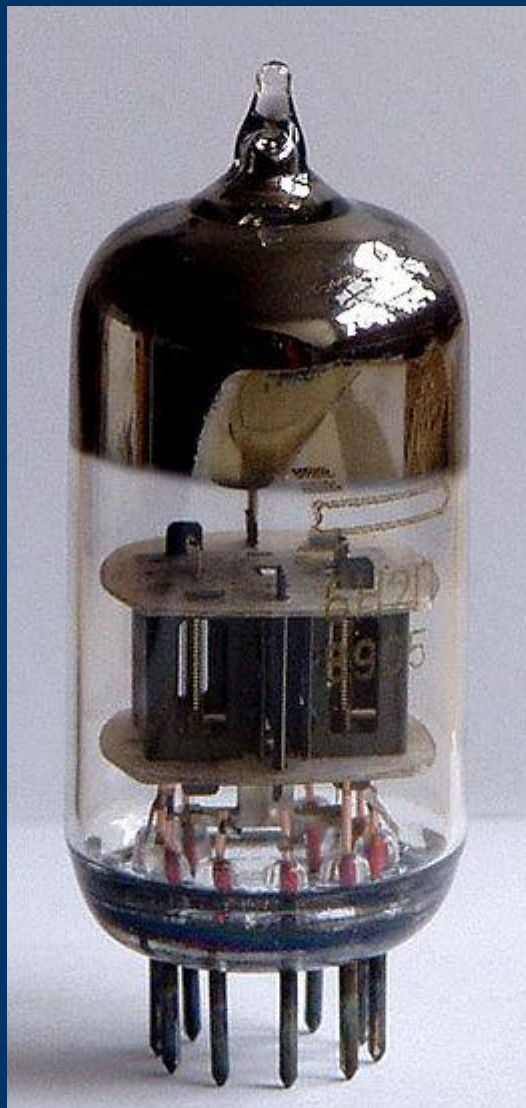


Курс «Электроника и информационно-измерительная техника»  
Лектор: Зализный Д.И.

Лекция 4

# Транзисторы

# Триод - предшественник транзистора

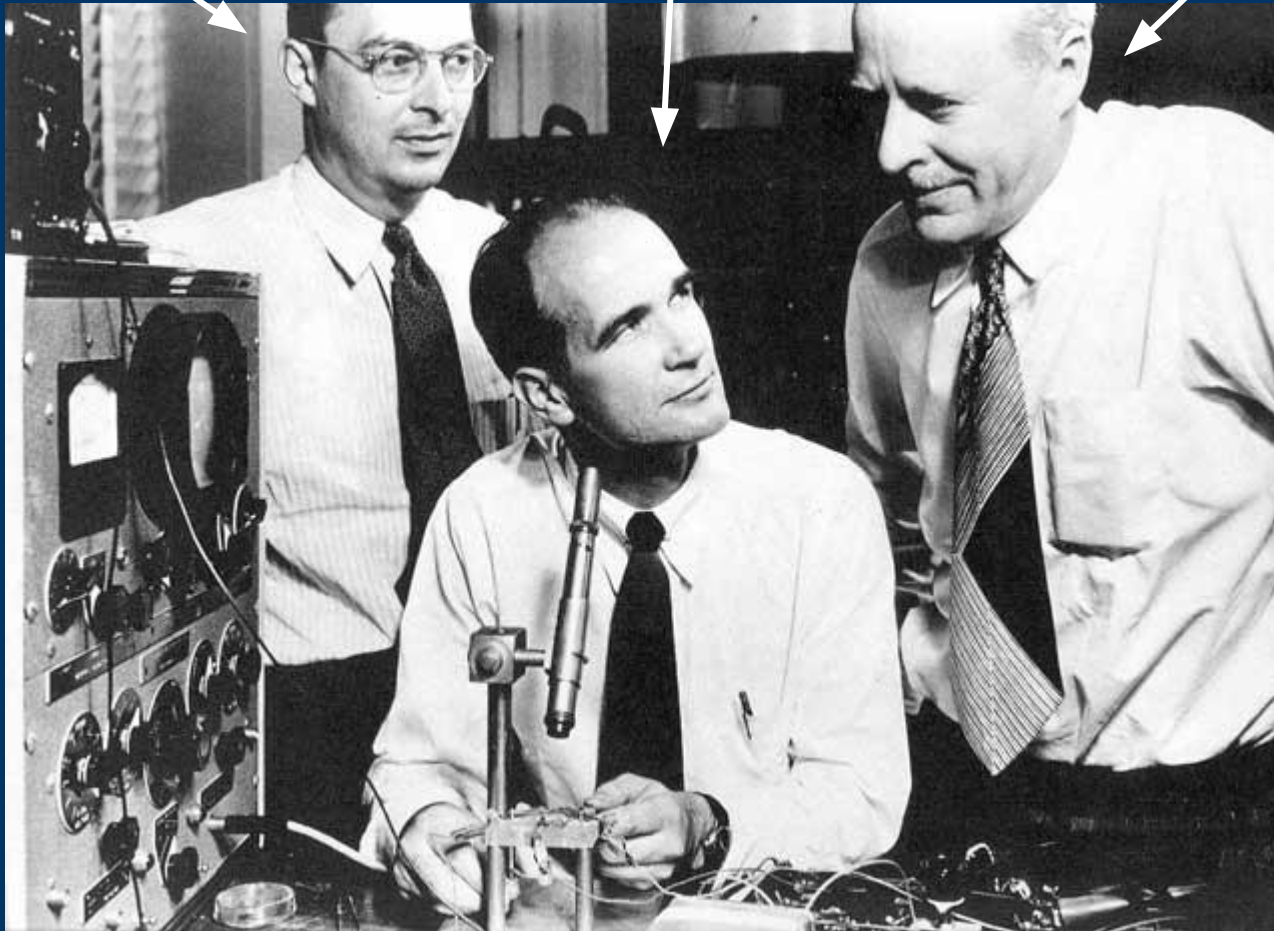


1947 год  
сотрудники Bell Telephone Labs

Уолтер Браттейн

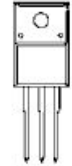
Джон Бардин

Уильям Шокли



Транзистор -  
ЭТО самый главный элемент  
в электронике!

