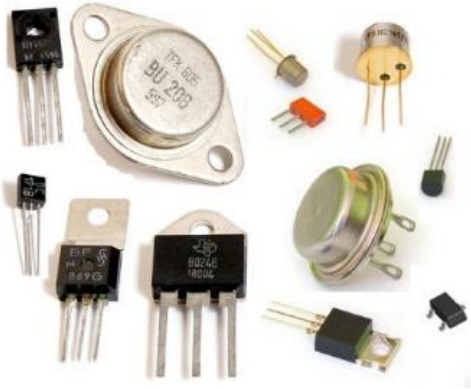
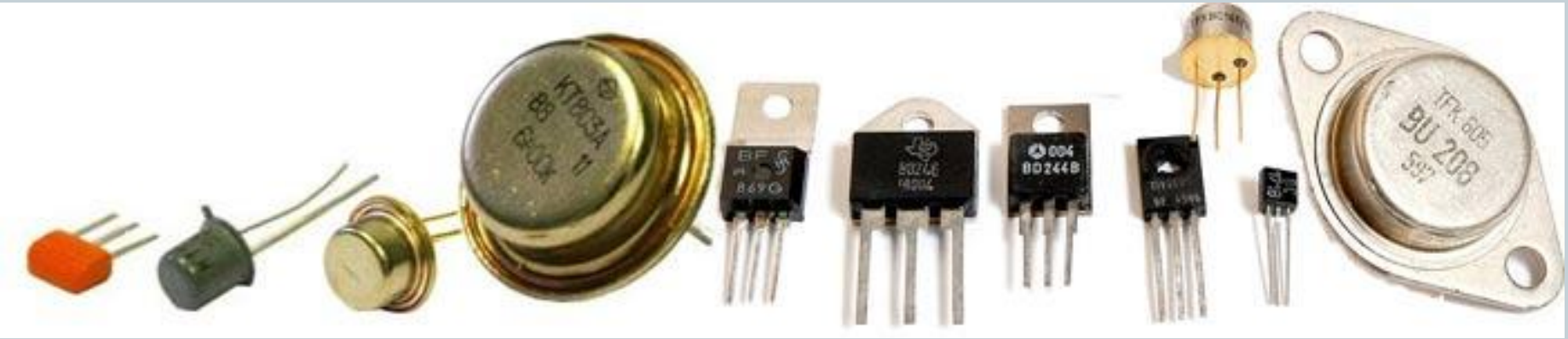
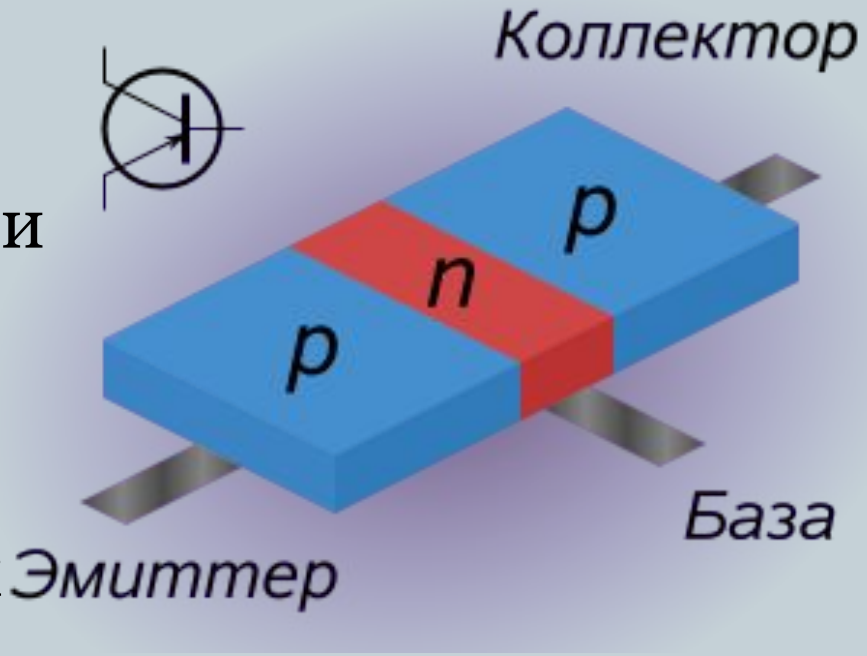


БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

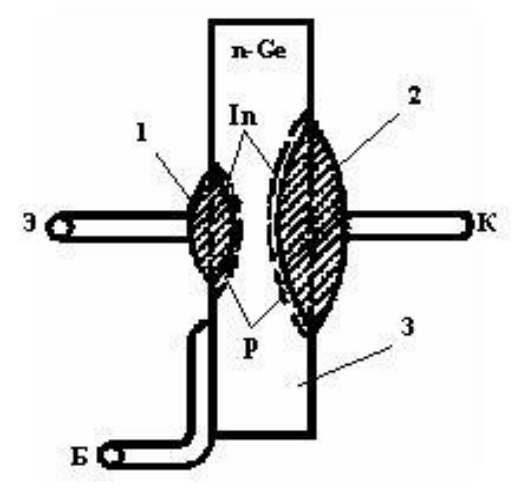


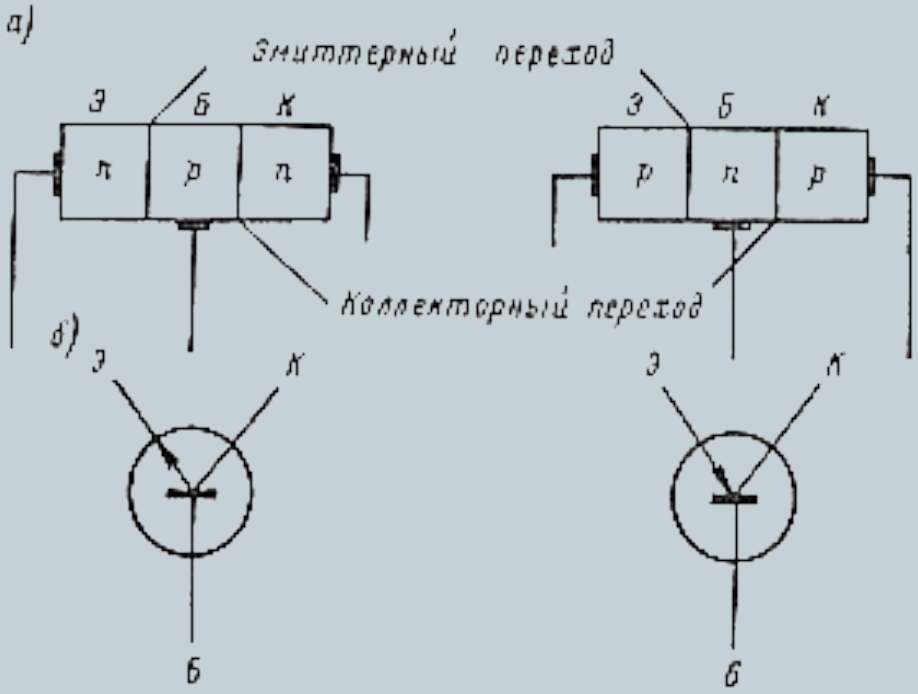
Биполярным транзистором

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

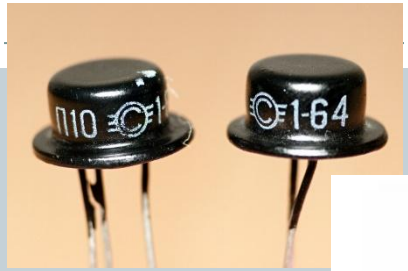
Типы транзисторов

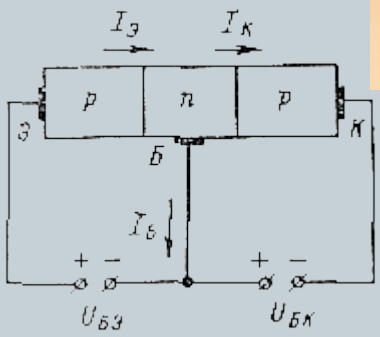
- В настоящее время промышленность выпускает только ***плоскостные***.

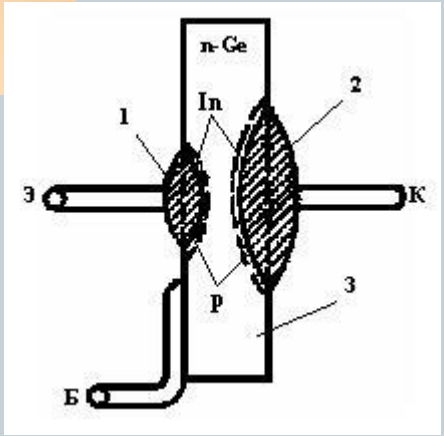
<u>По принципу работы они делятся на:</u>

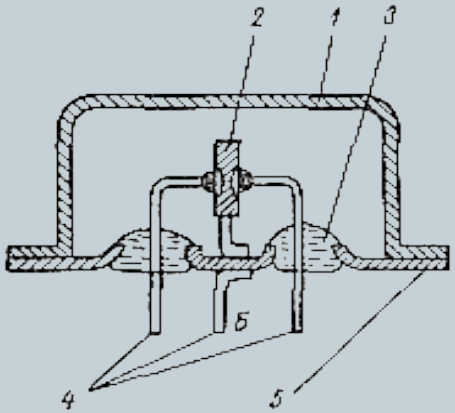
- транзисторы, у которых внутри базы отсутствует электрическое поле, а носители зарядов перемещаются в результате диффузии - *диффузионные*
- на транзисторы, у которых внутри базы имеется электрическое поле, под действием которого и происходит дрейф носителей тока через базу – *дрейфовые*

Конструкция плоскостного транзистора









$I_э = I_{о.н.э} + I_{о.н.б}$

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

$I_{о.н.б}$ — 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

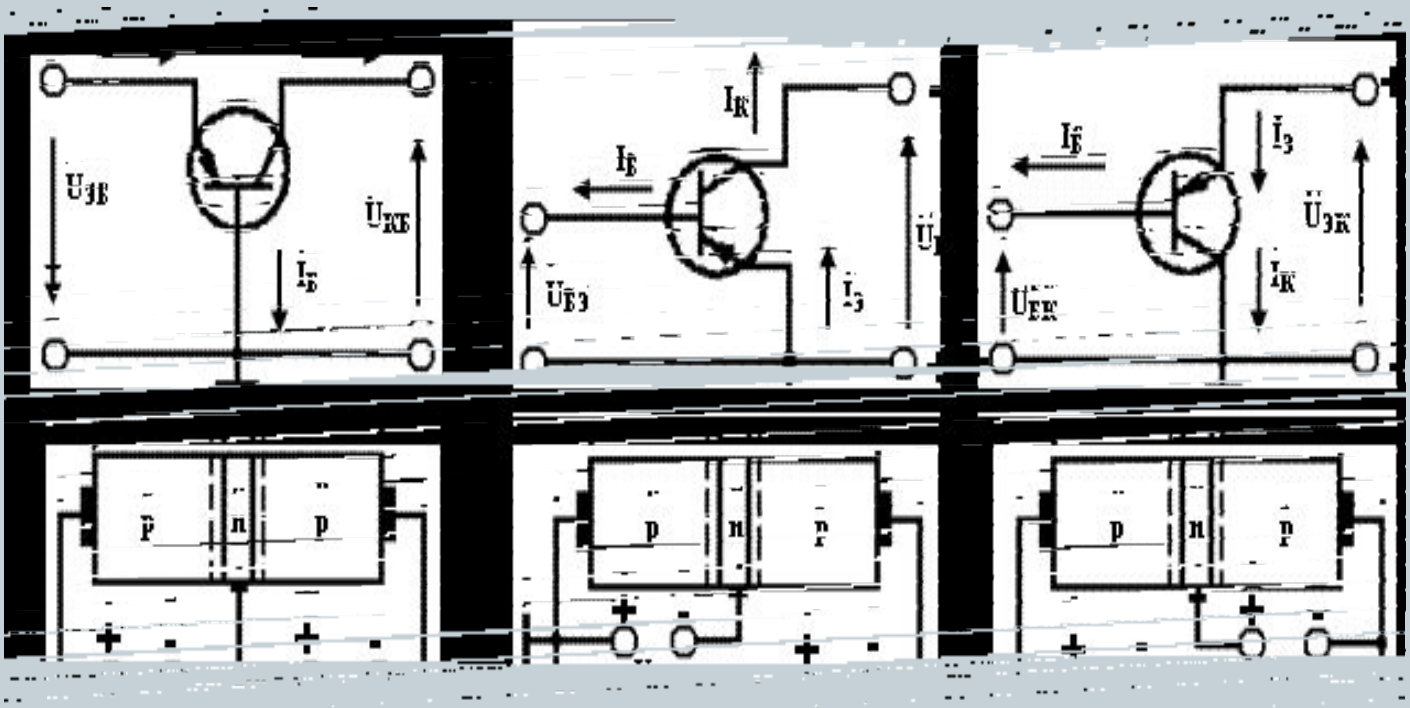
- 1) PNP транзисторы открываются напряжением отрицательной полярности, NPN - положительной.

  2) PNP пропускают ток от эмиттера к коллектору, NPN - наоборот.

