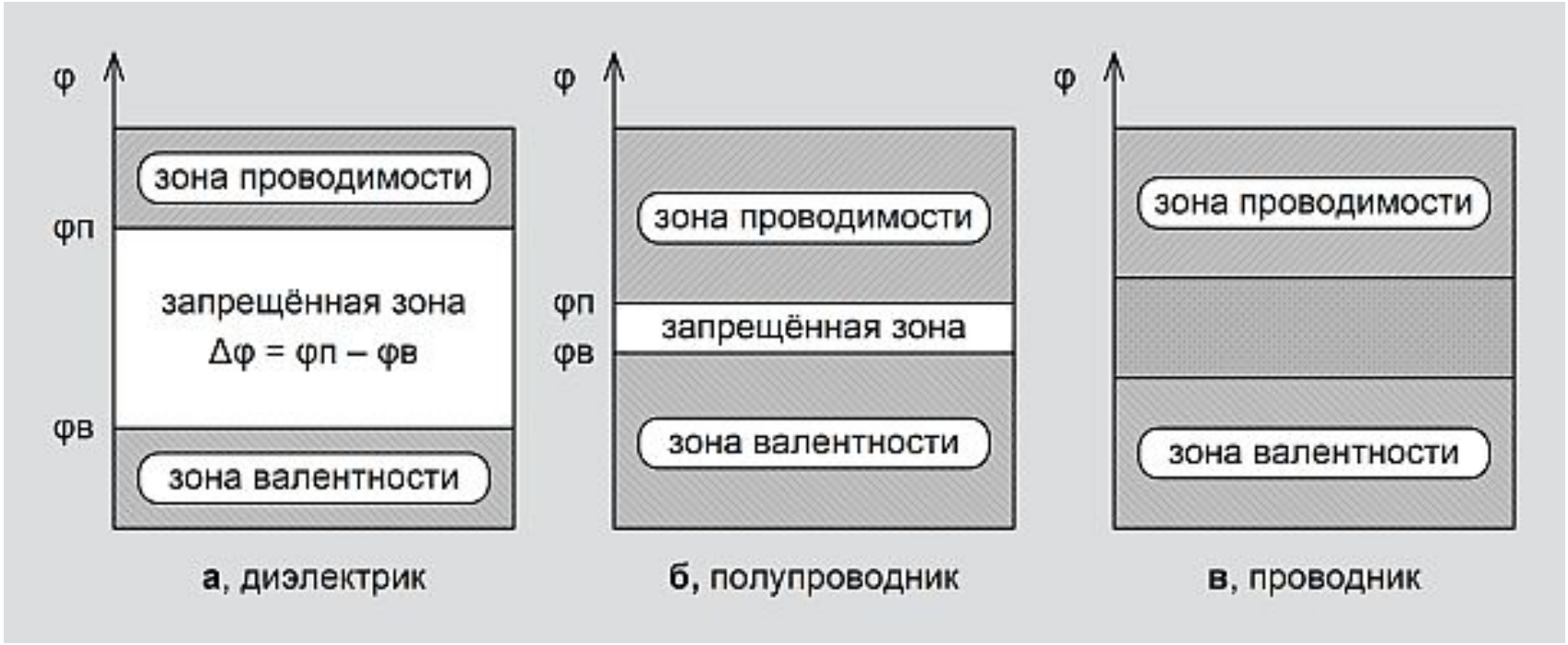
Элементы зонной теории проводимости



Характерные значения ширины запрещённой зоны в полупроводниках составляют 0,1—4 эВ. Кристаллы с шириной запрещённой зоны боле 4 эВ обычно относят к диэлектрикам.

В проводниках зоны перекрываются

Один электронвольт равен энергии, которая необходима для переноса электрона в электростатическом поле между точками с разницей потенциалов в 1 В.

$$A = g * U$$

$$g_{\acute{y}} = 1{,}602... * 10^{-19}\ \hat{E}\ddot{e}$$

1 эВ = 1,602 176 487(40)×10^{-19} Дж

Три способа сообщить энергию электронам.

1. Нагреванием (увеличивается кинетическая энергия)
2. Электрическое поле
3. Излучение (свет, радиация).

Понижение температуры до абсолютного нуля

Проводники становятся сверхпроводниками,
Полупроводники становятся диэлектриками,
Диэлектрики остаются диэлектриками

Повышение температуры

Проводники остаются проводниками проводимость уменьшается
Полупроводники – проводимость увеличивается
Диэлектрики остаются диэлектриками

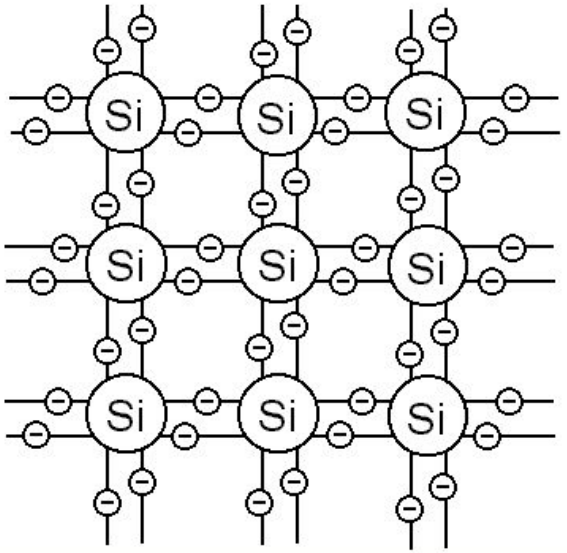
Собственная проводимость полупроводников

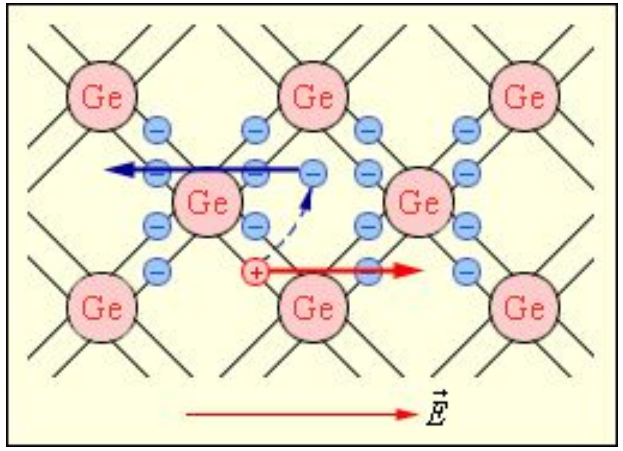
В полупроводнике количество электронов и дырок одинаково, так как каждый свободный электрон порождает дырку.

