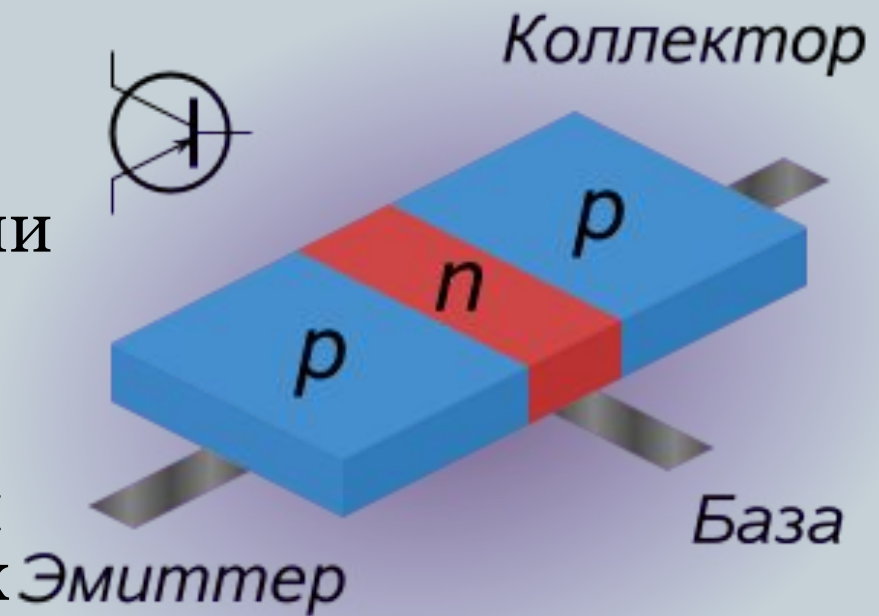


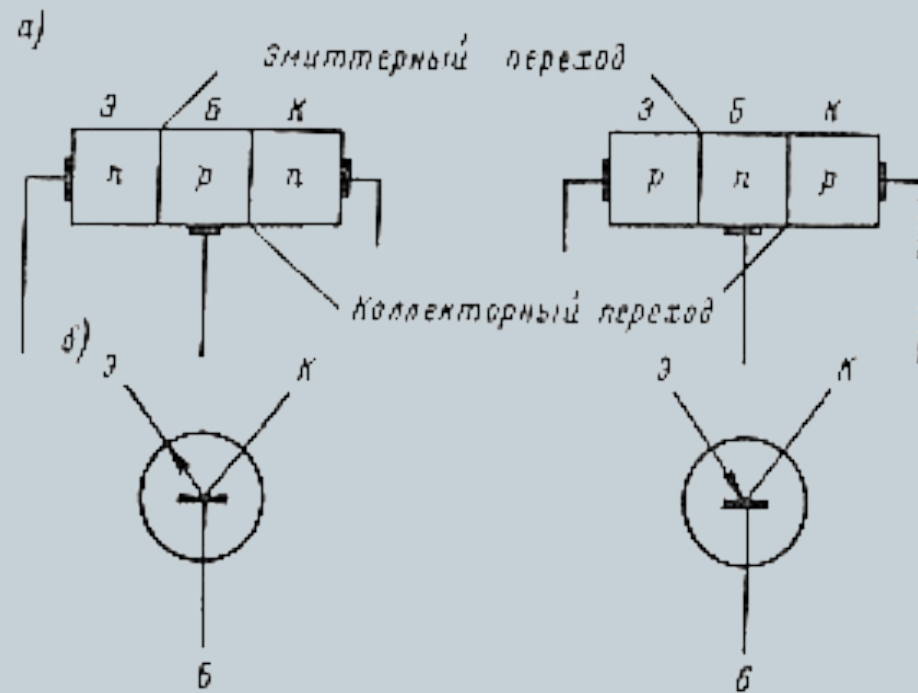
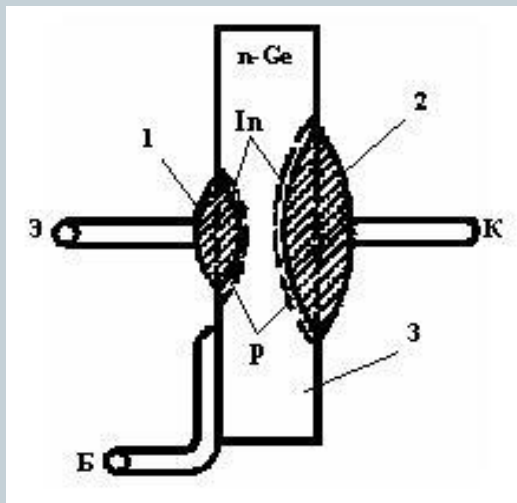


# Биполярным транзистором

- называют полупроводниковый прибор с двумя взаимодействующими электрическими переходами и тремя (или более) выводами, усилительные свойства которого обусловлены явлениями инжекции и экстракции неосновных носителей заряда.



# Структура транзистора, УГО





- **База биполярного транзистора** – средняя область в р-п-р- (или п-р-п-) структуре, характеризуется наименьшей концентрацией примесей, посредством омического контакта соединена с выводом.
- **Эмиттер** – крайняя область в р-п-р- (или п-р-п-) структуре биполярного транзистора, используемая для инжекции (впрыскивания) носителей в область базы, посредством омического контакта соединена с выводом.
- **Коллектор** – крайняя область в р-п-р- (или п-р-п-) структуре **биполярного транзистора**, используемая для экстракции (втягивания) носителей из области базы; посредством омического контакта соединена с выводом, называемым коллектор.