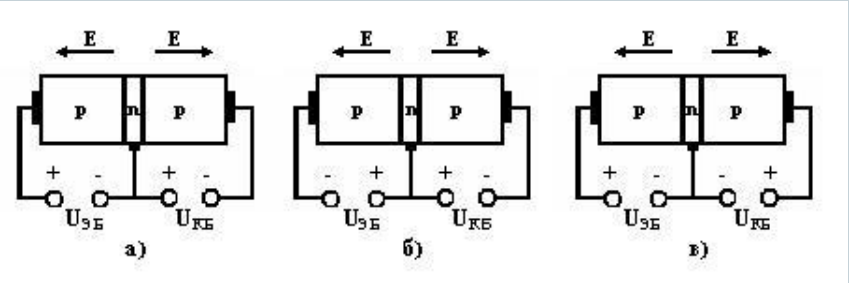
  3) В NPN транзисторах основные носители заряда - электроны, а в PNP - дырки, которые менее мобильны

Схемы включения

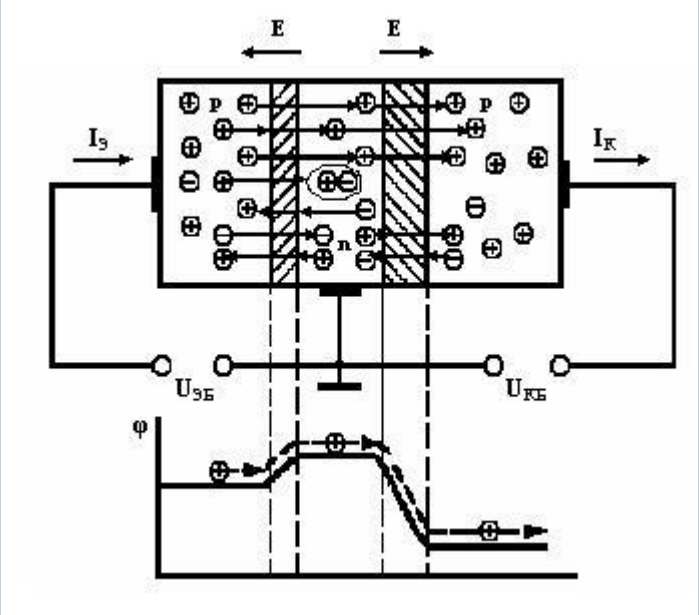
с общей базой (ОБ); с общим эмиттером (ОЭ); с общим коллектором (ОК)



- 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 p-n-переходах противоположное, включение называют **инверсным** (в). В последнем случае коллектор выполняет роль эмиттера, а эмиттер – роль коллектора.

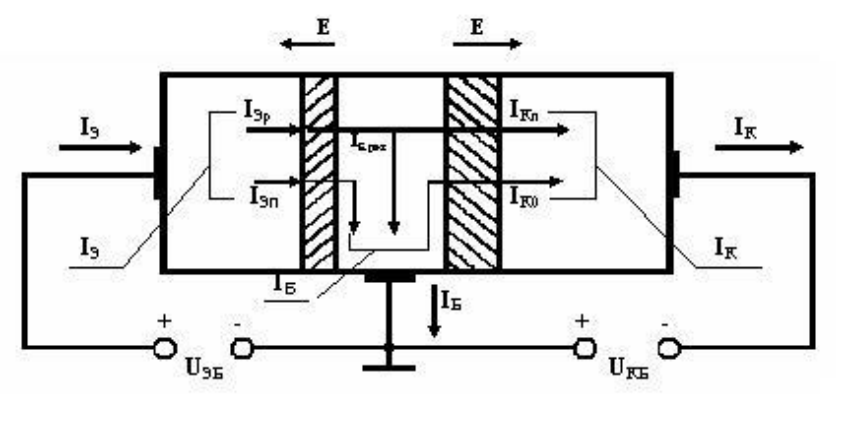


Работа биполярного транзистора в активном режиме



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

Токи биполярного транзистора



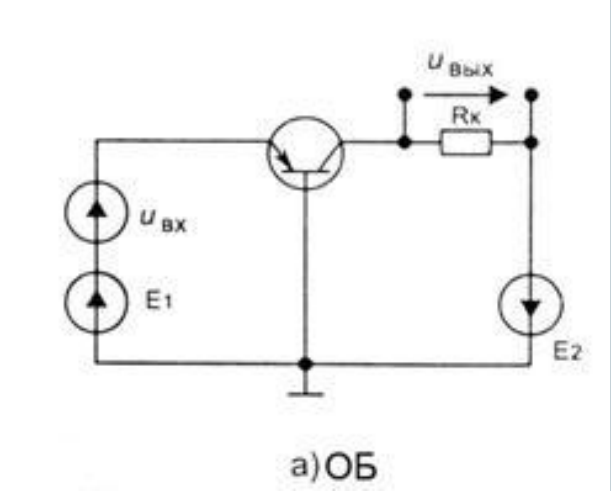
- В эмиттере дырки создают ток , а в коллекторе они представляют собой дырочную составляющую тока коллектора
- Через эмиттер протекает электронный ток
- В базе протекают ток , образованный электронами, инжектированными в эмиттер, ток рекомбинации и обратный ток коллекторного перехода

(по 1-ому закону Кирхгофа)

Схемы включения транзисторов

Схема с ОБ

- Значение Iк близко к значению Iэ.
- Усиление по U и р.
- Изменение Uэ вызовет изменение Iэ и Iк :
- 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

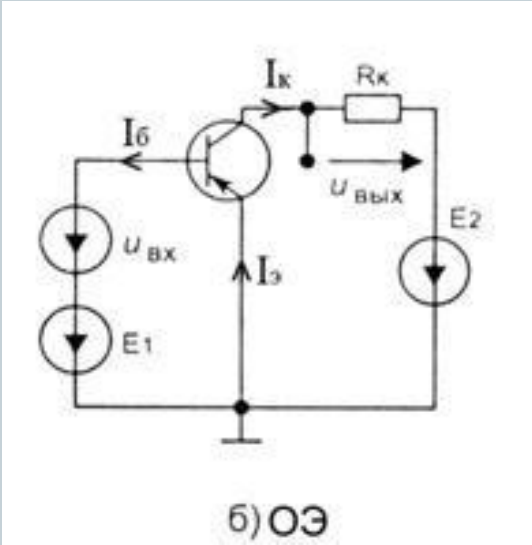


В схеме происходит усиление малого переменного входного сигнала.

Схемы включения транзисторов

Схема с ОЭ

- В схеме с происходит усиление и по I и U, р.
- Iб<Iэ



Статические характеристики

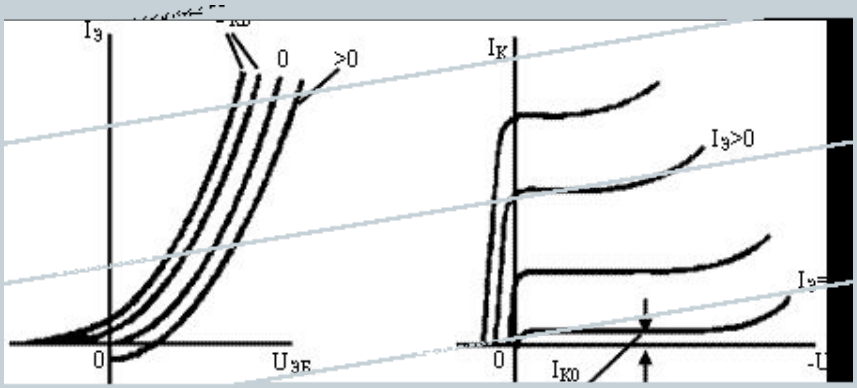
- описывают взаимосвязь между входными и выходными токами и напряжениями транзистора, когда в цепи коллектора нет нагрузки.
- Эти характеристики используют при практических расчетах схем на транзисторах.