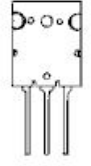
Transistor = transfer + resistor



2-10R1A



2-16E3A



2-21F2A



2-2K1A



CAN6



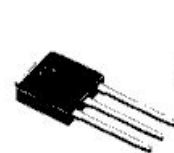
DIP4



DPAK



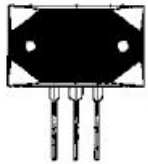
ISO82



IPAK



ISOTOP



MT200



SIP



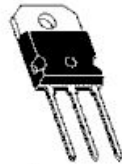
SO8



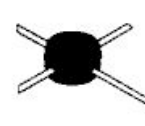
SOT23



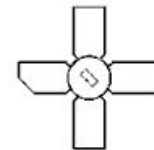
SOT89



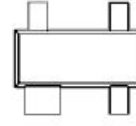
SOT93



SOT103



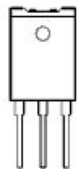
SOT122A



SOT143



SOT186



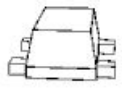
SOT199



SOT223



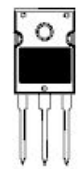
SOT227D



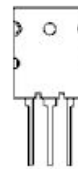
SOT343R



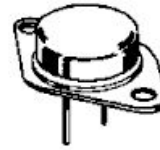
SOT399



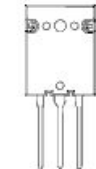
SOT429



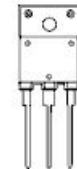
SOT430



TO3



TO3-PBL



TO3-PML



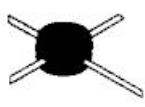
TO5



TO18



TO39



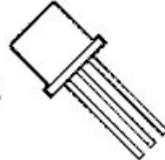
TO50



TO52



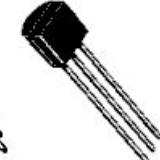
TO66



TO71



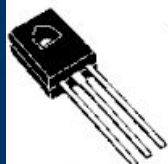
TO72



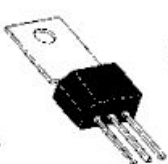
TO92



TO99



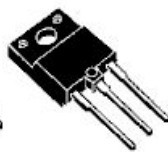
TO126



TO202



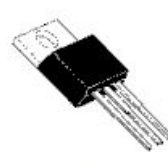
TO218



TO218-ISO



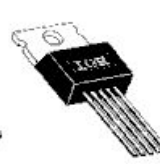
TO220



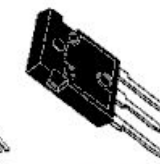
TO220AB



TO220-ISO



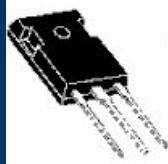
TO2205



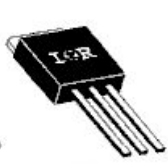
TO247



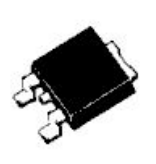
TO247AC



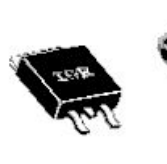
TO247AD



TO251AA



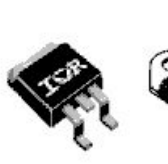
TO252



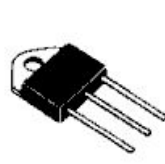
TO252AA



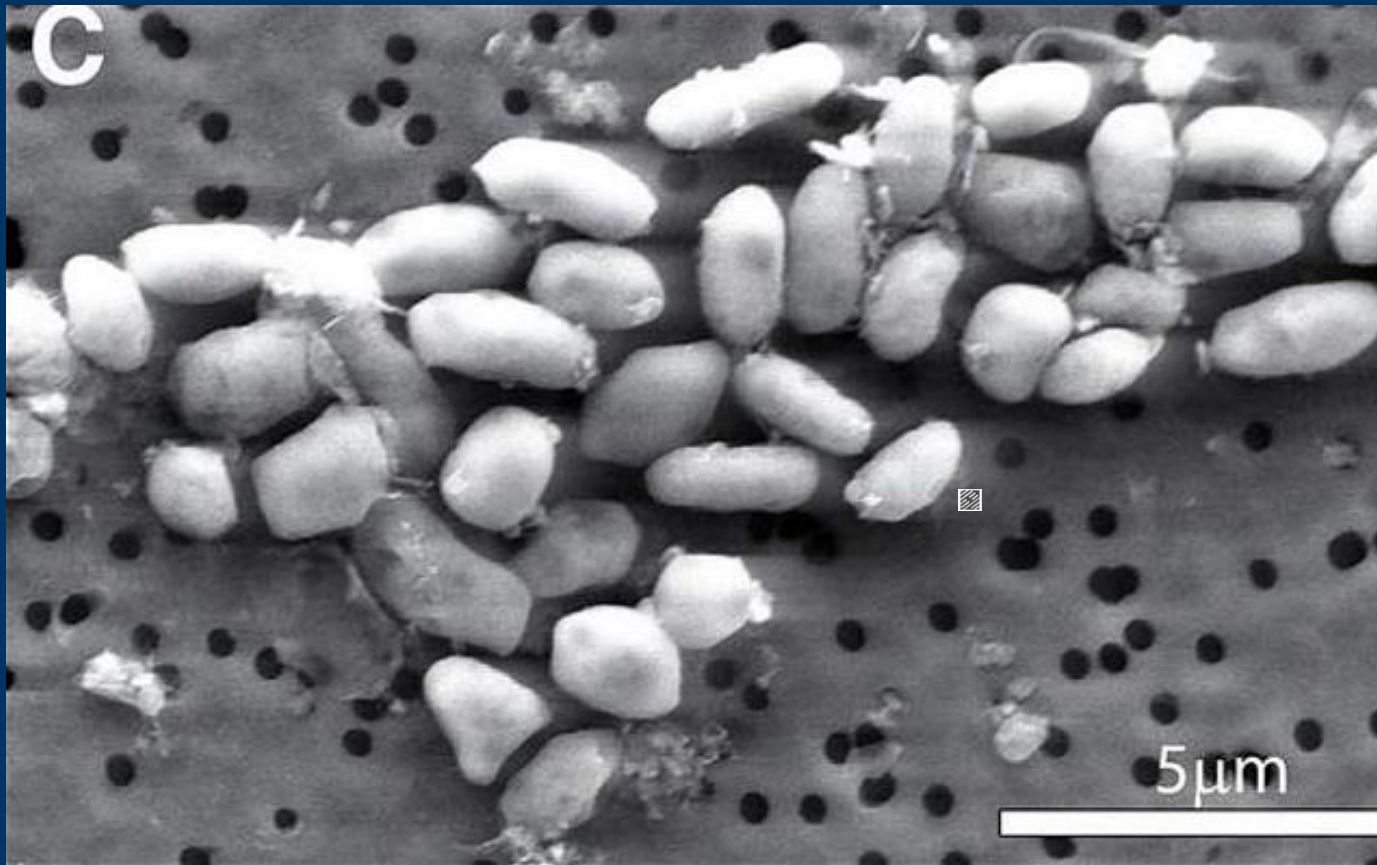
TO262



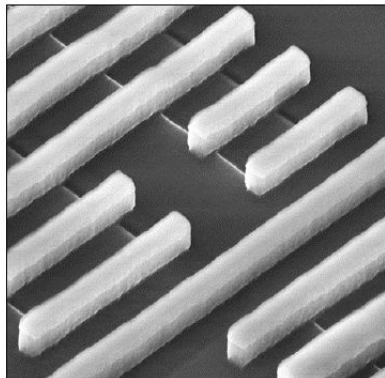
TO263



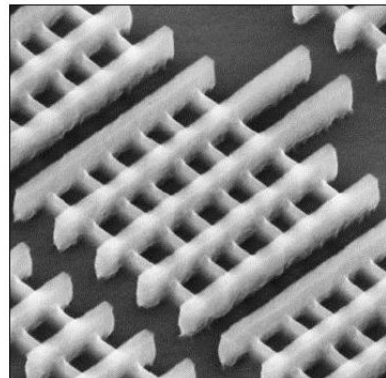
TOP3



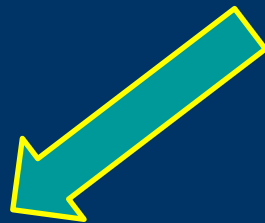
32 nm Planar Transistors



22 nm Tri-Gate Transistors



Транзисторы



Биполярные



Полевые



Биполярно-полевые

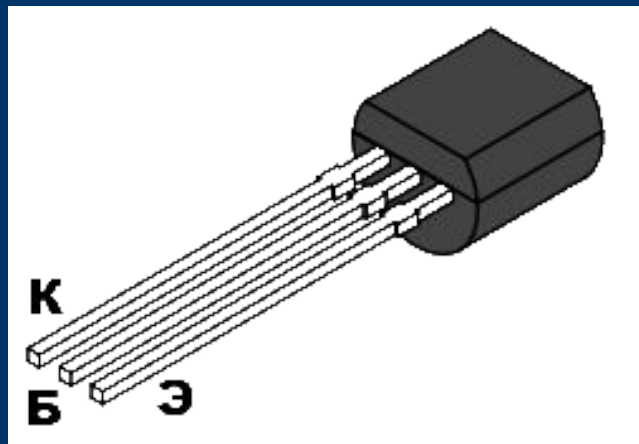
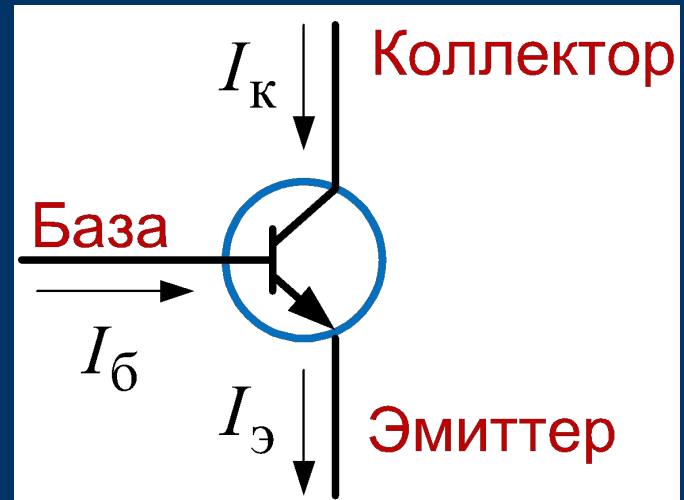
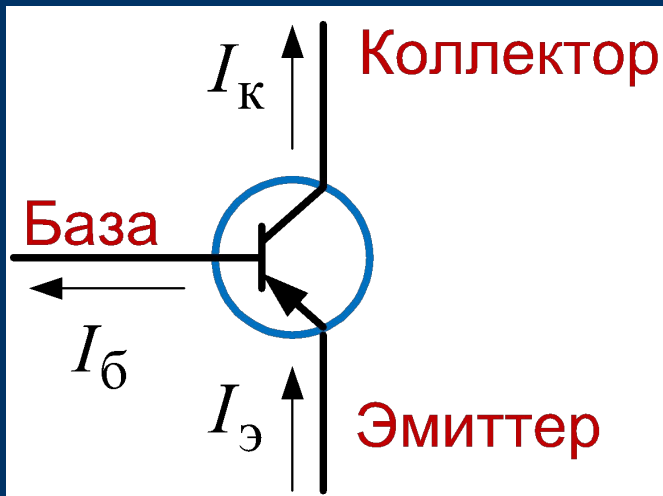
# Биполярные транзисторы