# Типы транзисторов

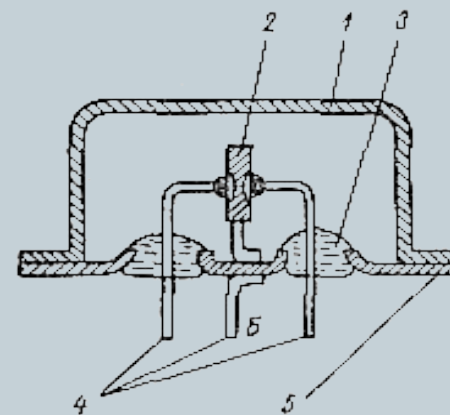
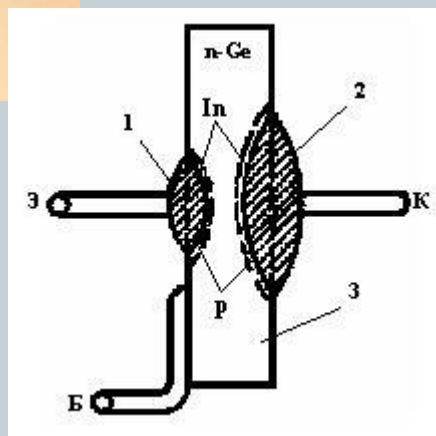
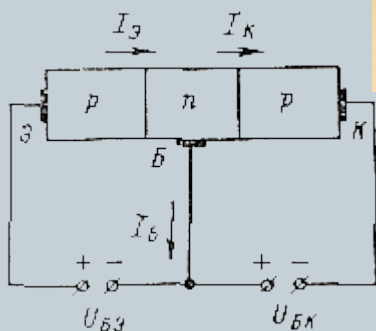


- В настоящее время промышленность выпускает только ***плоскостные***.

По принципу работы они делятся на:

- транзисторы, у которых внутри базы отсутствует электрическое поле, а носители зарядов перемещаются в результате диффузии - ***диффузионные***
- на транзисторы, у которых внутри базы имеется электрическое поле, под действием которого и происходит дрейф носителей тока через базу – ***дрейфовые***

# Конструкция плоскостного транзистора



$$I_{\text{Э}} = I_{\text{о.н.э}} + I_{\text{о.н.б}}$$

$I_{\text{о.н.э}}$  — ток дырок, перемещающихся из эмиттера в базу;

$I_{\text{о.н.б}}$  — ток электронов, перемещающихся из базы в эмиттер.

*Следует иметь в виду, что направление перемещения дырок совпадает с обозначением направления тока.*

- 1 — крышка корпуса;
- 2 — пластинка германия;
- 3 — изолятор;
- 4 — выводы электродов;
- 5 — основание корпуса.

# Разница между транзисторами типа PNP и NPN

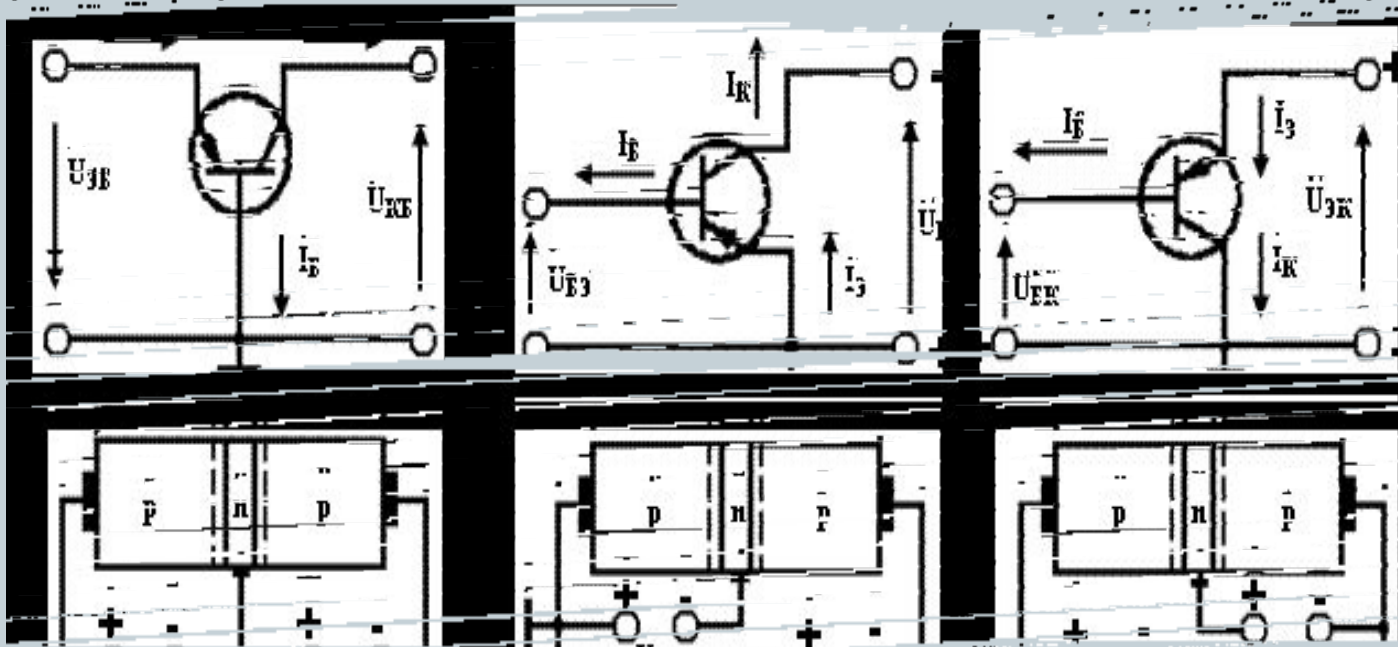


- 1) PNP транзисторы открываются напряжением отрицательной полярности, NPN - положительной.
- 2) PNP пропускают ток от эмиттера к коллектору, NPN - наоборот.
- 3) В NPN транзисторах основные носители заряда - электроны, а в PNP - дырки, которые менее мобильны

# Схемы включения

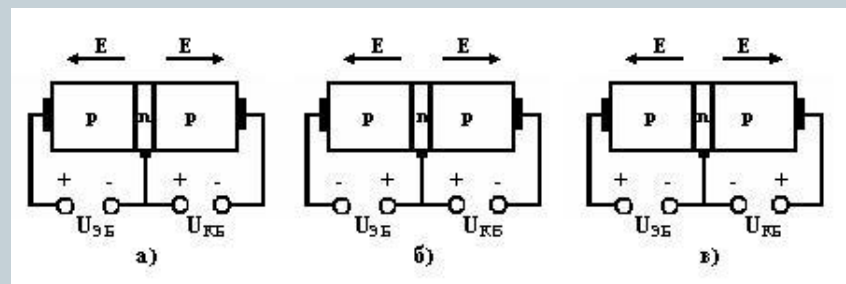


с общей базой (ОБ); с общим эмиттером (ОЭ); с общим коллектором (ОК)