Общее количество носителей в полупроводнике равно сумме электронов и дырок. Это собственные носители полупроводников

Ток в полупроводнике определяется суммой дырочного и электронного токов

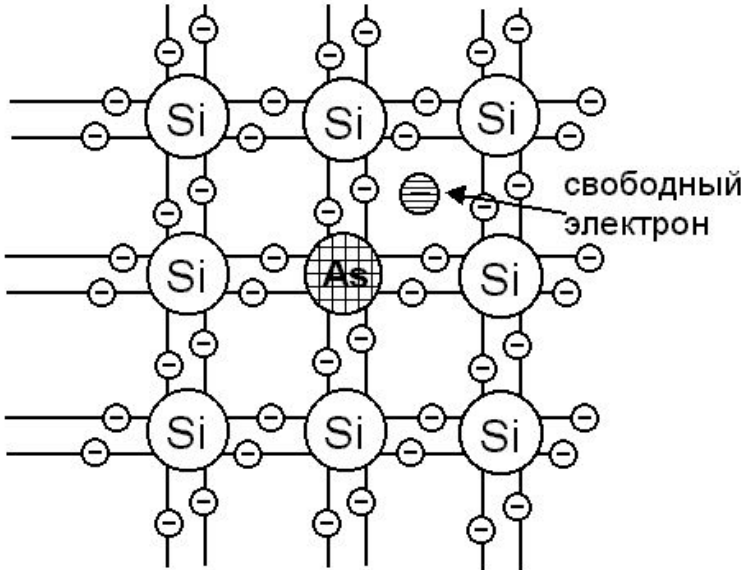
Проводимость полупроводника определяется концентрацией носителей и их подвижностью.

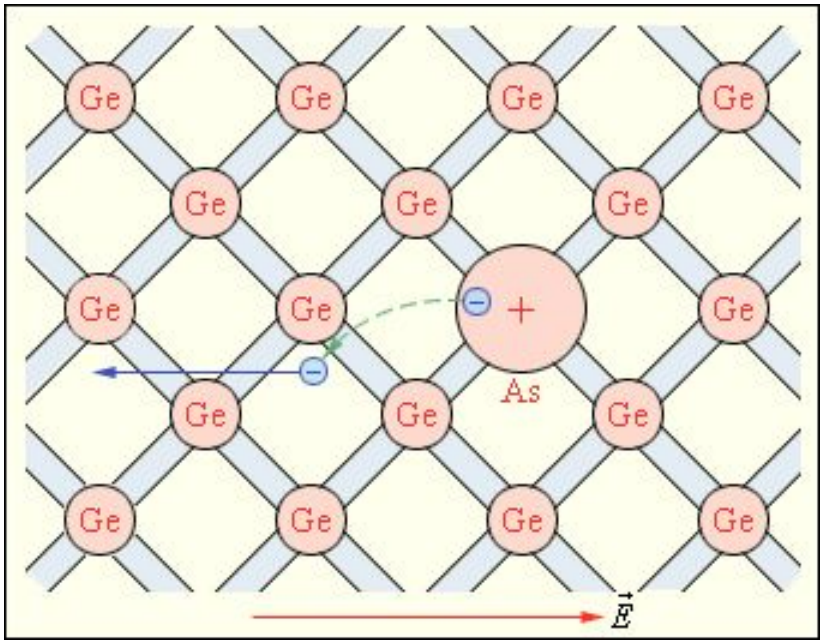




Примесная проводимость полупроводника.

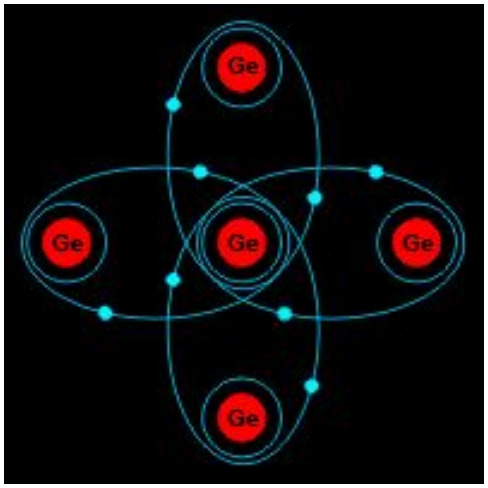
Полупроводник n -типа. (Донорная примесь)