# Биполярные транзисторы

р-п-р

п-р-п



КТ3102

# Внутренняя структура биполярного транзистора типа p-n-p

Дырка

Электрон

Положит. ион

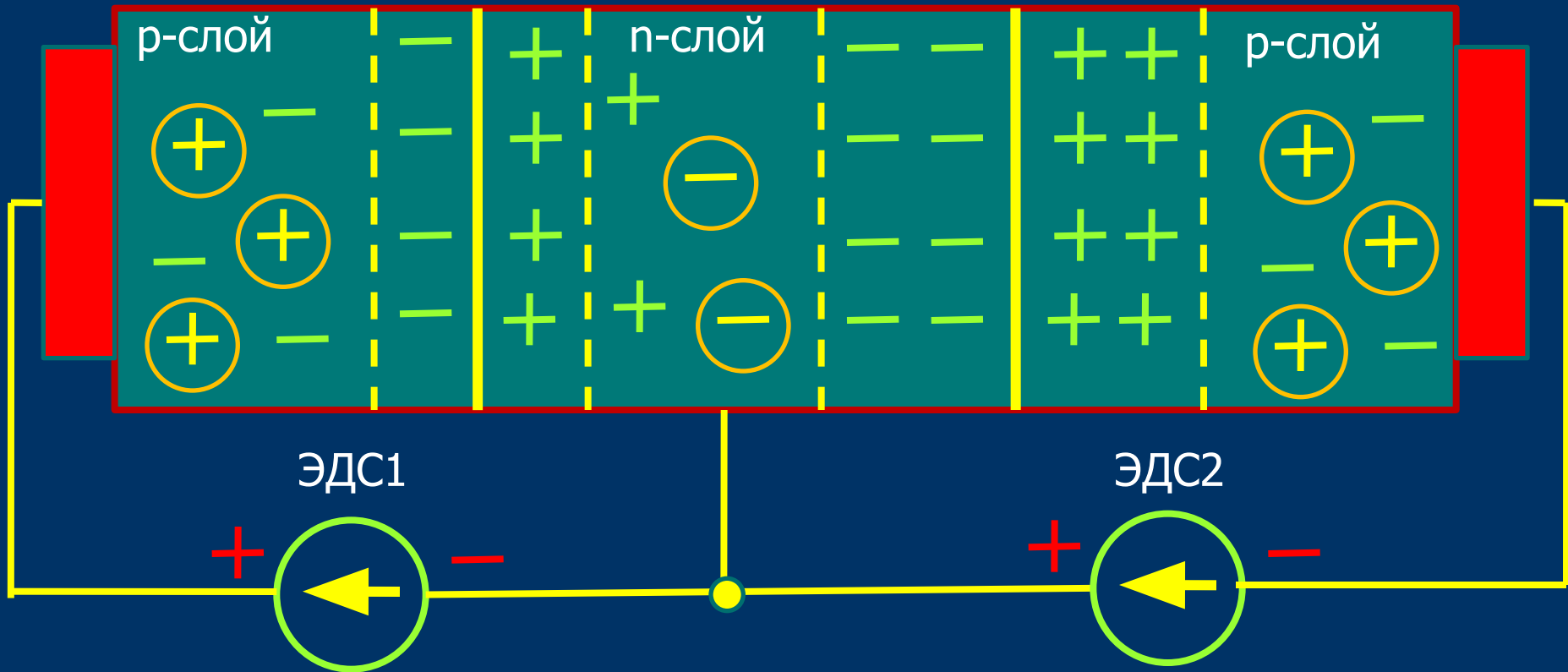
Отрицат. ион



Эмиттер

База

Коллектор



[Анимация](#)

## Соотношения между токами в биполярном транзисторе

$$\begin{cases} I_{\text{э}} = I_{\text{к}} + I_{\text{б}}; \\ I_{\text{к}} \gg I_{\text{б}}. \end{cases}$$