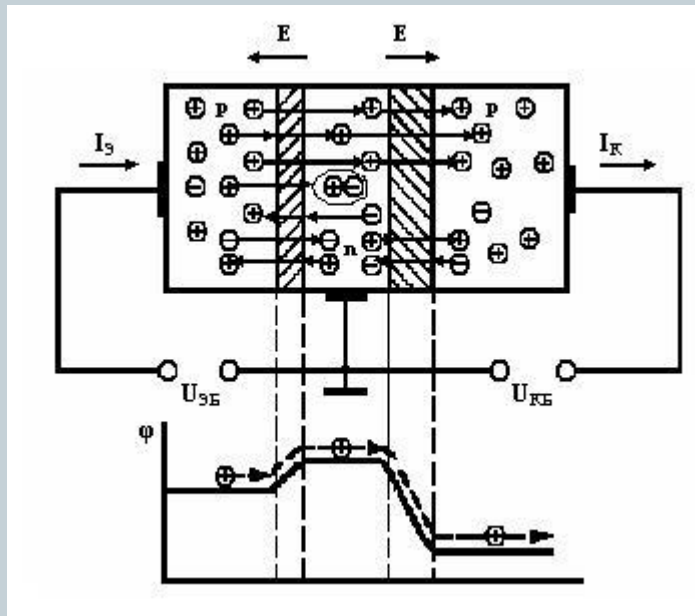




- Если один переход смещен в прямом направлении, а другой – в обратном, режим называют **активным** (а).
- Если в прямом направлении включен эмиттерный переход, а коллекторный – в обратном, такое включение называют **нормальным** (б).
- Если смещение на р-п-переходах противоположное, включение называют **инверсным** (в). В последнем случае коллектор выполняет роль эмиттера, а эмиттер – роль коллектора.

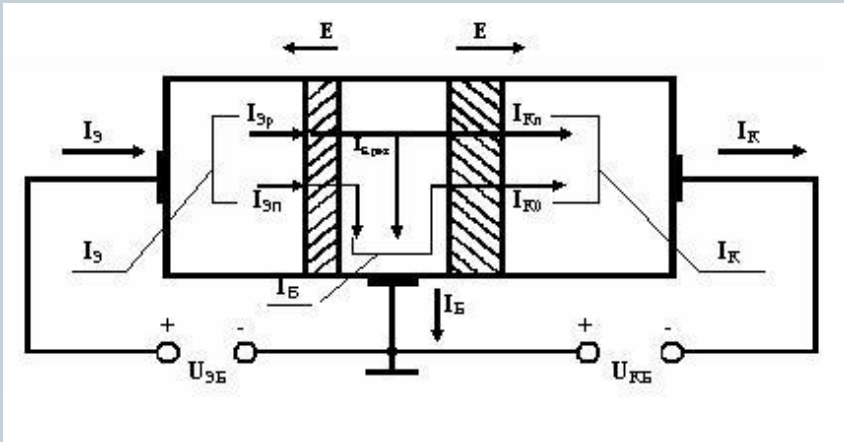


# Работа биполярного транзистора в активном режиме



- прямое смещение эмиттерного перехода создается за счет включения постоянного источника питания
- обратное смещение коллекторного перехода – за счет включения источника

# Токи биполярного транзистора



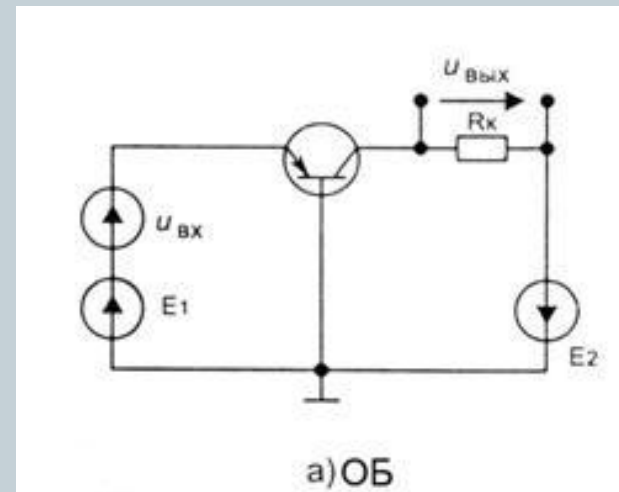
- В эмиттере дырки создают ток, а в коллекторе они представляют собой дырочную составляющую тока коллектора
- Через эмиттер протекает электронный ток
- В базе протекают ток, образованный электронами, инжектированными в эмиттер, ток рекомбинации и обратный ток коллекторного перехода

(по 1-ому закону Кирхгофа)

# Схемы включения транзисторов

## Схема с ОБ

- Значение  $I_k$  близко к значению  $I_э$ .
- **Усиление по  $U$  и  $p$ .**
- Изменение  $U_э$  вызовет изменение  $I_э$  и  $I_k$  :  $I_k \approx I_э$
- $I_k \approx I_э$
- При работе транзистора в усилительном режиме на его вход подается переменный сигнал, который усиливается. Напряжение источника питания постоянно, но переменное напряжение на коллектор, приводит к большим изменениям переменного напряжения сигнала на резисторе



**В схеме происходит усиление малого переменного входного сигнала.**

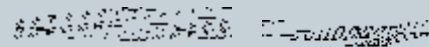


# Статические характеристики

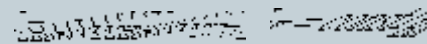
- описывают взаимосвязь между входными и выходными токами и напряжениями транзистора, когда в цепи коллектора нет нагрузки.
- Эти характеристики используют при практических расчетах схем на транзисторах.

Можно составить ряд семейств таких характеристик, но наиболее употребляемыми являются:

- **входные**



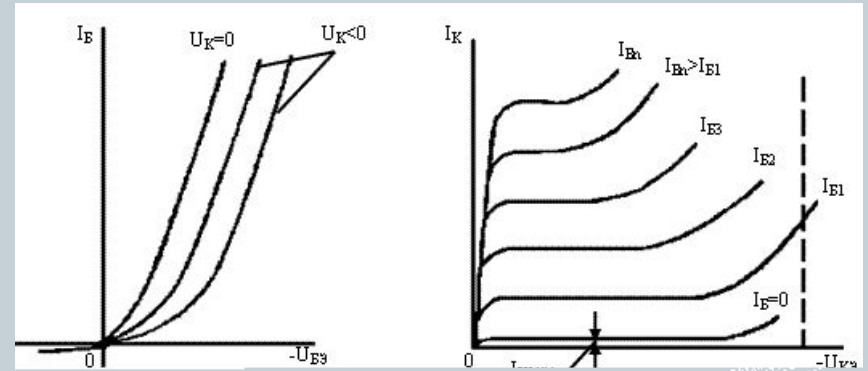
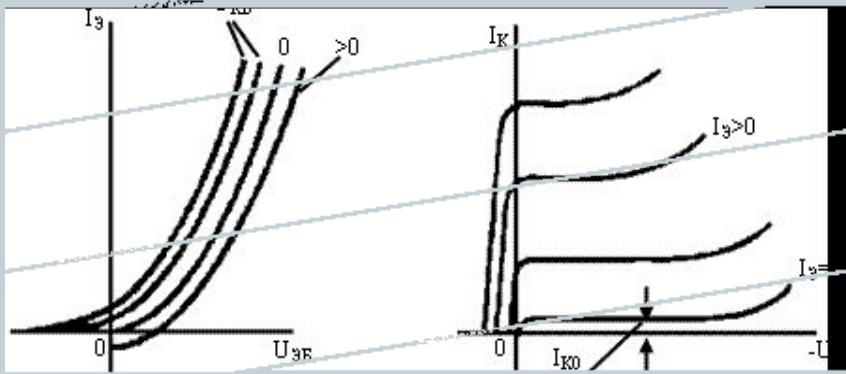
- **выходные**



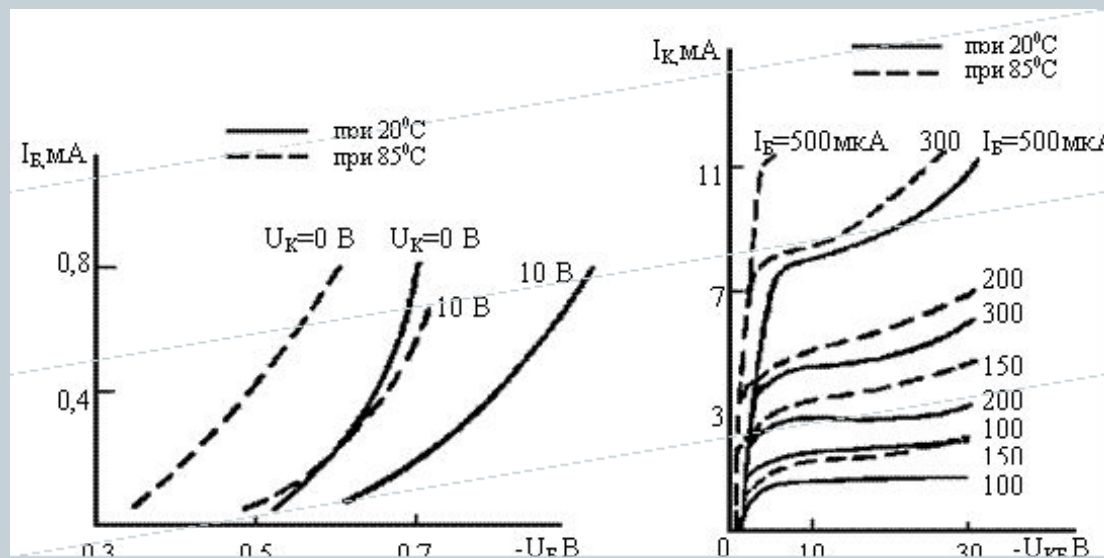
# Входные и выходные статические характеристики

для схемы с ОБ

для схемы с ОЭ



# Влияние температуры на характеристики транзистора





# Маркировка



Код состоит из 2-ух/3-ех элементов.

- Второй элемент указывает область применения транзистора (см. табл.)

Транзисторы	Цифра маркировки (область применения)			
	Низкочастотные		Высокочастотные	
	маломощные	мощные	маломощные	мощные
Германиевые	1—100	201—300	401—500	601—700
Кремниевые	101—200	301—400	501—600	—

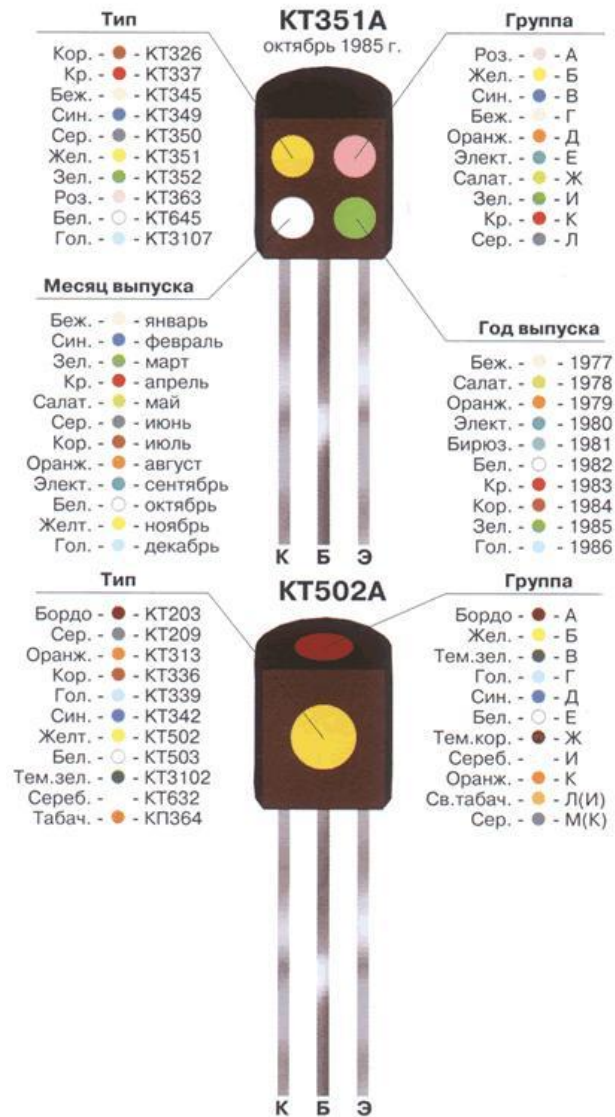
- третий элемент — разновидность прибора данного типа.