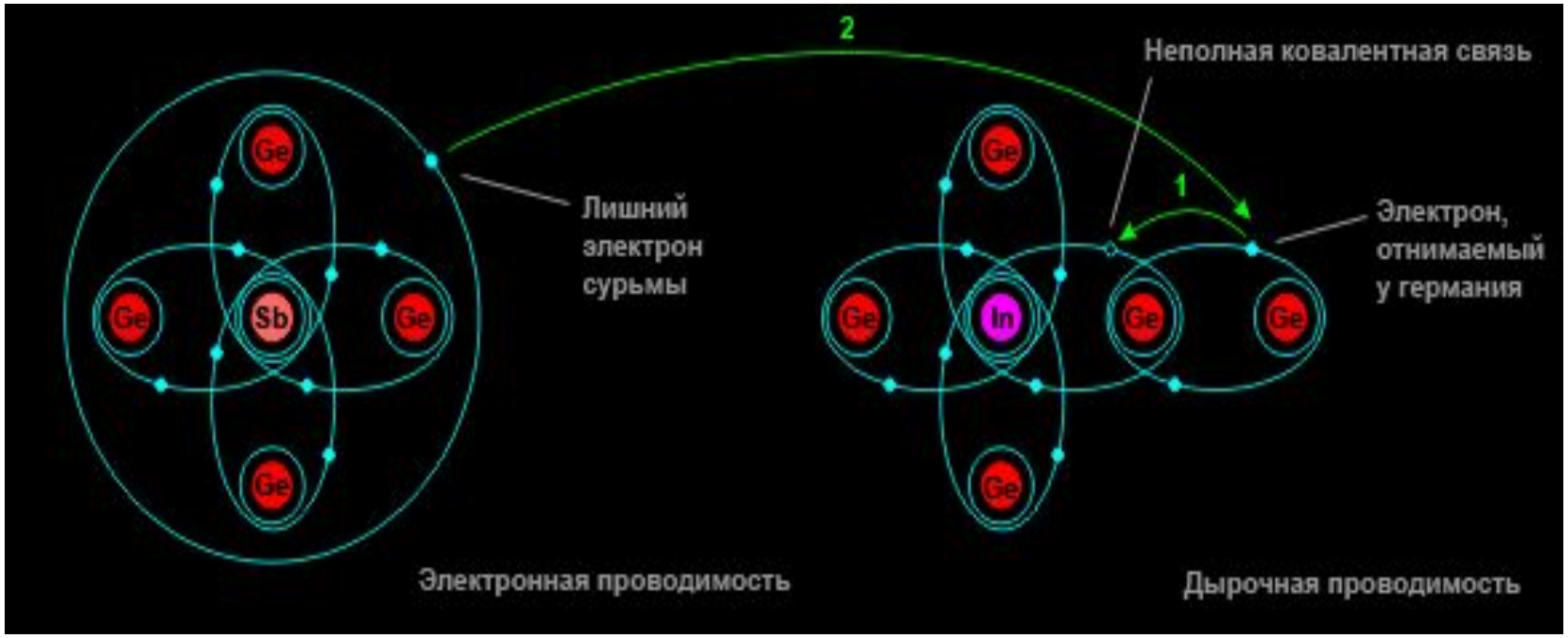




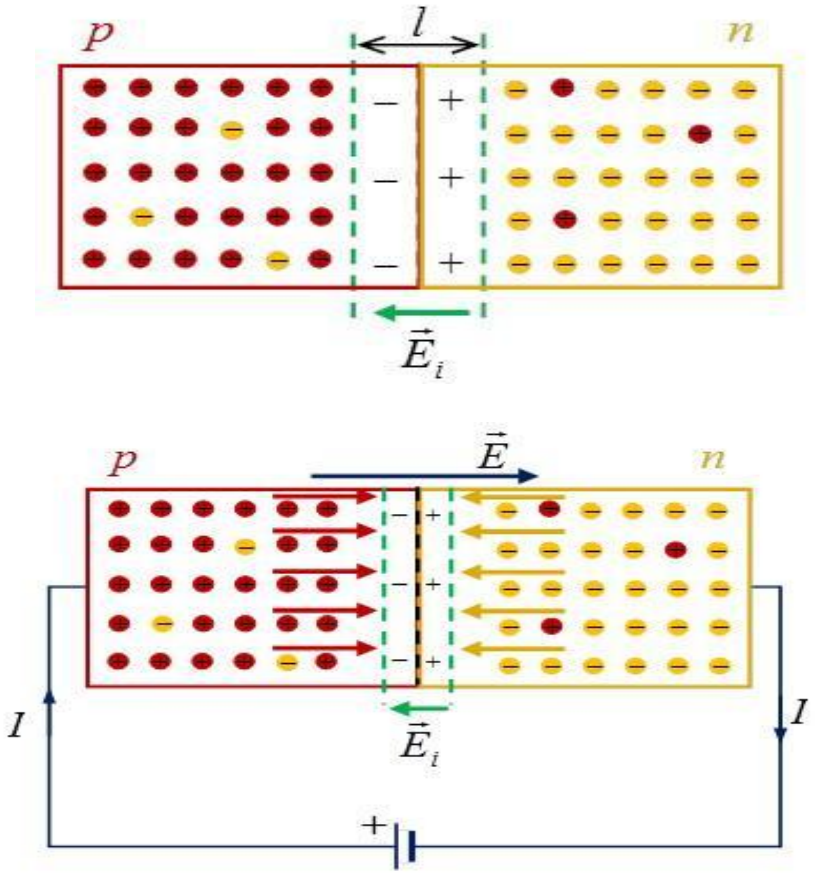
Количество таких свободных электронов будет равно количеству атомов примеси, например 10^{15} на см3. Такие свободные электроны называют примесными.