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

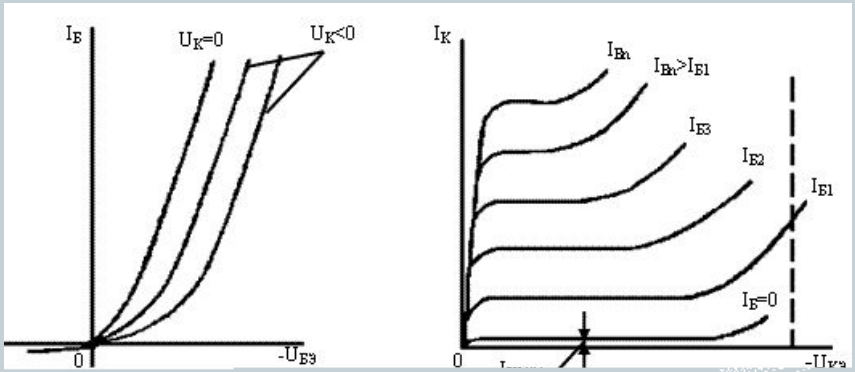
- **входные**
- **выходные**

Входные и выходные статические характеристики

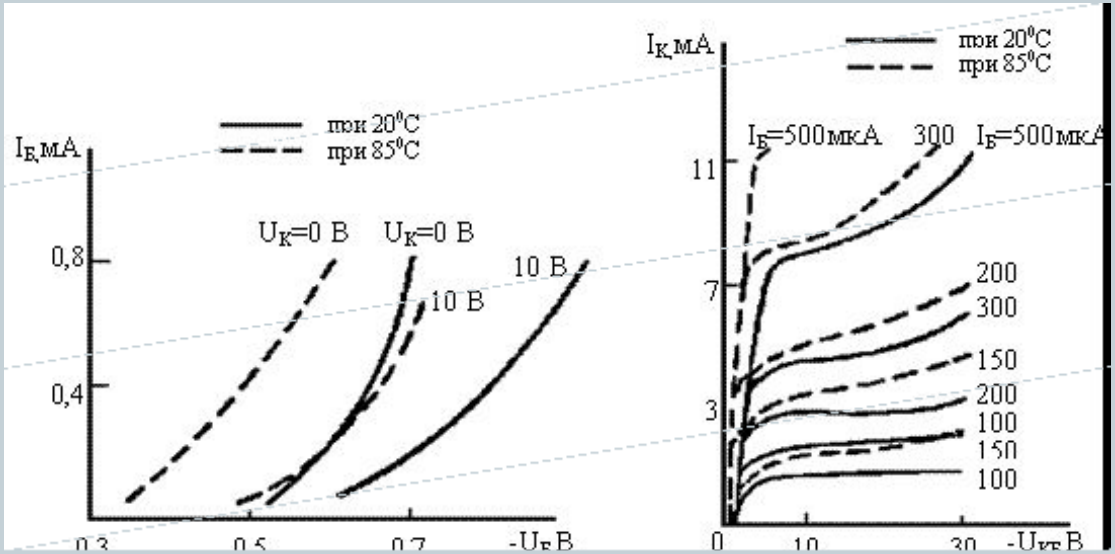
для схемы с ОБ



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 **Кремниевые**	1—100 101—200	201—300 301—400	401—500 501—600	601—700 —

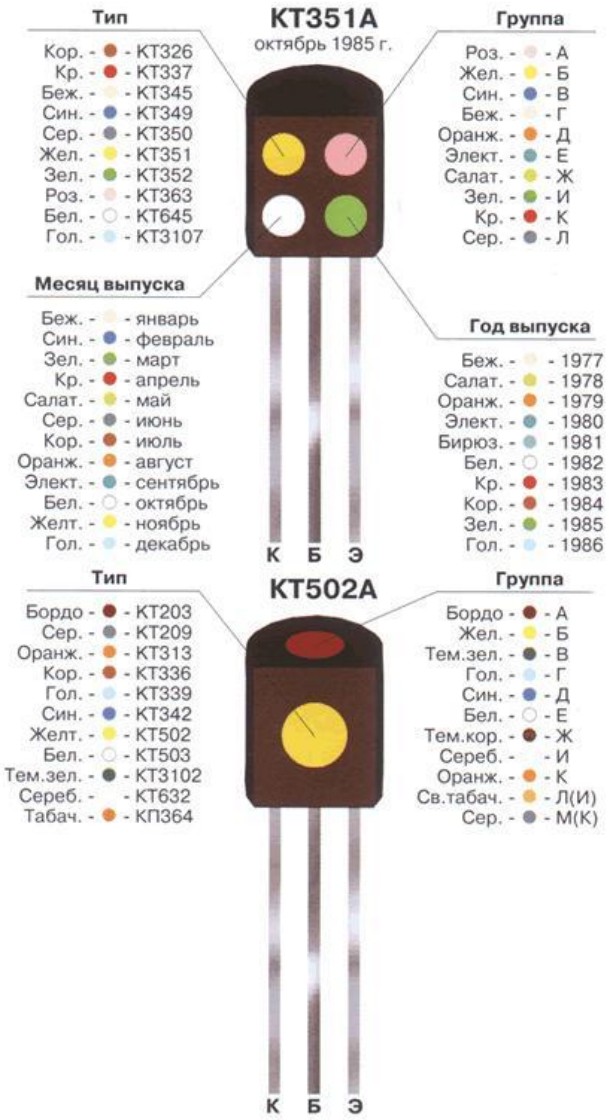
- третий элемент — разновидность прибора данного типа.