## Основные параметры биполярного транзистора:

$$I_{\text{к.макс}}$$

максимальный ток коллектора

$$U_{\text{кэ.макс}}$$

максимальное обратное напряжение коллектор-эмиттер

$$P_{\text{к.макс}}$$

максимальная рассеиваемая мощность

$$h_{2.1.э} = \frac{I_{\text{к}}}{I_{\text{б}}}$$

коэффициент передачи тока коллектора

## Транзистор 2SA1930(Q) Toshiba



Эмиттер  
Коллектор  
База

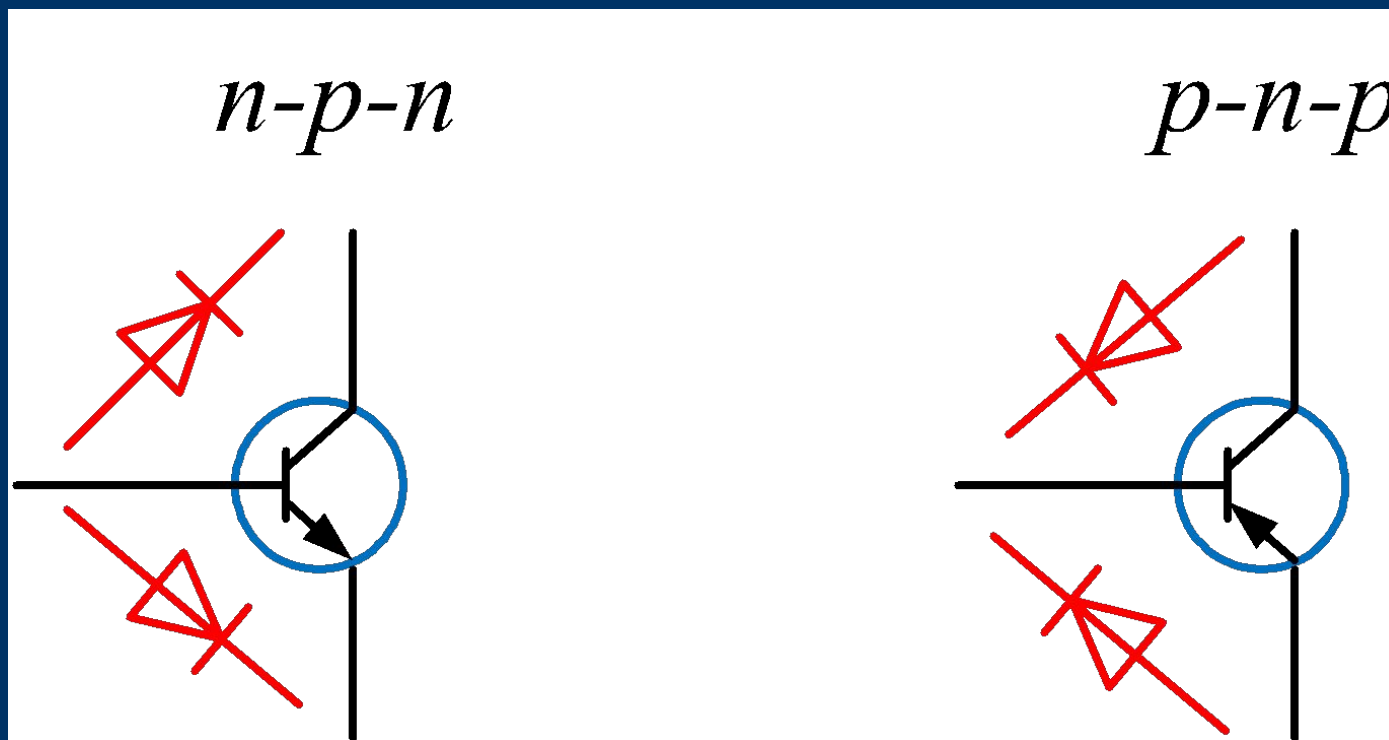
$$I_{\text{к.макс}} = 2 \text{ А}$$

$$P_{\text{к.макс}} = 2 \text{ Вт}$$

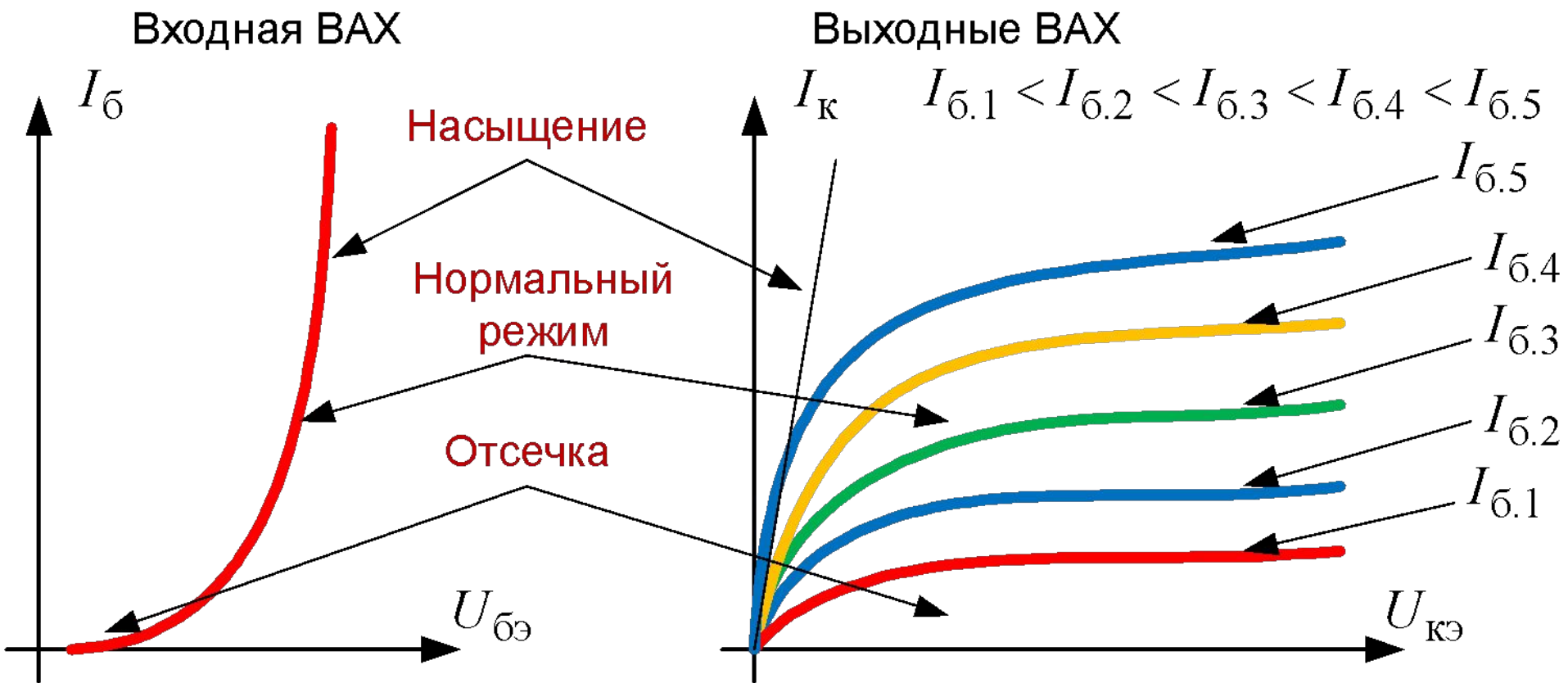
$$U_{\text{кэ.макс}} = 180 \text{ В}$$

$$h_{2.1.э} = 100$$

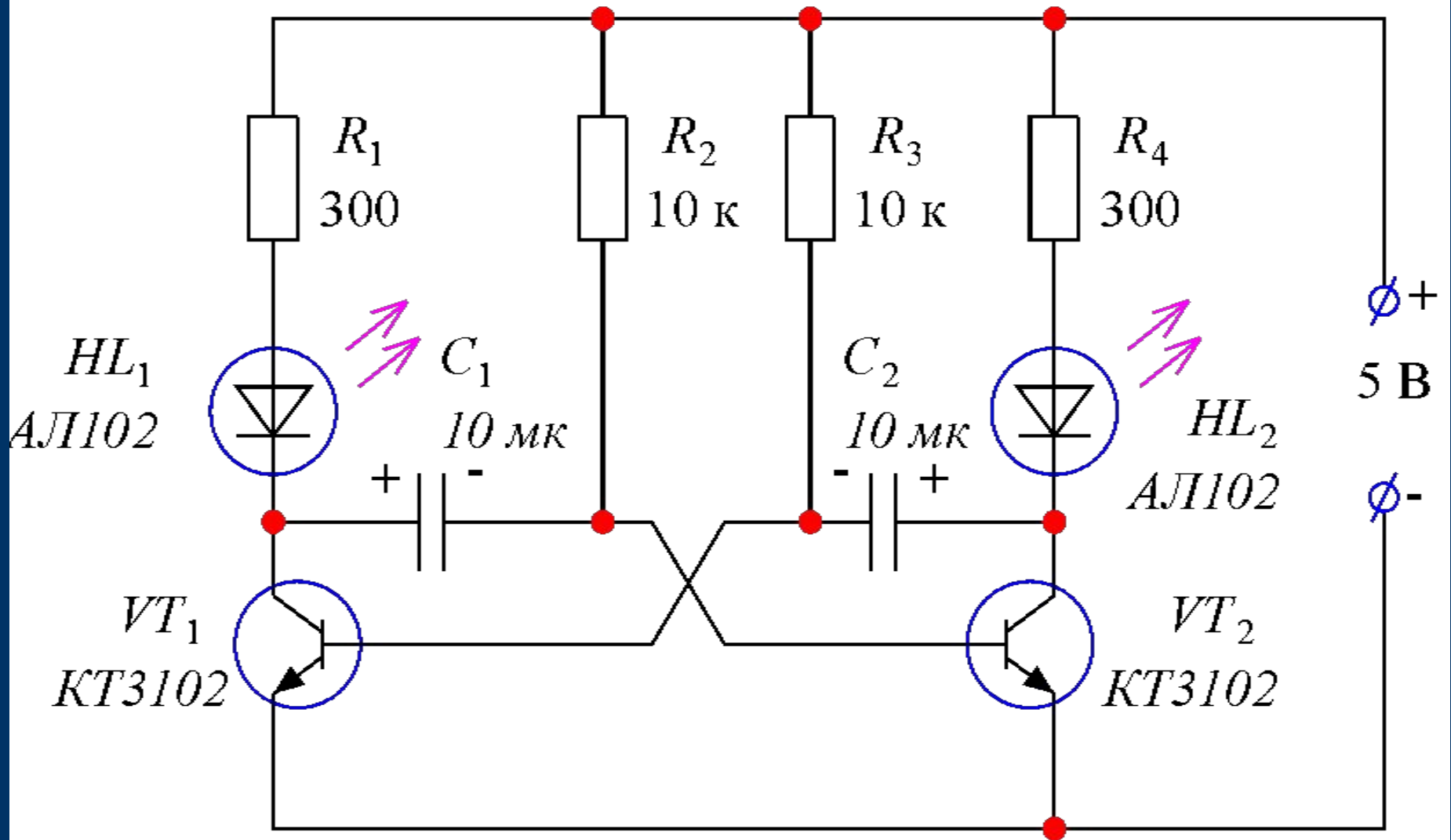
## Проверка транзистора с помощью мультиметра