Электроны-основные носители, дырки- неосновные носители

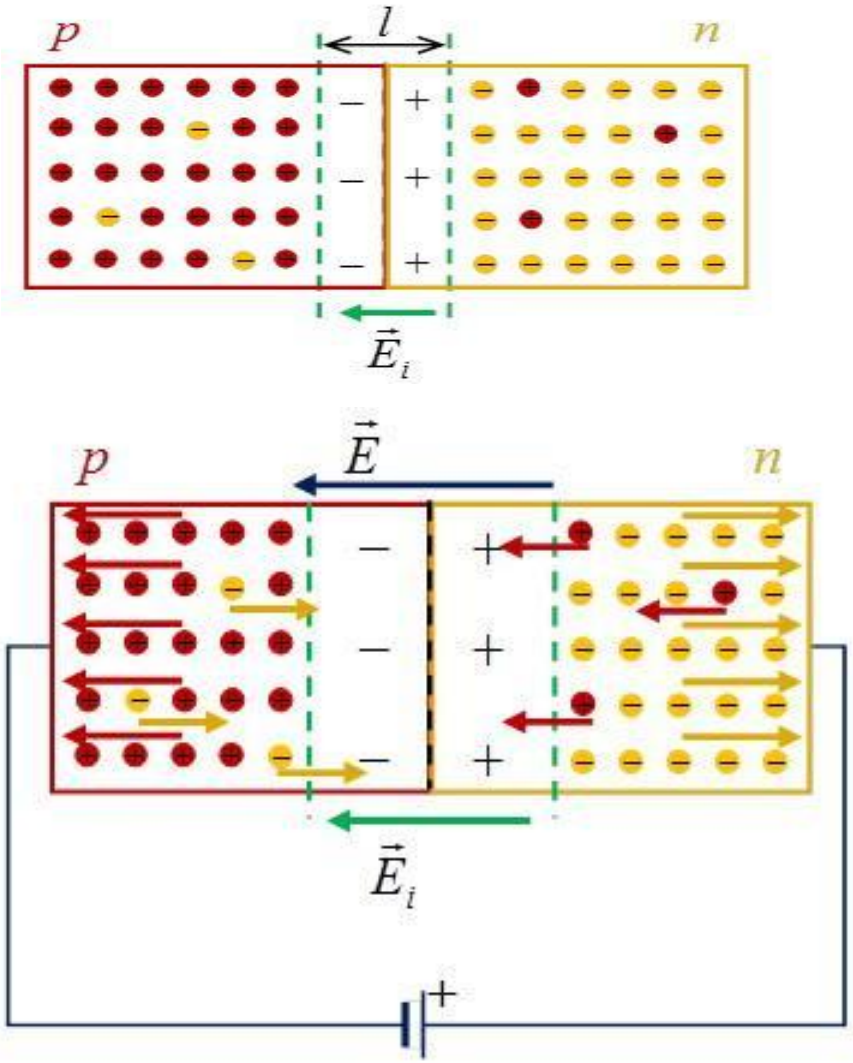

Ge
Ge
Ge
Ge
Ge

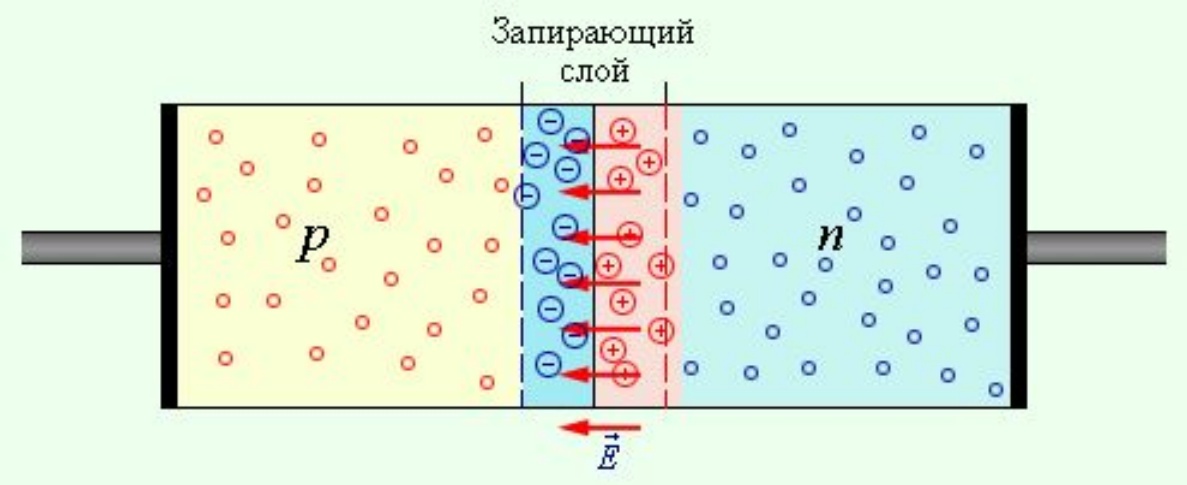

2
Неполная ковалентная связь
1
Лишний электрон сурьмы
Электрон, отнимаемый у германия
Ge
Sb
In
Электронная проводимость
Дырочная проводимость

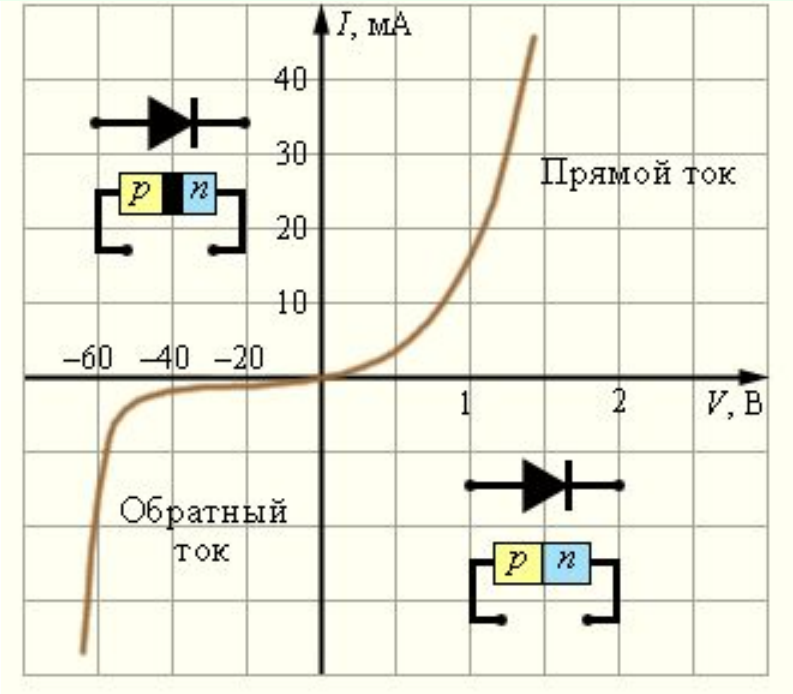
P-N переход прямое включение



Обратное включение

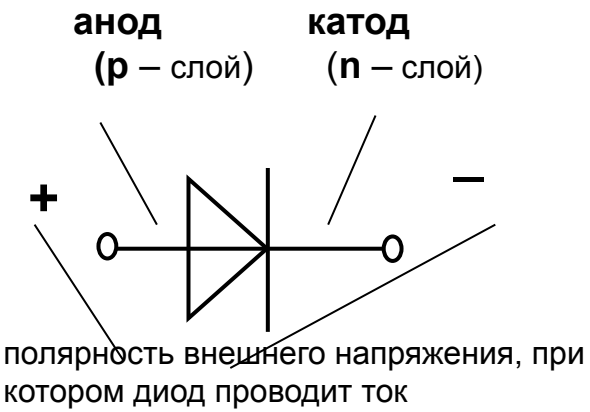



Запирающий
слой
p
n
E


I, мА
40
30
20
10
–60
–40
–20
1
2
V, В
Прямой ток
Обратный
ток
p
n
p
n

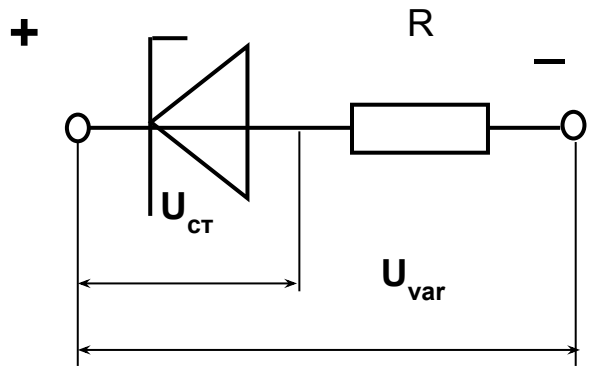
Полупроводниковые диоды

Полупроводниковый диод – это прибор с двухслойной P-N структурой и одним P-N переходом.