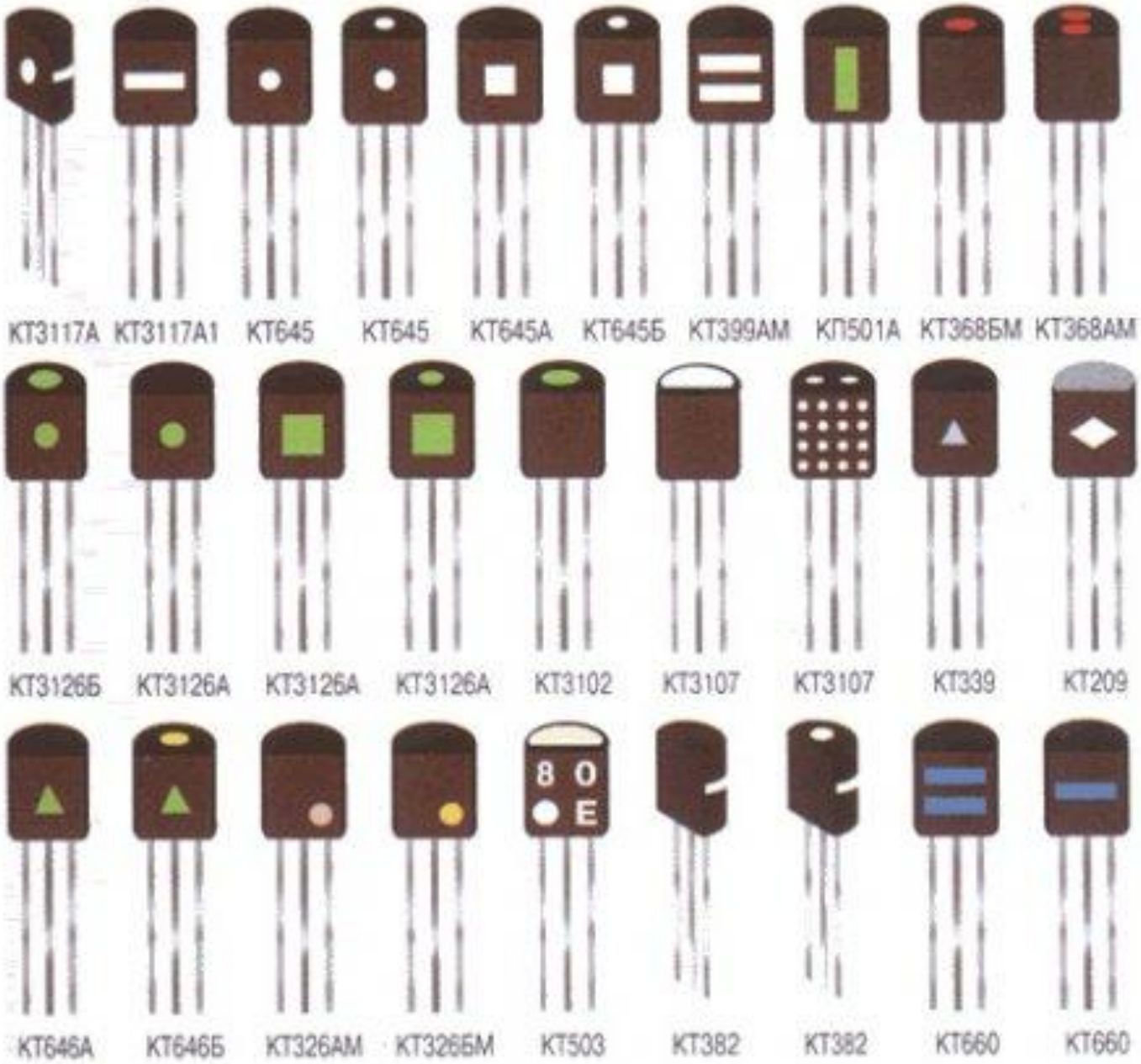
Транзисторы в корпусе типа КТ-26

На верхнее основание наносят цветную точку, означающую группу транзистора

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

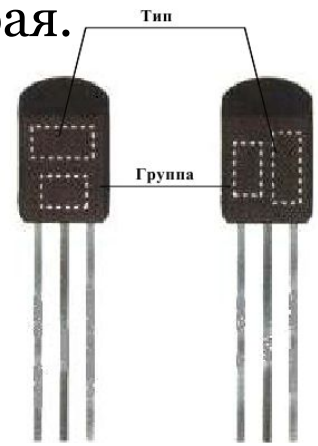
Могут наноситься год и месяц выпуска.



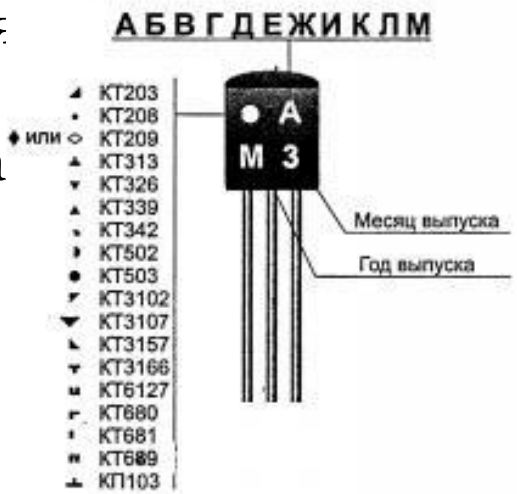

КТ3117А
КТ3117А1
КТ645
КТ645
КТ645А
КТ645Б
КТ399АМ
КП501А
КТ368БМ
КТ368АМ
КТ3126Б
КТ3126А
КТ3126А
КТ3126А
КТ3102
КТ3107
КТ3107
КТ339
КТ209
8 O
E
КТ646А
КТ646Б
КТ326АМ
КТ326БМ
КТ503
КТ382
КТ382
КТ660
КТ660

Для обозначения группы :

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



Для обозначения даты используют две буквы или букву и цифру.

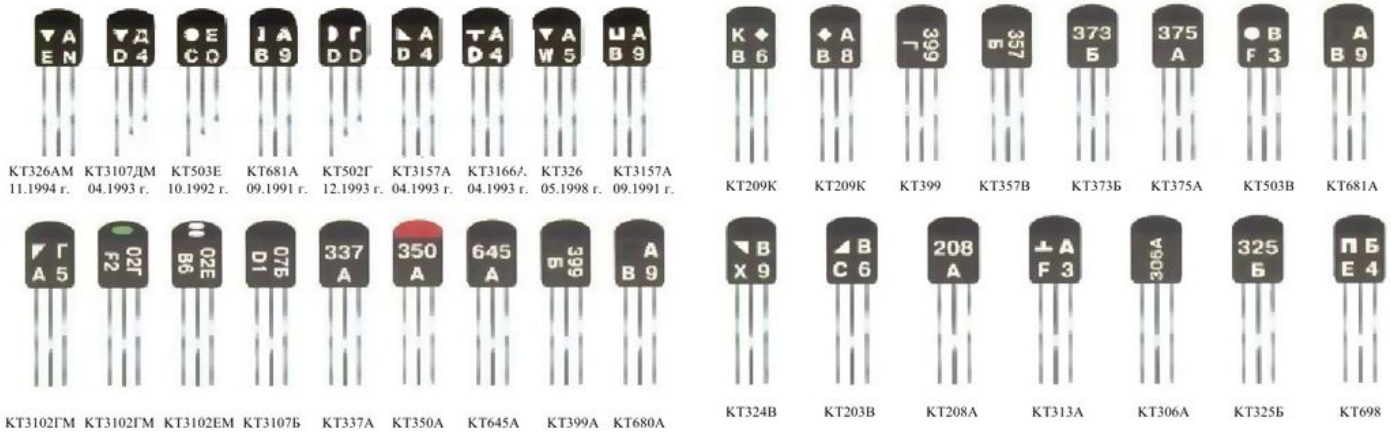


Год выпуска
1986 — U
1987 — M
1988 — W
1989 — X
1990 — A
1991 — D
1992 — C
1993 — D
1994 — E
1995 — F
1996 — H
1997 — I
1998 — K
1999 — L
2000 — M