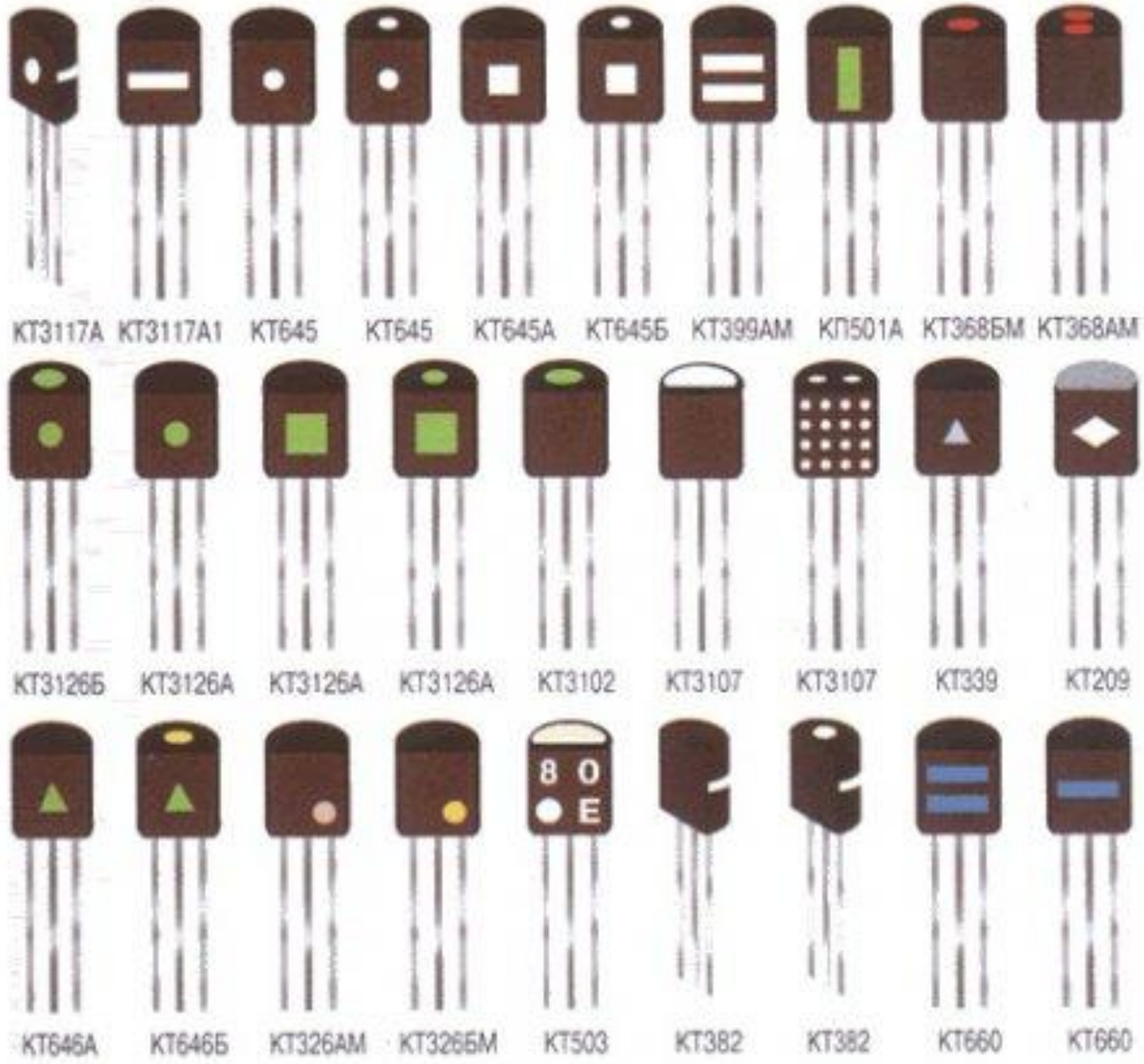
# Транзисторы в корпусе типа КТ-26

На верхнее основание наносят цветную точку, означающую группу транзистора

На скошенную сторону - кодовый символ или цветную точку, соответствующие типу прибора.

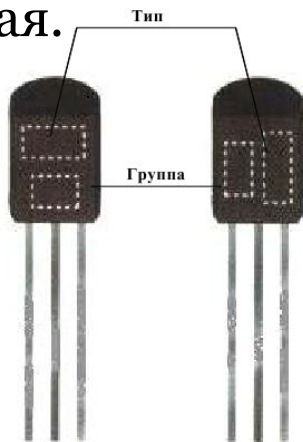
Могут наноситься год и месяц выпуска.



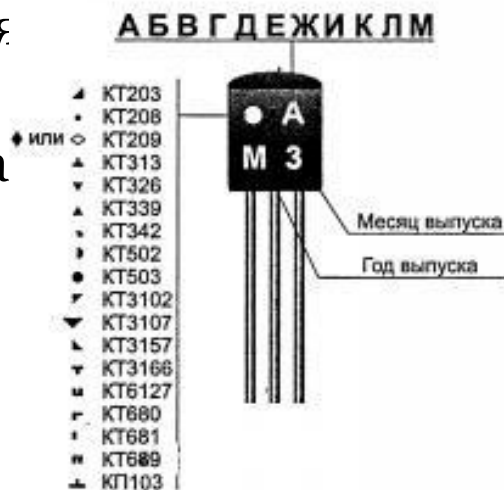


# Для обозначения группы :

- А – темно-красная точка
- Б – желтая
- В – темно-зеленая
- Г – голубая, Д – синяя
- Е – белая
- Ж – темно-коричневая
- И – серебристая
- К – оранжевая
- Л – светло-табачная
- М – серая.



Для обозначения даты используют две буквы или букву и цифру.