полярность внешнего напряжения, при котором диод проводит ток

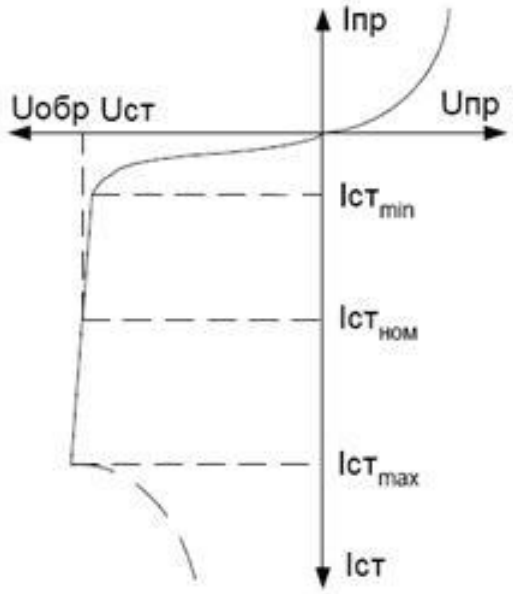
Стабилитрон



Принцип действия.

При напряжении Uvar , большем потенциального барьера,
имеет место электрический пробой,
вследствие которого напряжение на стабилитроне равно барьеру,
остальное падает на резисторе R.

Вольт-амперная характеристика стабилитрона



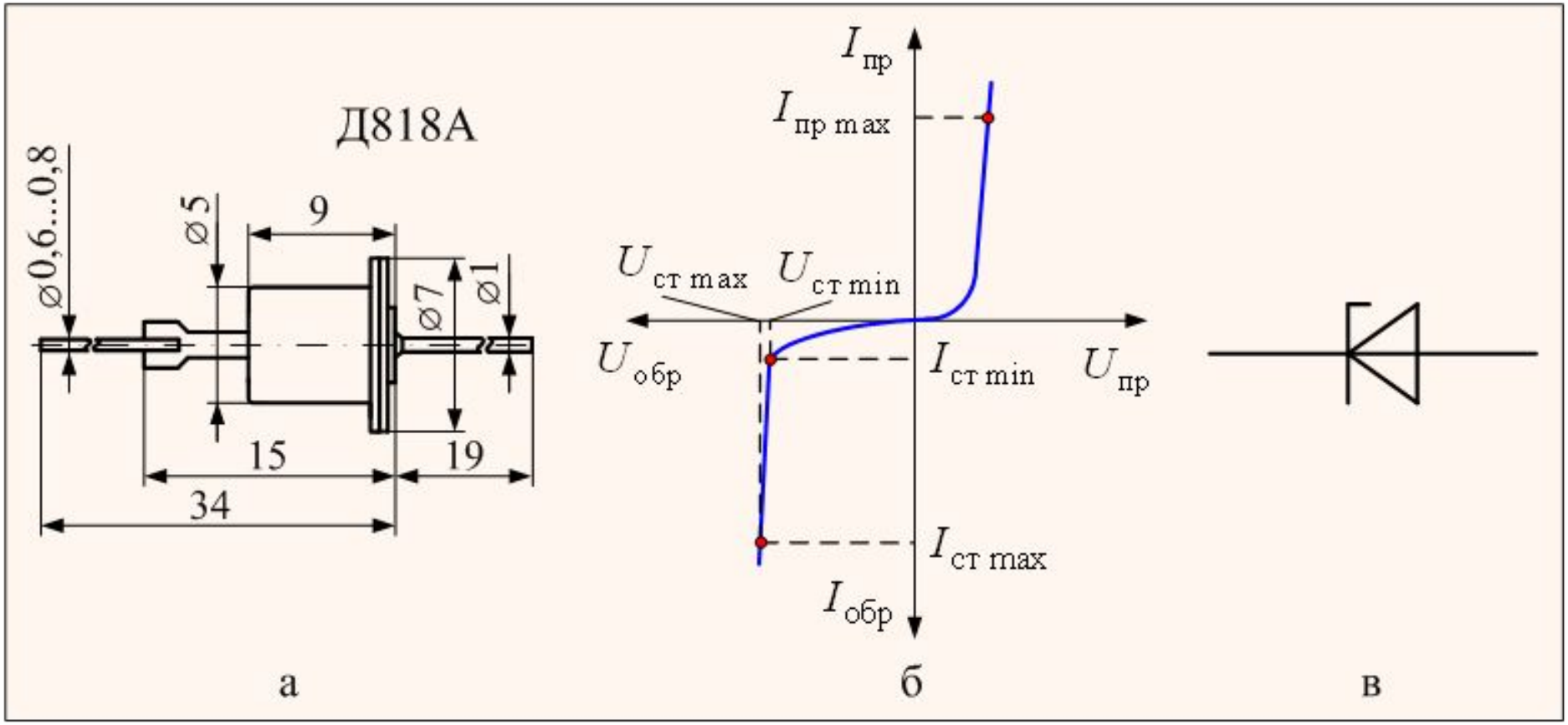
Рабочим участком является участок электрического пробоя.
Uстаб. – напряжение стабилизации
Iстаб.min – минимальный ток стабилизации
Iстаб.max – максимальный ток стабилизации

Основные параметры

1.**напряжение стабилизации** (обратное пробивное) 3≤ **Uст**≤200В

2. максимально допустимый ток 10ма ≤ **Iст**≤ 10А

3. динамическое сопротивление Rд= ΔUст /ΔIст; должно **быть Rд→0.**


Д818А
⌀0,6...0,8
⌀5
9
⌀7
⌀1
15
19
34
а
$I_{пр}$
$I_{пр\ max}$
$U_{ст\ max}$
$U_{ст\ min}$
$U_{обр}$
$I_{ст\ min}$
$U_{пр}$
$I_{ст\ max}$
$I_{обр}$
б
в