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

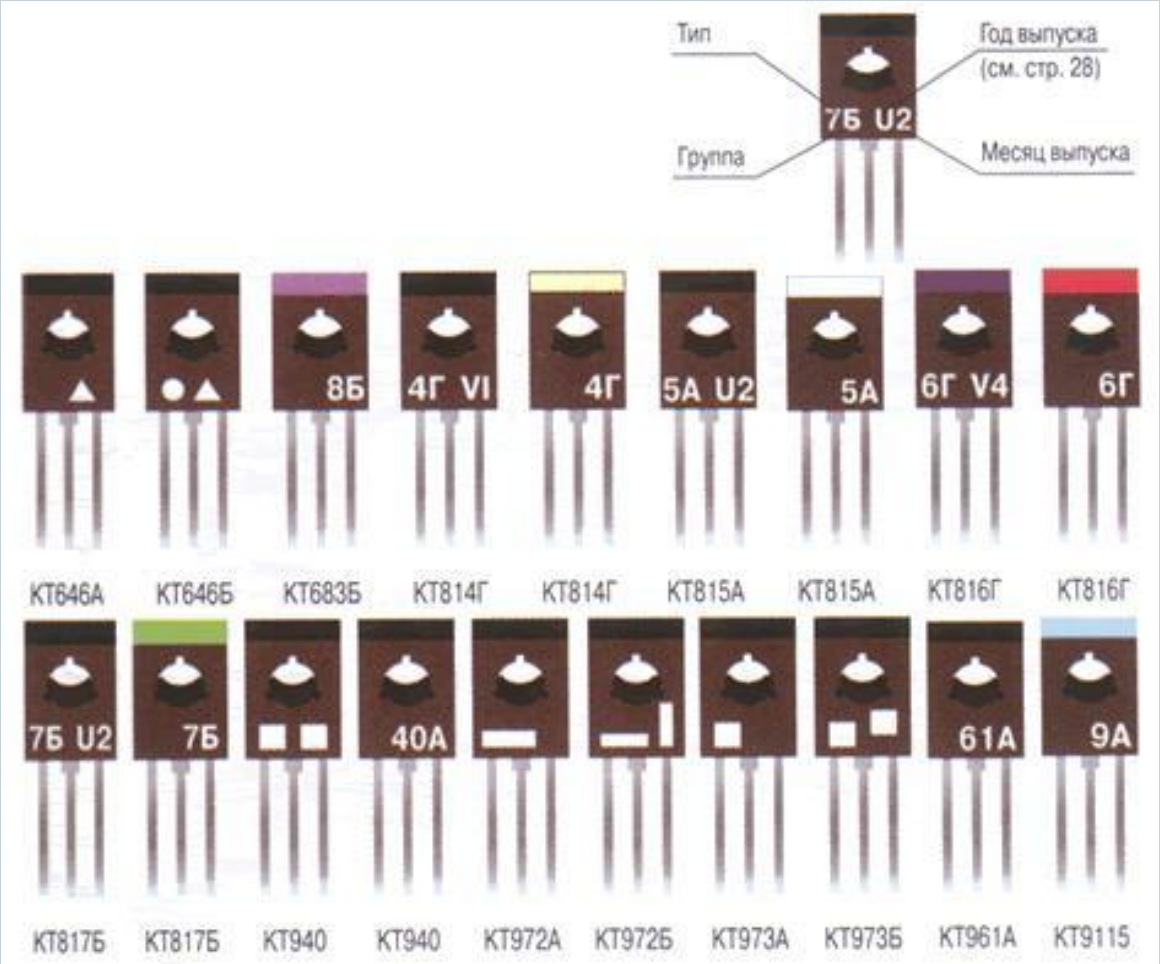
Примеры.

Стандартная кодовая маркировка



Нестандартная кодовая маркировка

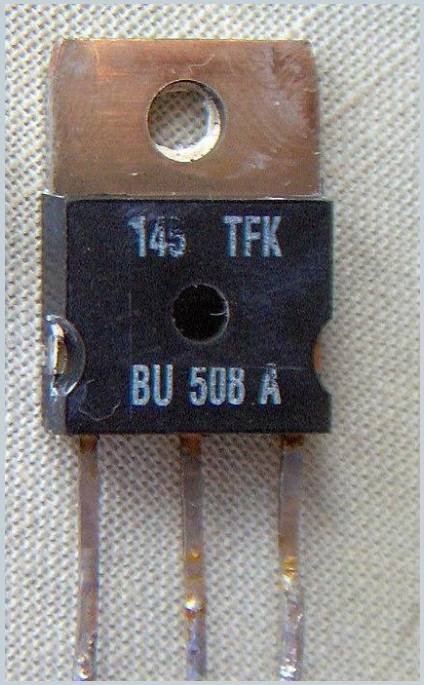
Транзистор в в корпусе КТ-27



Европейская система обозначений PRO ELECTRON

(Элемент 1) Буква — код материала:

- A – германий
- B – кремний
- C – арсенид галлия
- R – сульфид кадмия



(Элемент 2) Буква – назначение

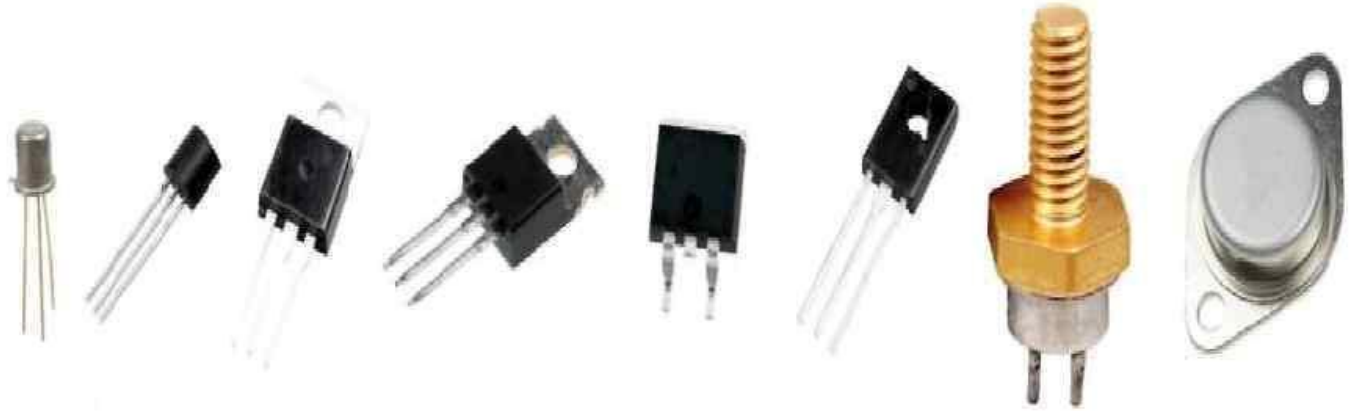
- A — маломощный диод
- B — варикап
- C — маломощный низкочастотный транзистор
- D — мощный низкочастотный транзистор
- E — туннельный диод
- F — маломощный высокочастотный транзистор
- L — мощный высокочастотный транзистор
- P — фотодиод, фототранзистор
- Q — светодиод
- R — маломощный регулирующий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