## Год выпуска

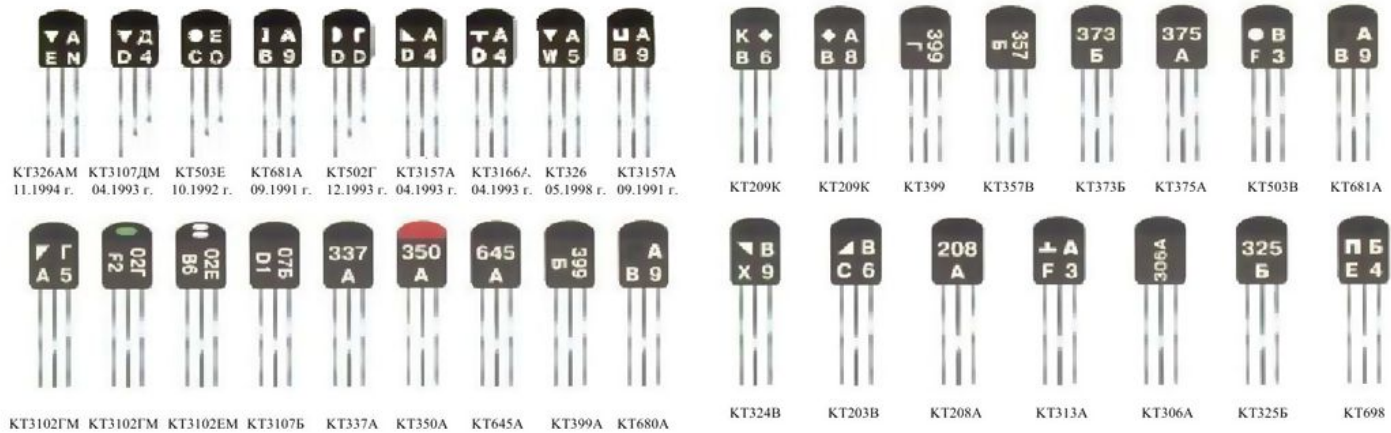
1986 — U  
 1987 — M  
 1988 — W  
 1989 — X  
 1990 — A  
 1991 — D  
 1992 — C  
 1993 — D  
 1994 — E  
 1995 — F  
 1996 — H  
 1997 — I  
 1998 — K  
 1999 — L  
 2000 — M

## Месяц выпуска

Январь — 1  
 Февраль — 2  
 Март — 3  
 Апрель — 4  
 Май — 5  
 Июнь — 6  
 Июль — 7  
 Август — 8  
 Сентябрь — 9  
 Октябрь — O  
 Ноябрь — N  
 Декабрь — D

## Примеры.

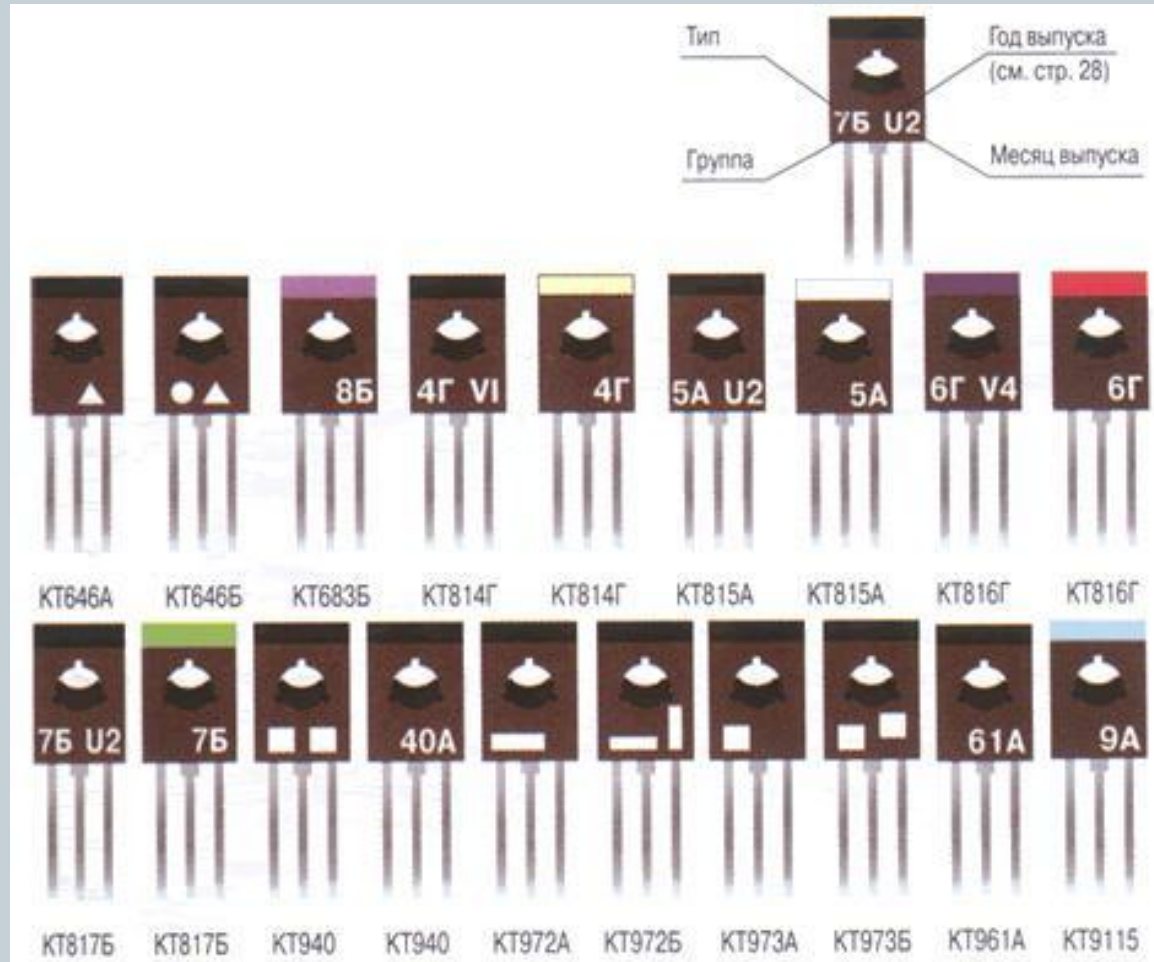
### Стандартная кодовая маркировка



### Нестандартная кодовая маркировка



# Транзистор в корпусе КТ-27



# Европейская система обозначений PRO ELECTRON

## (Элемент 1) Буква — код материала:

- А — германий
- В — кремний
- С — арсенид галлия
- R — сульфид кадмия

## (Элемент 2) Буква — назначение

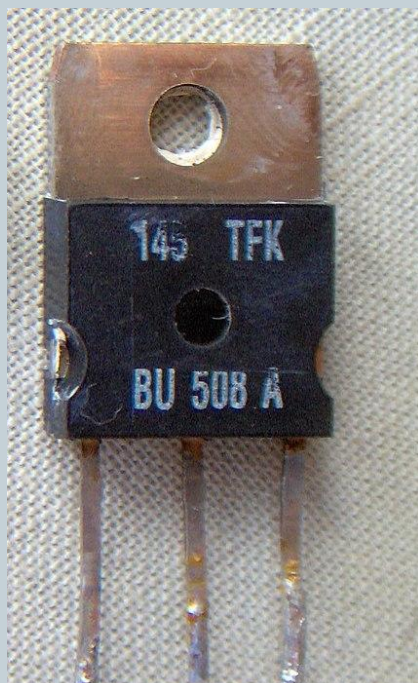
- А — маломощный диод
- В — варикап
- С — маломощный низкочастотный транзистор
- D — мощный низкочастотный транзистор
- E — туннельный диод
- F — маломощный высокочастотный транзистор
- L — мощный высокочастотный транзистор
- P — фотодиод, фототранзистор
- Q — светодиод
- R — маломощный регулирующий или переключающий прибор
- S — маломощный переключающий транзистор
- T — мощный регулирующий или переключающий прибор
- U — мощный переключающий транзистор
- X — умножительный диод
- Y — мощный выпрямительный диод
- Z — стабилитрон