Параметрический стабилизатор напряжения

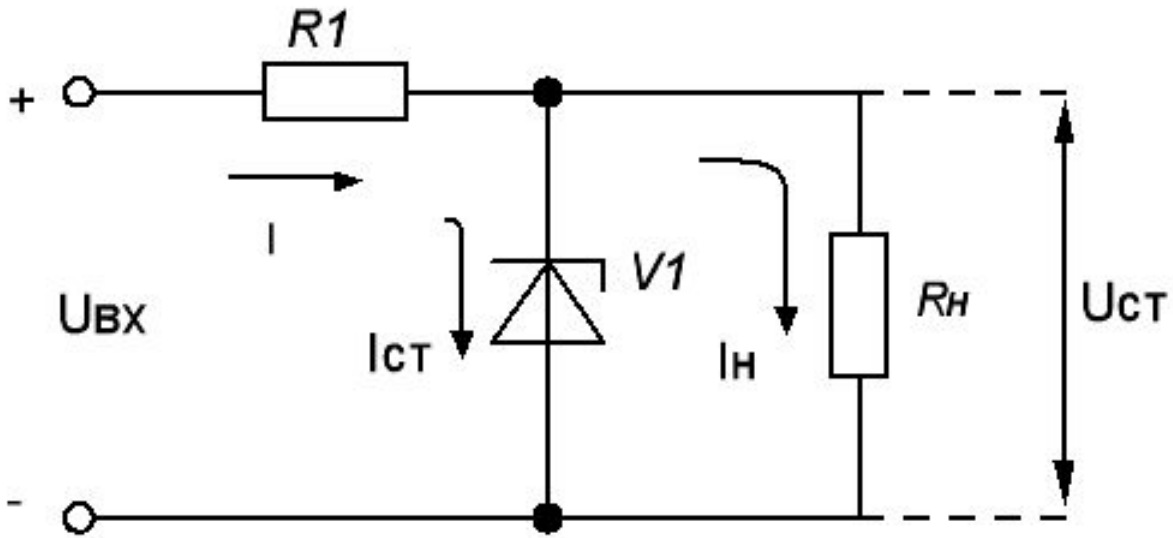
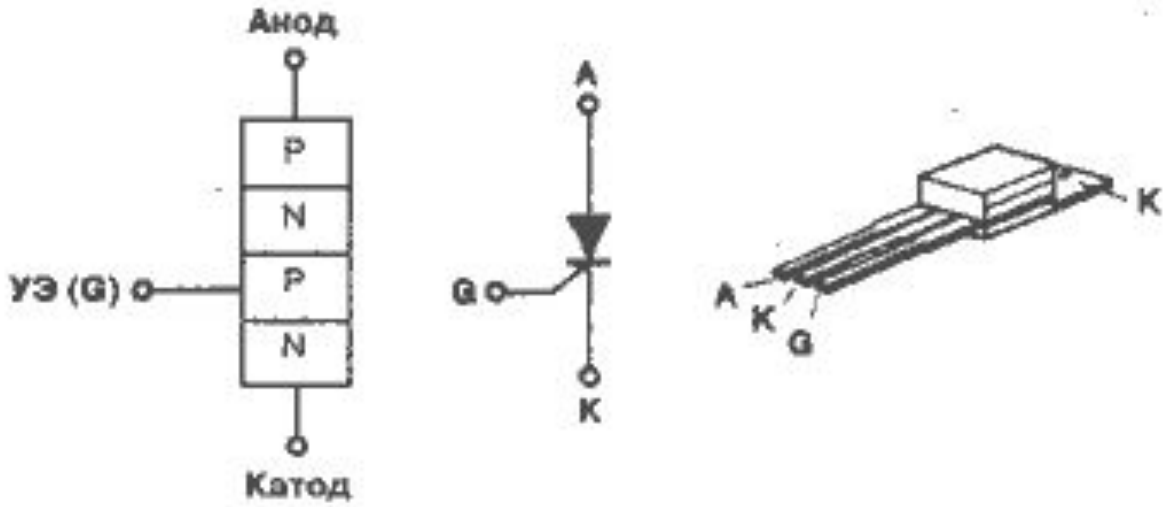


Рис.3

Тиристор имеет четырехслойную p-n-p-n-структуру с тремя выводами: анод (А), катод (К) и управляющий электрод (G



Триак-симистор двунаправленный тиристор

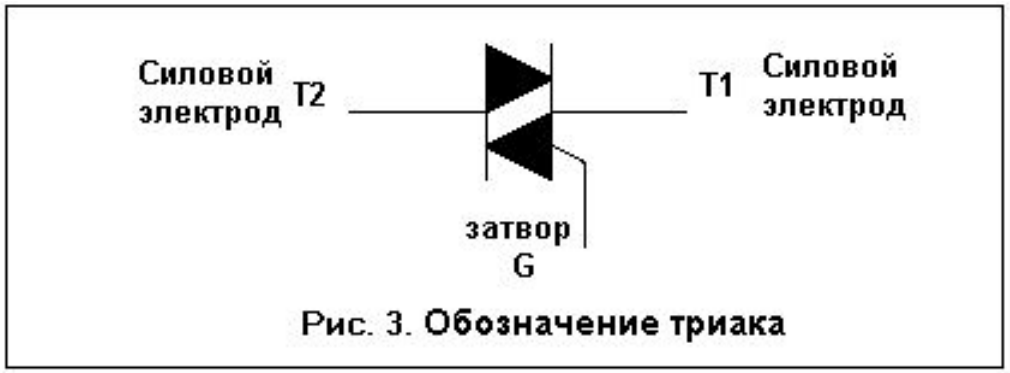
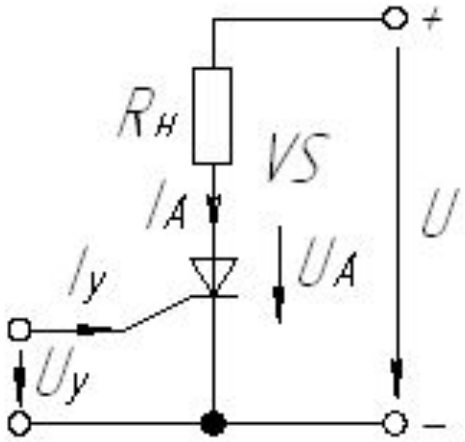
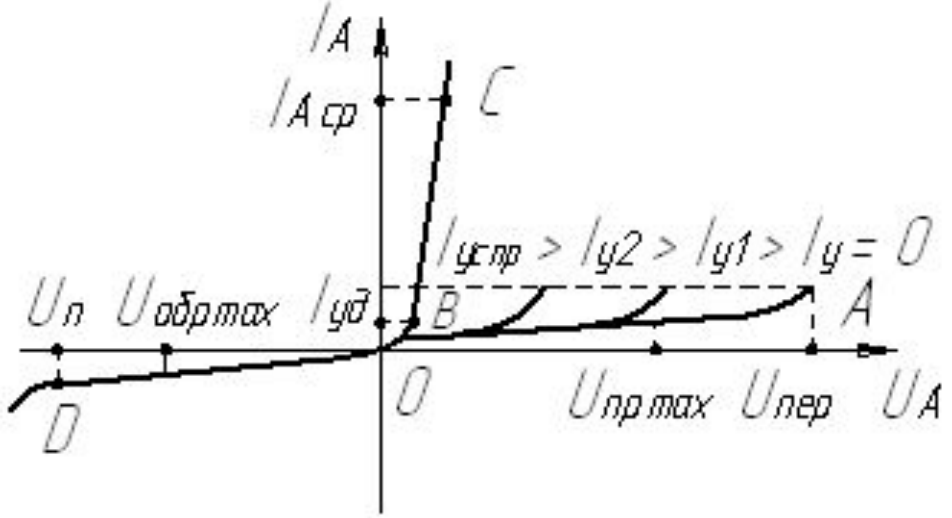