(Элемент 3) Серийный номер:

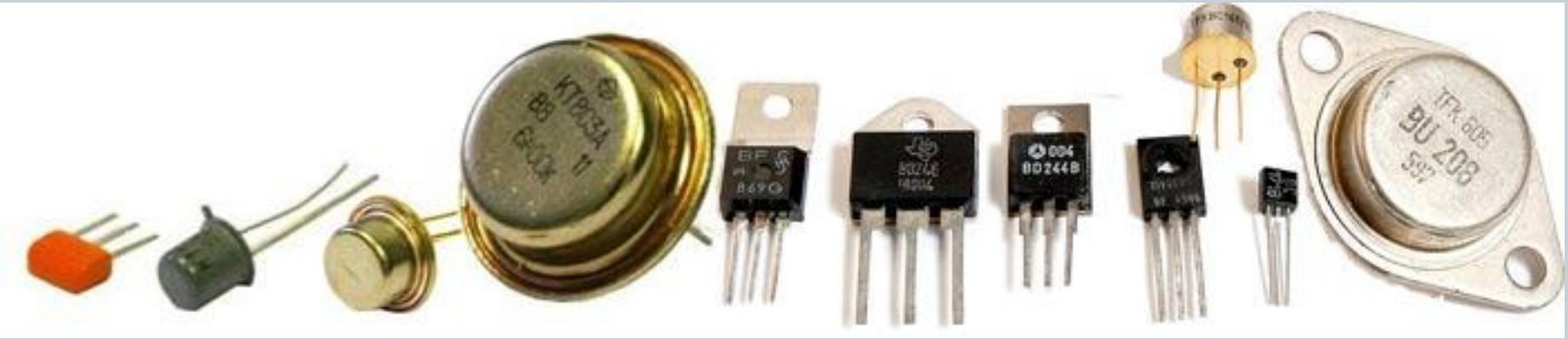
- 100-999 приборы общего назначения
- Z10…A99 приборы для промышленного/специального назначения

(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

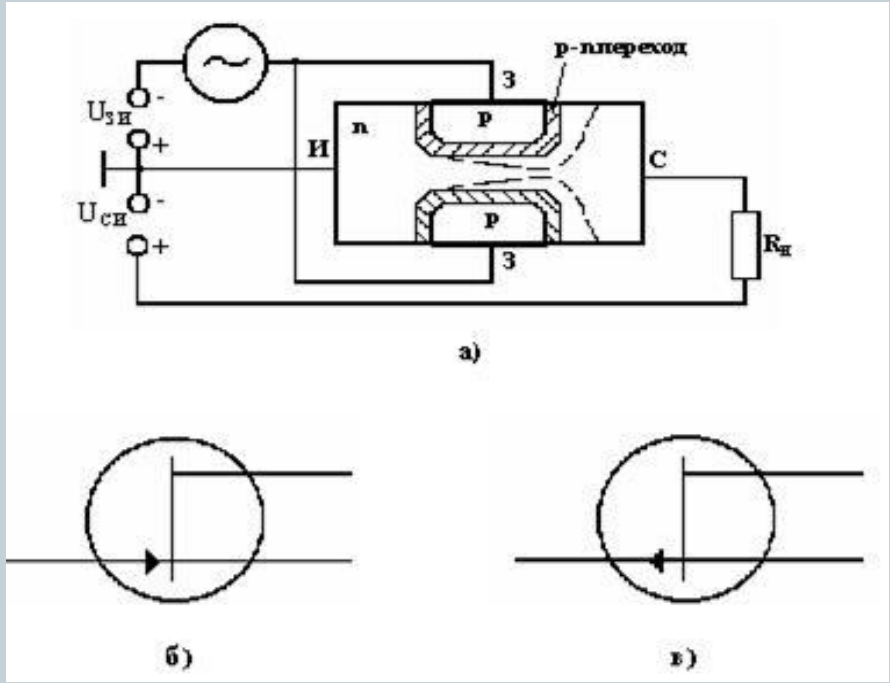
Предназначены для усиления мощности и преобразования электрических колебаний

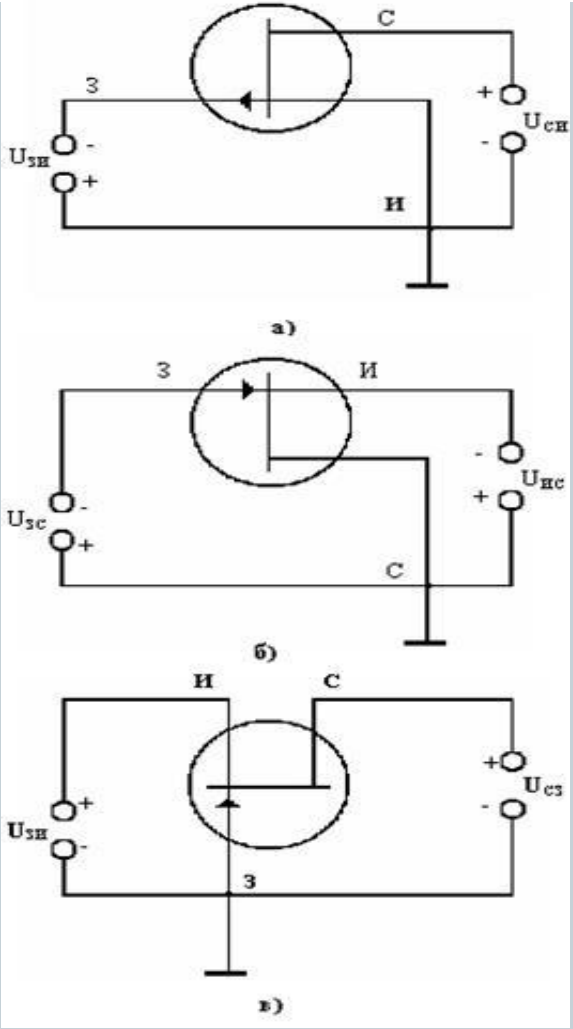
Существует два типа полевых транзисторов:

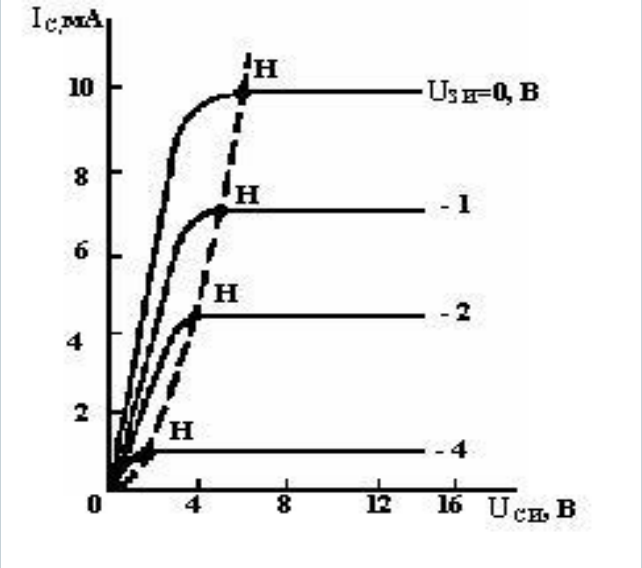
- с управляющим p-n-переходом
- изолированным затвором

с управляющим p-n-переходом

- Часть объема пластины полупроводника, расположенная между p-n-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**.

