

## Вольтамперная характеристика (ВАХ) p-n перехода

ВАХ p-n перехода может быть описана функцией

$$I_{P \div N} = I_0 \cdot \left( e^{\frac{U \cdot g}{K \cdot T}} + 1 \right),$$

где  $I_{pn}$  – суммарный ток носителей электрического заряда через границу раздела;

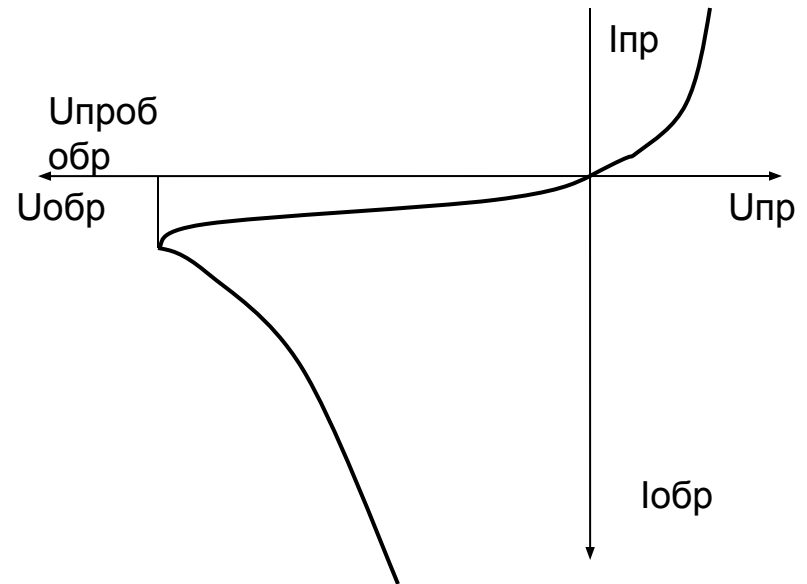
$I_0$  – обратный ток p-n перехода;

$U$  – приложенное к переходу напряжение внешнего источника;

$K = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/град – постоянная Больцмана;

$T$  – температура в Кельвинах;

$g$  – заряд электрона.



Различают два основных вида пробоя : **электрический** и **тепловой**.

**Электрический пробой**, в свою очередь, может быть **туннельным** и **лавинным**.

**Туннельный пробой** происходит в очень тонких р-п переходах и при небольших значениях обратного напряжения (несколько вольт), когда возникает большой градиент электрического поля. При этом валентные электроны приконтактного слоя р - области отрываются от своих атомов и перебрасываются в n-область.

**Лавинный пробой** свойственен полупроводникам со значительной толщиной р-п перехода, но происходит также под действием сильного электрического поля. В лавинном пробое основная роль принадлежит неосновным носителям, образующимся под действием тепла в р-п переходе.

**Тепловым** называется пробой р-п перехода, обусловленный ростом количества носителей заряда при повышении температуры кристалла.

**Поверхностный пробой** обусловлен чрезмерным накоплением поверхностного заряда и уменьшением толщины перехода.

## Ёмкость р-п перехода. Барьерная и диффузионные ёмкости

**Барьерная ёмкость** определяется как

$$C_{\delta} = C_0 \cdot \sqrt{\frac{\varphi_0}{\varphi_0 - U}},$$

где  $\varphi_0$  – высота потенциального барьера;

$U$  – приложенное к р-п переходу напряжение внешнего источника;

$C_0$  – ёмкость р-п перехода при отсутствии внешнего источника ( $U=0$ );

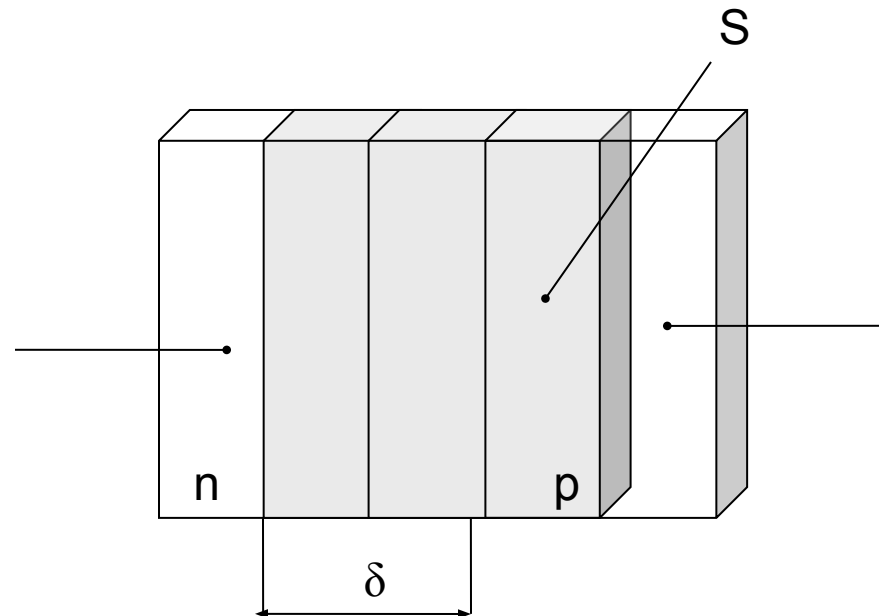
$$C_0 = \frac{\varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{\delta},$$

где  $S$  – площадь запирающего слоя;

$\varepsilon_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума;

$\varepsilon_r$  – относительная диэлектрическая проницаемость;

$\delta$  – толщина запирающего слоя.



**Диффузионная ёмкость p-n – перехода** образуется при подключении внешнего источника в прямом направлении ( $U>0$ ).

Инжекция носителей заряда при этом из одной области кристалла в другую приводит к возникновению около запирающего слоя зарядов противоположной полярности

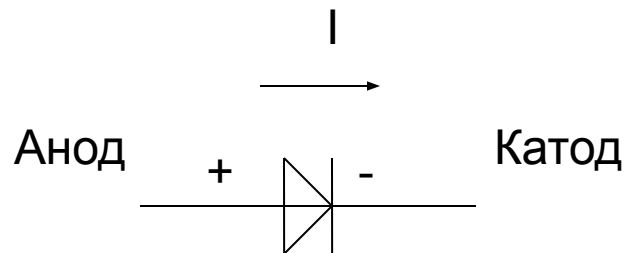
$$C_{\text{диф}} = \frac{\Delta Q_{\text{инж}}}{\Delta U},$$

где  $\Delta Q_{\text{инж}}$  – изменение величины инжектированного заряда из одной области в другую;

$\Delta U$  – изменение величины приложенного к p-n переходу напряжения.

**Другие типы p-n – переходов**. Контакт «металл-полупроводник» (отсутствует диффузионная ёмкость) – переход Шоттки

**Полупроводниковый диод** – прибор, содержащий один электронно-дырочный переход, либо контакт «металл-полупроводник», обладающий вентильными свойствами.



## Классификация диодов

**По типу материала**- кремниевые, германиевые, из арсенида галлия.

**По физической природе процессов** – туннельные, светодиоды, фотодиоды и др.

**По назначению** -выпрямительные, импульсные, стабилитроны, варикапы и др.

**По технологии изготовления p-n- перехода** – сплавные, диффузионные и др.