Рис. 3. Обозначение триака

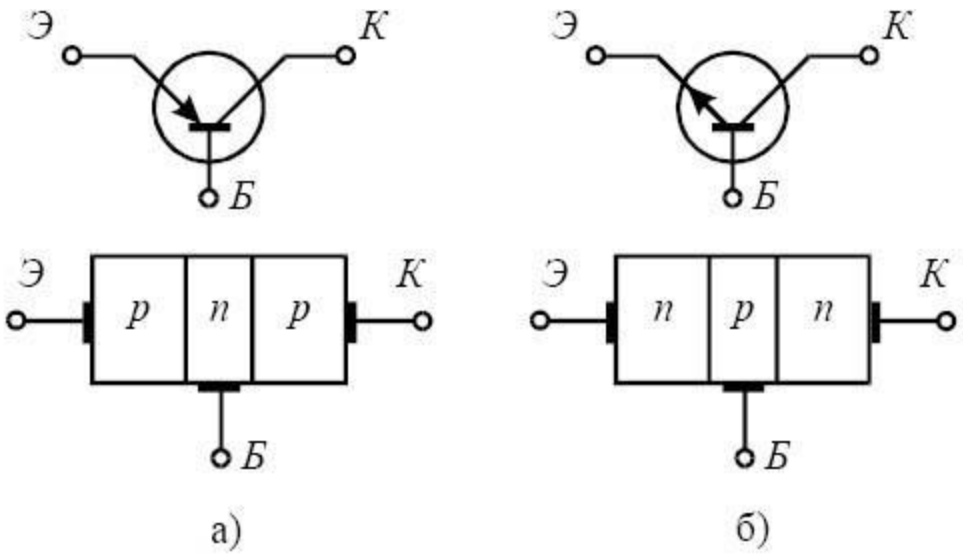

+
$R_н$
VS
I_A
U_A
U
I_y
U_y
–

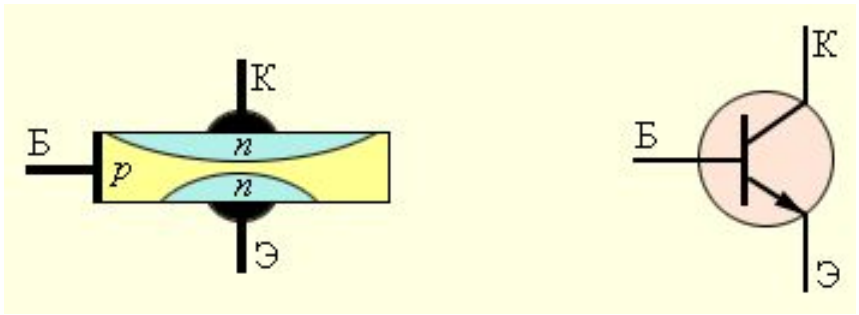
а


I_A
$I_{A\,ср}$
C
$I_{yспр} > I_{y2} > I_{y1} > I_y = 0$
$U_п$
$U_{обрmax}$
I_{yd}
B
A
D
0
$U_{прmax}$
$U_{пер}$
U_A