# Вольт-амперные характеристики биполярного транзистора



# Мультивибратор на транзисторах





# Полевые транзисторы

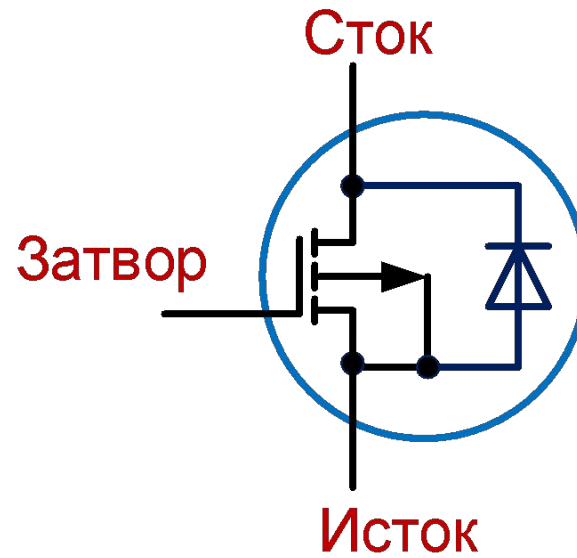
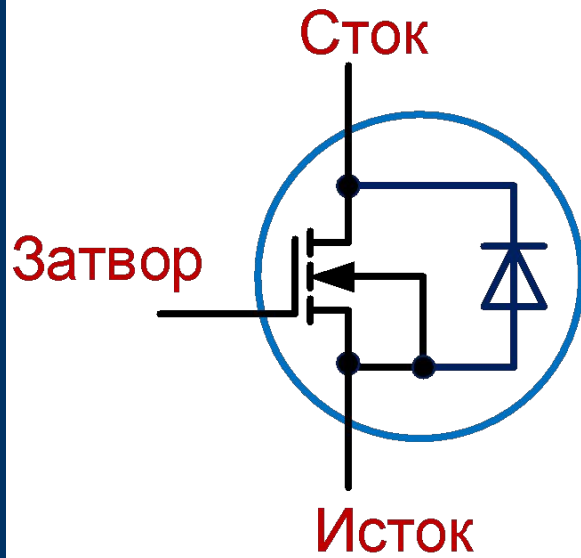
# MOSFET – Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor