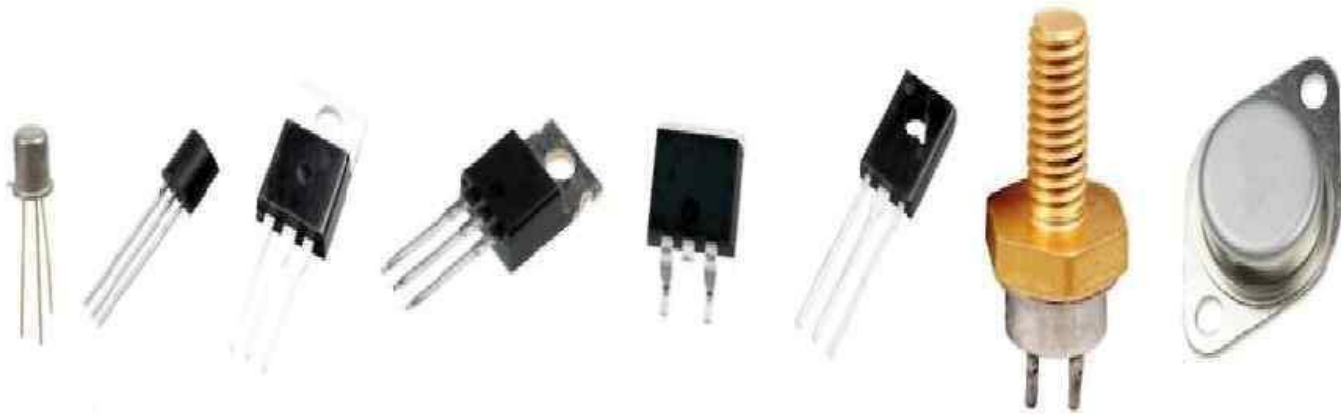
## (Элемент 3) Серийный номер:

- 100-999 приборы общего назначения
- Z10...A99 приборы для промышленного/специального назначения

## (Элемент 4) Буква:

- модификация прибора





# ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ







- **Полевые транзисторы** – это полупроводниковые приборы, усилительные свойства которых обусловлены потоком основных носителей, протекающим через проводящий канал и управляемым электрическим полем.
- В образовании выходного тока участвуют носители только **одного типа**: дырки/электроны

# Типы



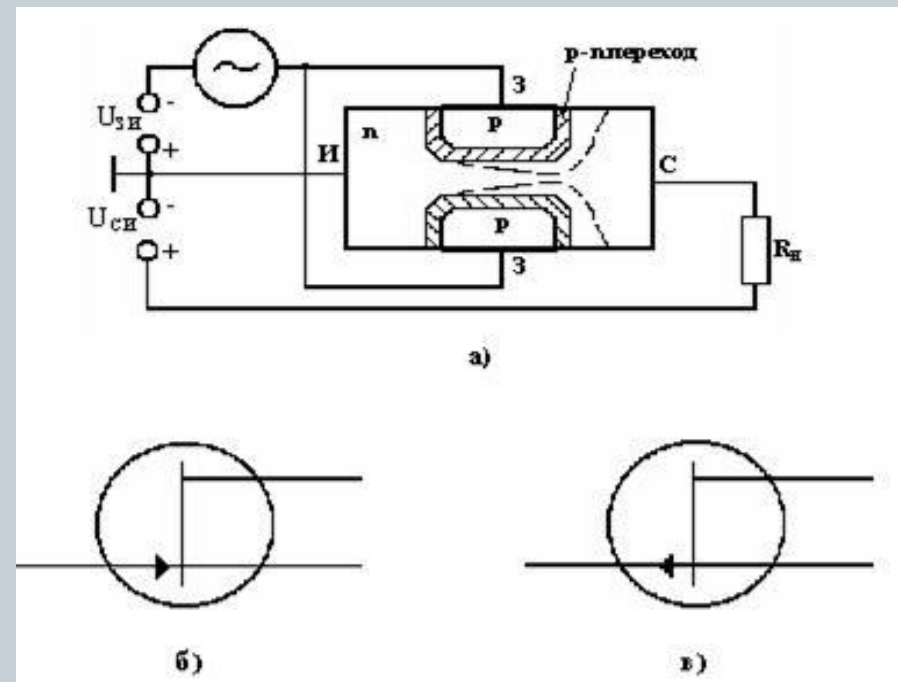
*Предназначены для усиления мощности и преобразования электрических колебаний*