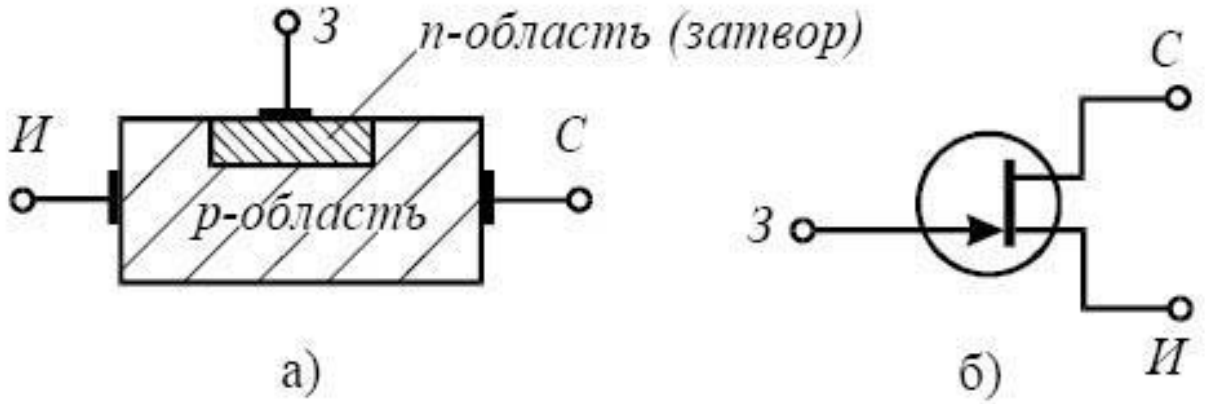
б

Биполярные транзисторы





Униполярные (полевые) транзисторы



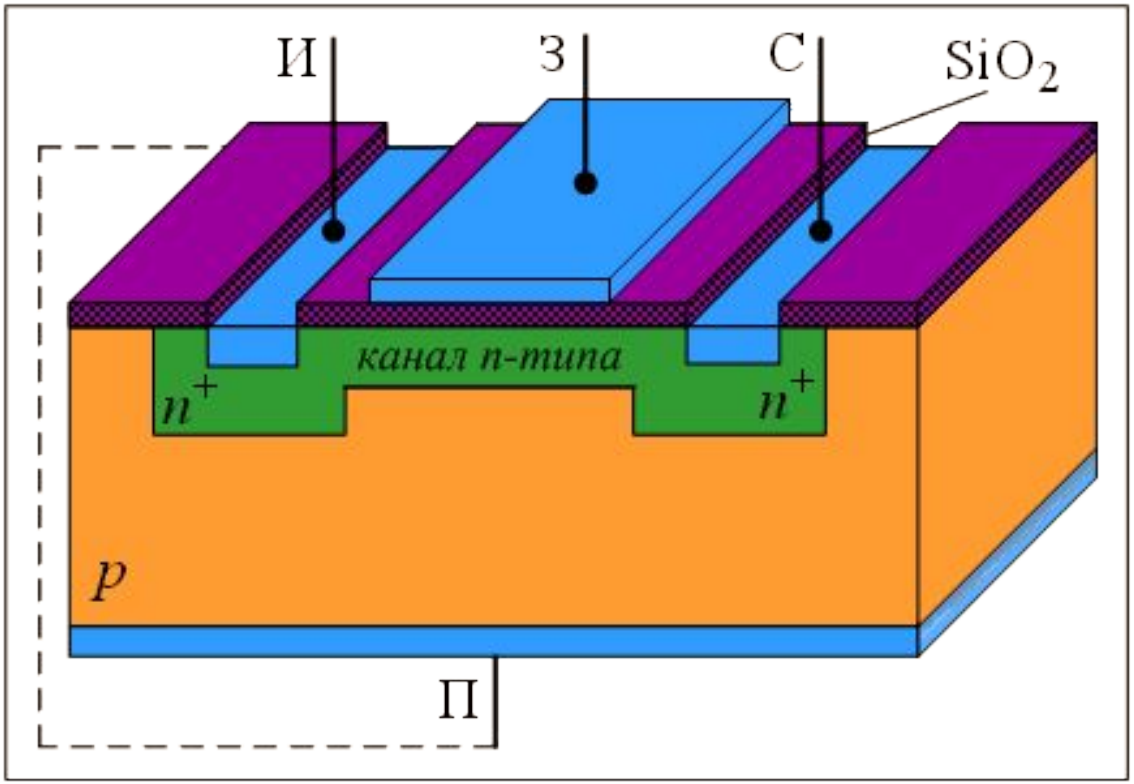
Полевой транзистор с изолированным затвором – это транзистор, имеющий один или несколько затворов, электрически изолированных от проводящего канала.

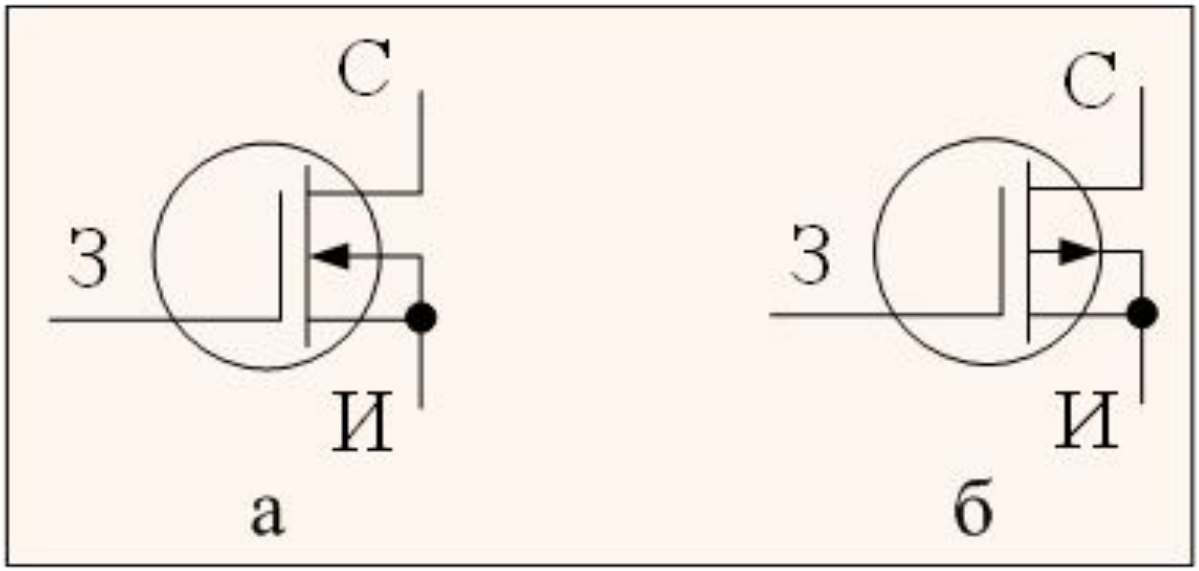
Полевые транзисторы с изолированным затвором бывают двух типов:

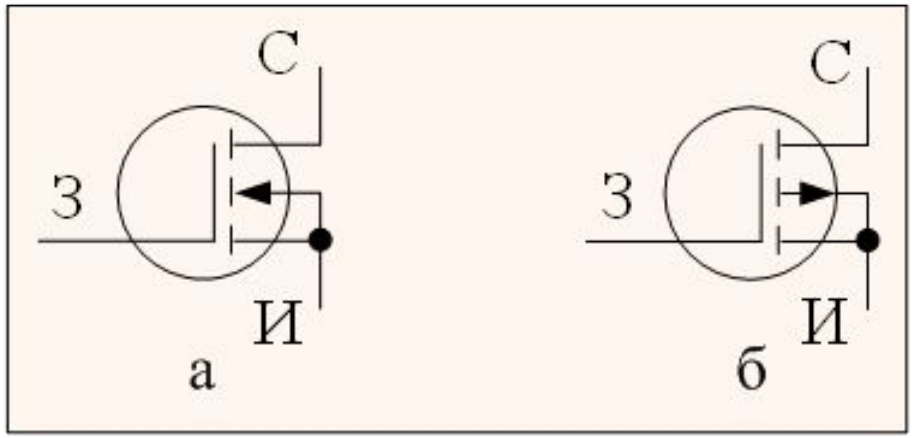
- со встроенным (собственным) каналом;
- с индуцированным (инверсионным) каналом.

Структура в обоих типах полевых транзисторов с изолированным затвором одинакова: металл – окисел (диэлектрик) – полупроводник, то такие транзисторы еще называют МОП-транзисторами (метал – окисел – полупроводник) или МДП-транзисторами (металл – диэлектрик – полупроводник).

Структура полевого транзистора с изолированным затвором со встроенным каналом *n*-типа





Условные графические обозначения МДП-транзистора со встроенным каналом *n*-типа (а) и *p*-типа (б)

Условные графические обозначения МДП-транзистора индуцированным каналом *n*-типа (а) и *p*-типа (б)