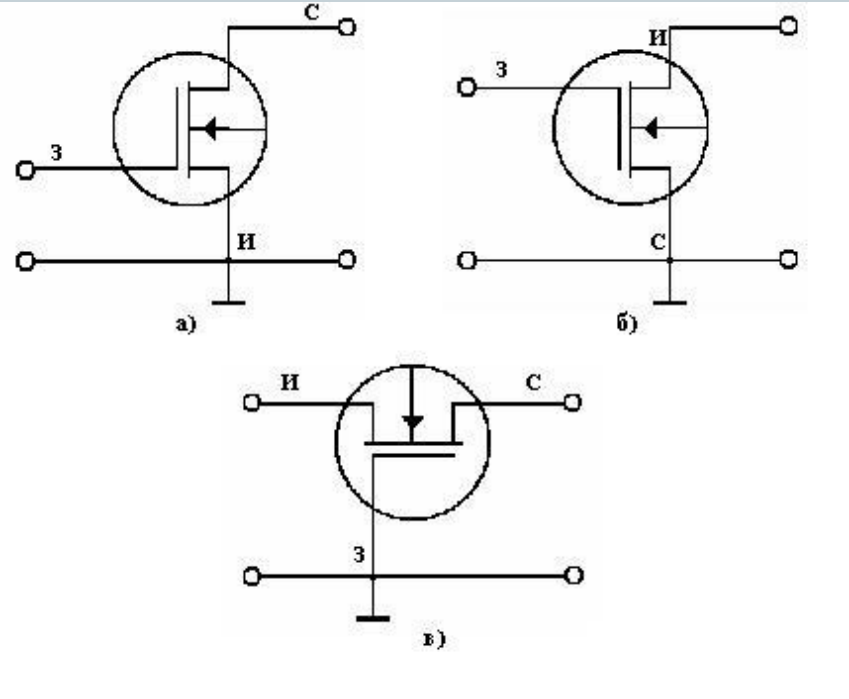


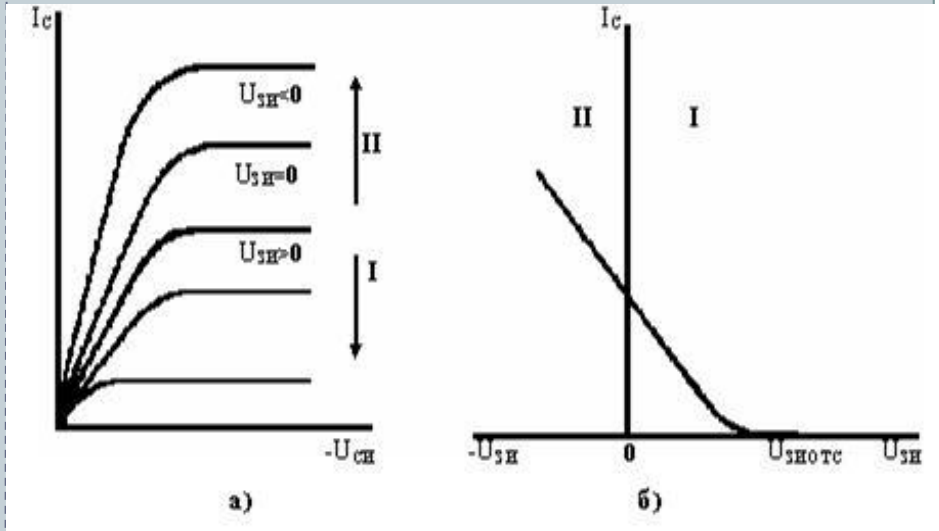

С
З
+
Uси
-
Uзи
-
+
И
а)
З
И
-
Uис
+
Uзс
-
+
С
б)
И
С
+
Uсз
-
Uзи
+
-
З
в)

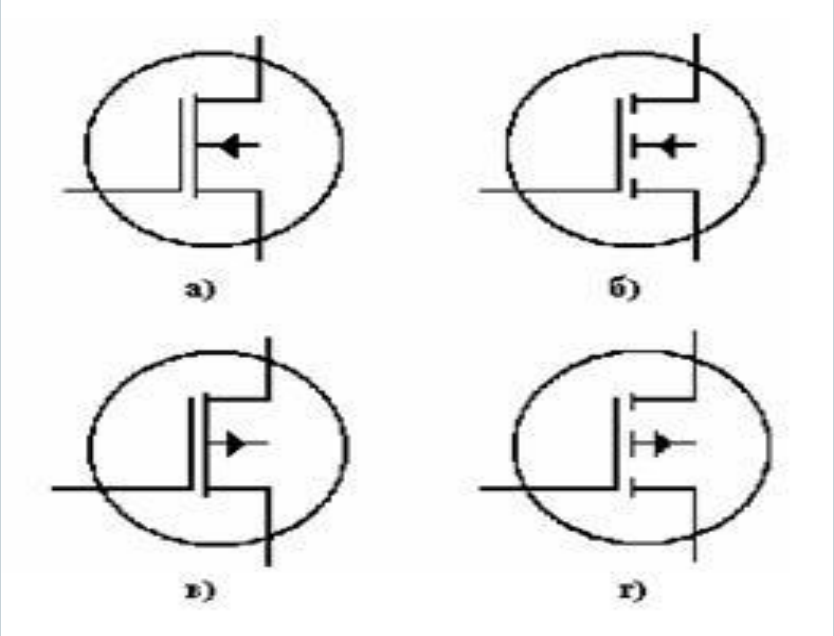

Iс,мА
10
8
6
4
2
0
4
8
12
16
Uси, В
Н
Uзи=0, В
Н
- 1
Н
- 2
Н
- 4

с изолированным затвором

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


С
З
И
а)
И
З
С
б)
И
С
З
в)


Ic
Uзи<0
Uзи=0
Uзи>0
II
I
-Uси
а)
Ic
II
I
-Uзи
0
Uзиотс
Uзи
б)

условные обозначения МДП-транзистора

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