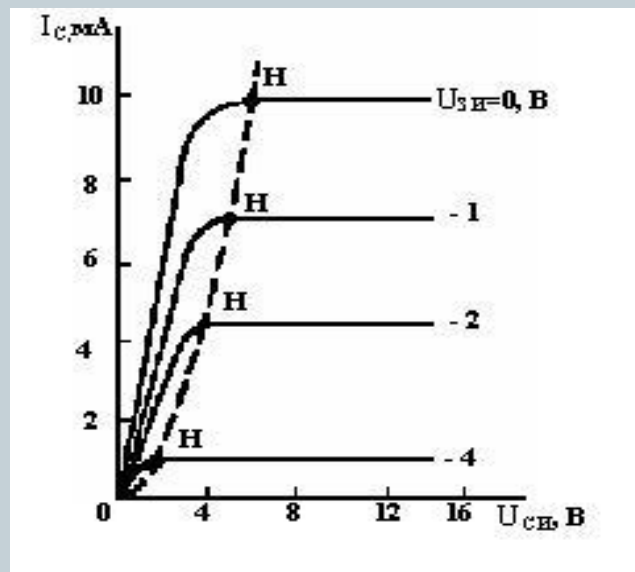
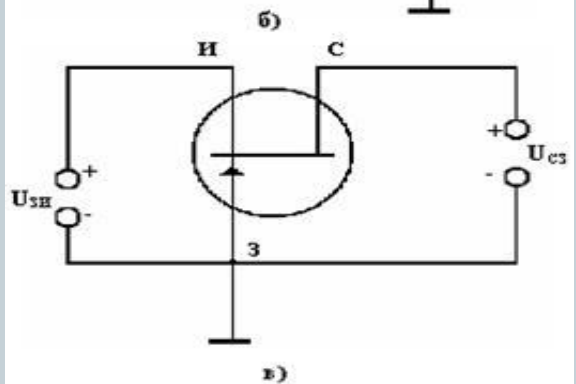
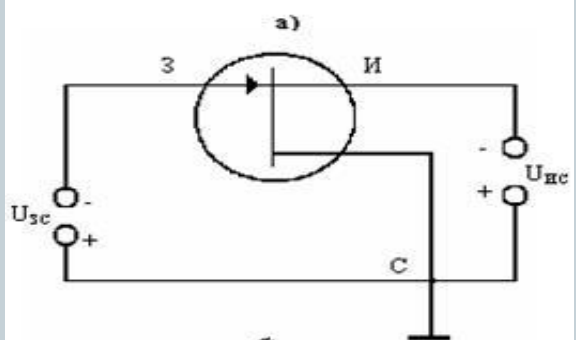
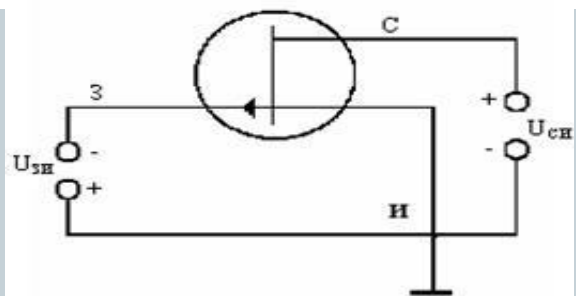
Существует два типа полевых транзисторов:

- ❑ с управляющим р-n-переходом
- ❑ изолированным затвором

# с управляющим р-п-переходом

- Часть объема пластины полупроводника, расположенная между р-п-переходами, является активной частью транзистора – **канал транзистора**.
- Контакт, через который носители заряда входят в канал, называют **истоком (И)**;
- Контакт, через который носители заряда вытекают, называют **стоком (С)**;
- Общий электрод от контактов областей (З) – **затвором**.



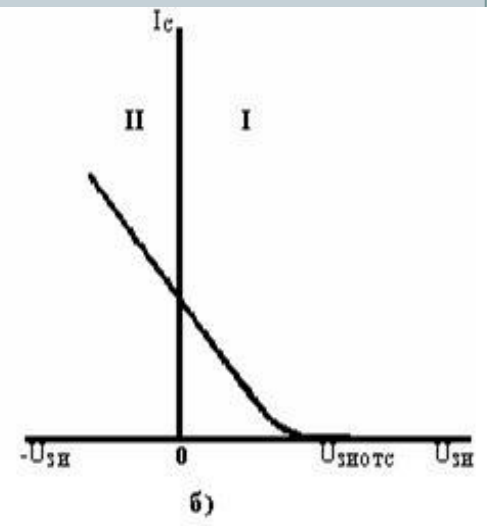
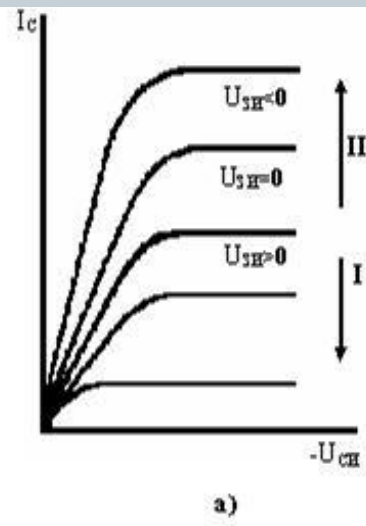
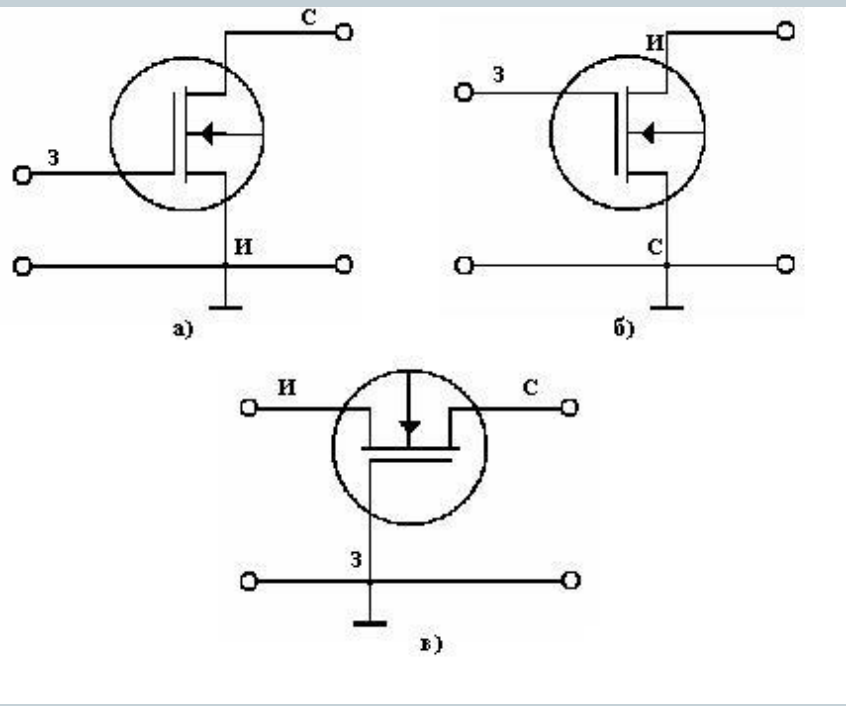


# с изолированным затвором



- Транзисторы этого типа называют также МДП-транзисторами (металл – диэлектрик – полупроводник)
- МДП-транзисторы бывают двух типов: **со встроенным каналом** и **с индуцированным**





# условные обозначения МДП-транзистора



- **а, в** даны условные с встроенным  $n$ - и  $p$ -каналом
- **б, г** – с индуцированным  $n$ - и  $p$ -каналом.