# MOSFET

п-канал

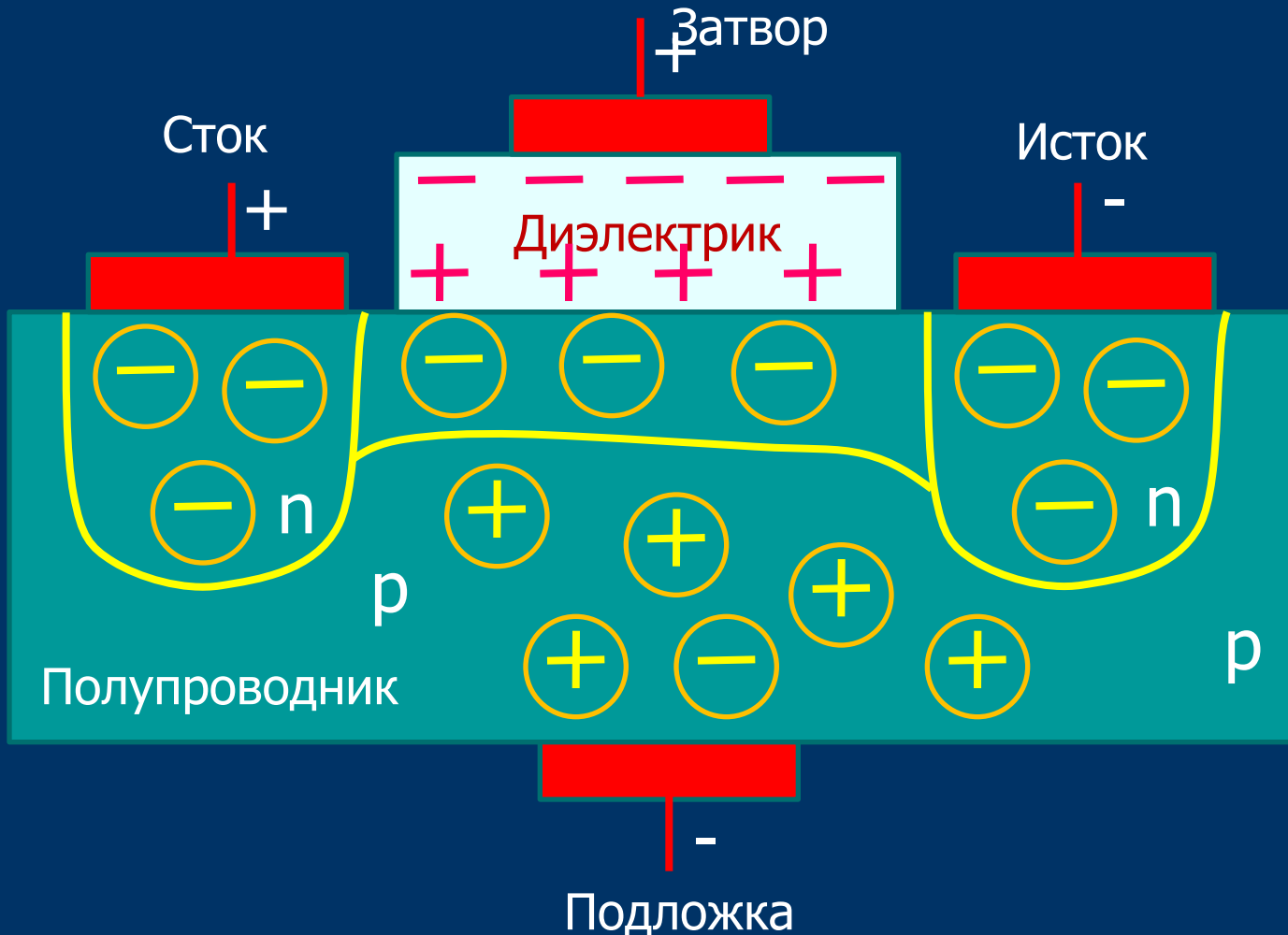
р-канал



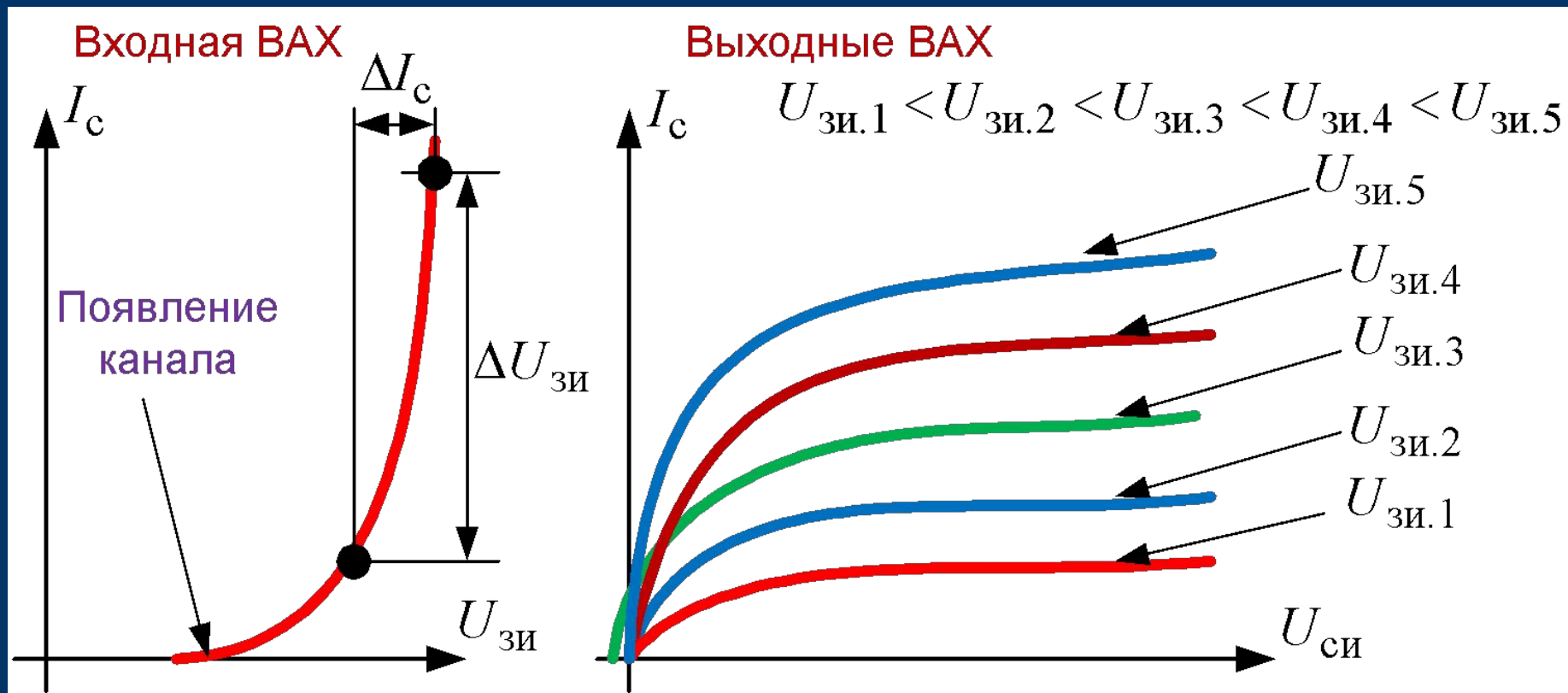
# Внутренняя структура MOSFET с n-каналом

Дырка

Электрон



# Вольт-амперные характеристики MOSFET с n-каналом

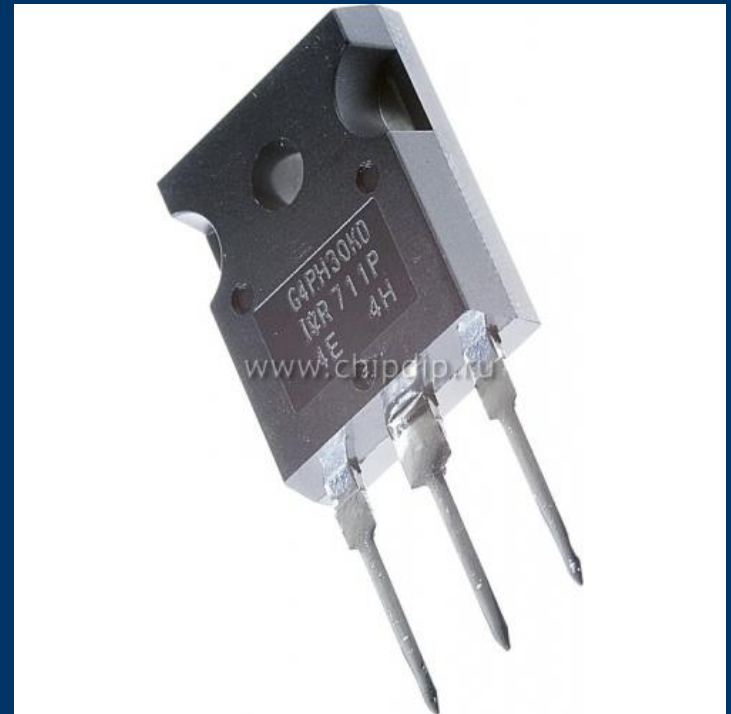
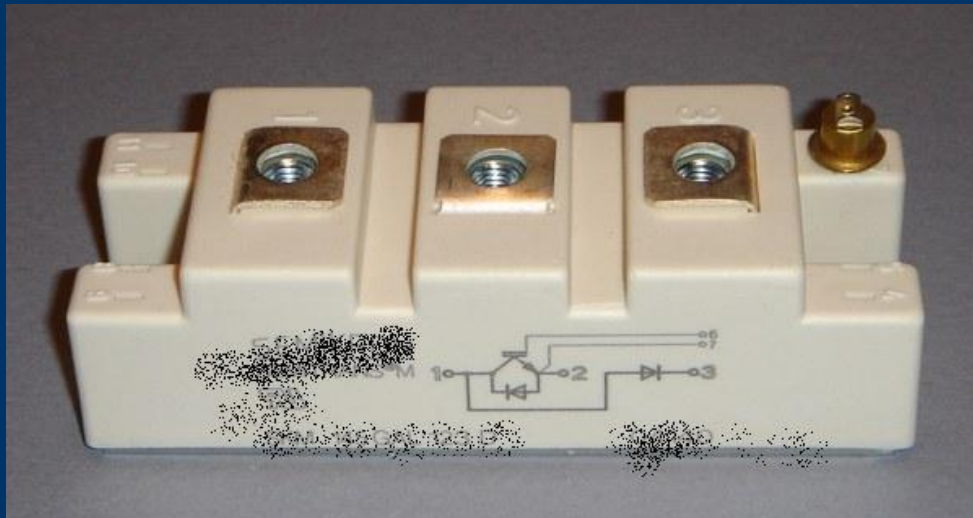


Крутизна стоко-затворной характеристики

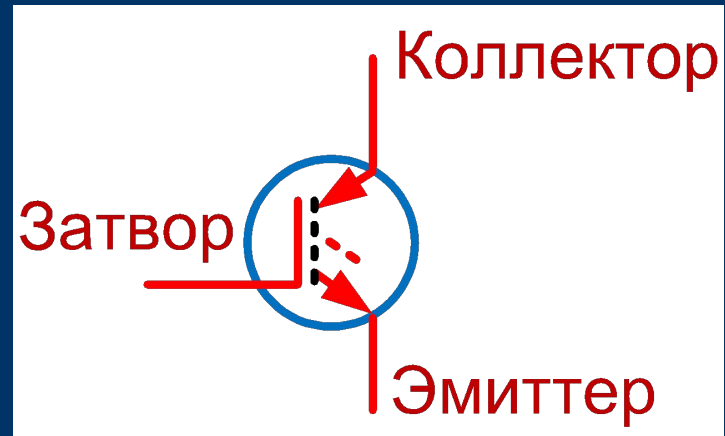
$$S = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_{зи}}, \text{ при } U_{си} = const.$$

# Биполярно-полевые транзисторы

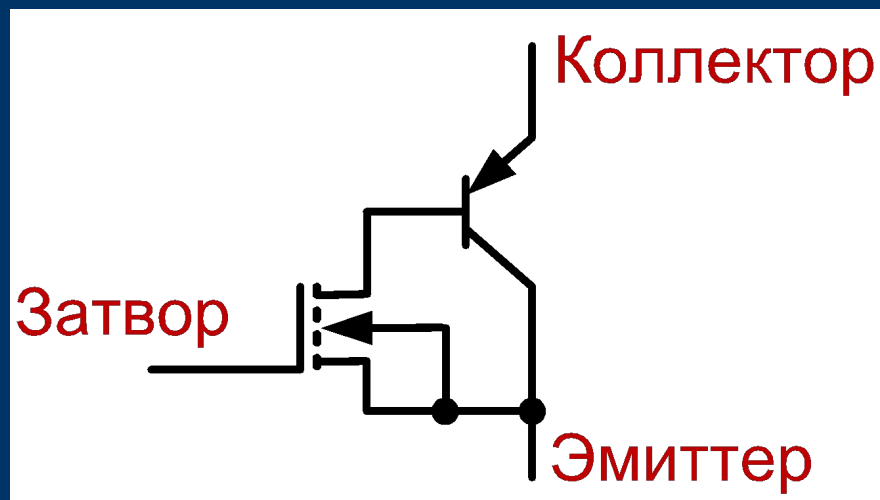
# IGBT – Insulated Gate Bipolar Transistor



## Условное обозначение IGBT

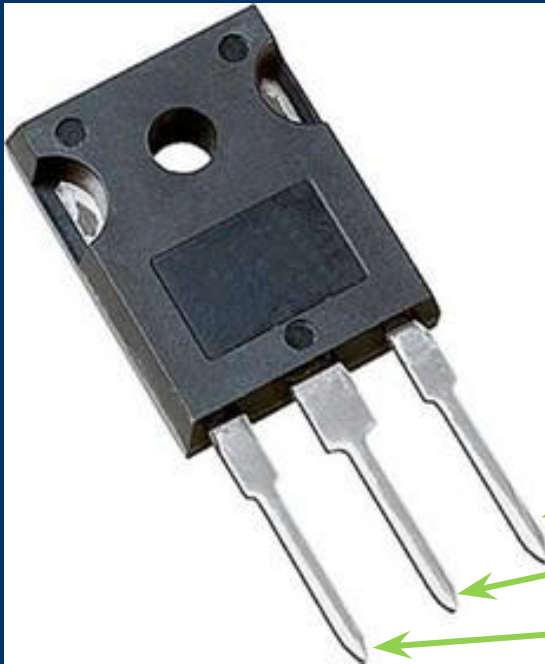


## Схема замещения IGBT





## Транзистор FGH60N60SMD



Эмиттер  
Коллектор  
Затвор

$$I_{\text{к.макс}} = 120 \text{ А}$$

$$P_{\text{к.макс}} = 600 \text{ Вт}$$

$$U_{\text{кэ.макс}} = 600 \text{ В}$$