

Физические свойства
электронно-дырочного
перехода

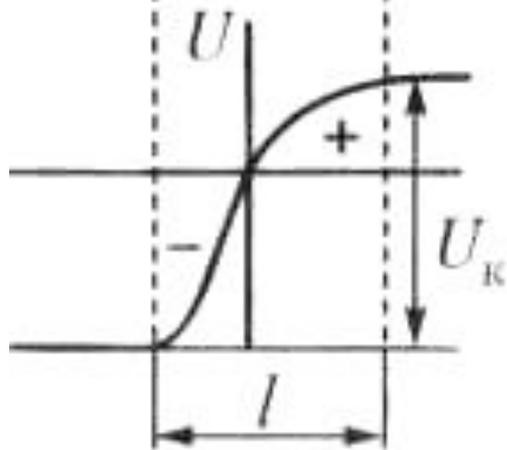
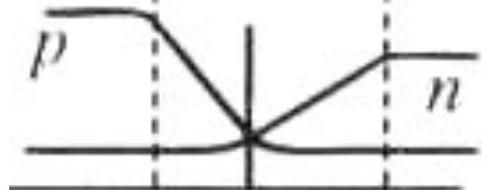
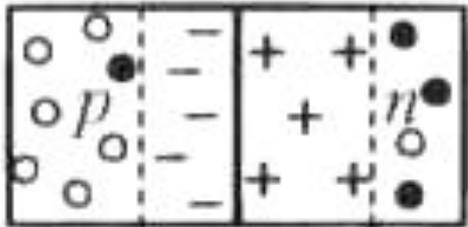
***p-n*-переход** – тонкий слой полупроводника между двумя областями, одна из которых представляет полупроводник *p*-типа, а другая *n*-типа

***p-n*-переходы бывают:**

- симметричный (концентрации основных носителей заряда в *p*- и *n*-областях равны)
- несимметричный (концентрации основных носителей заряда в *p*- и *n*-областях существенно отличаются)

равновесное

состояние



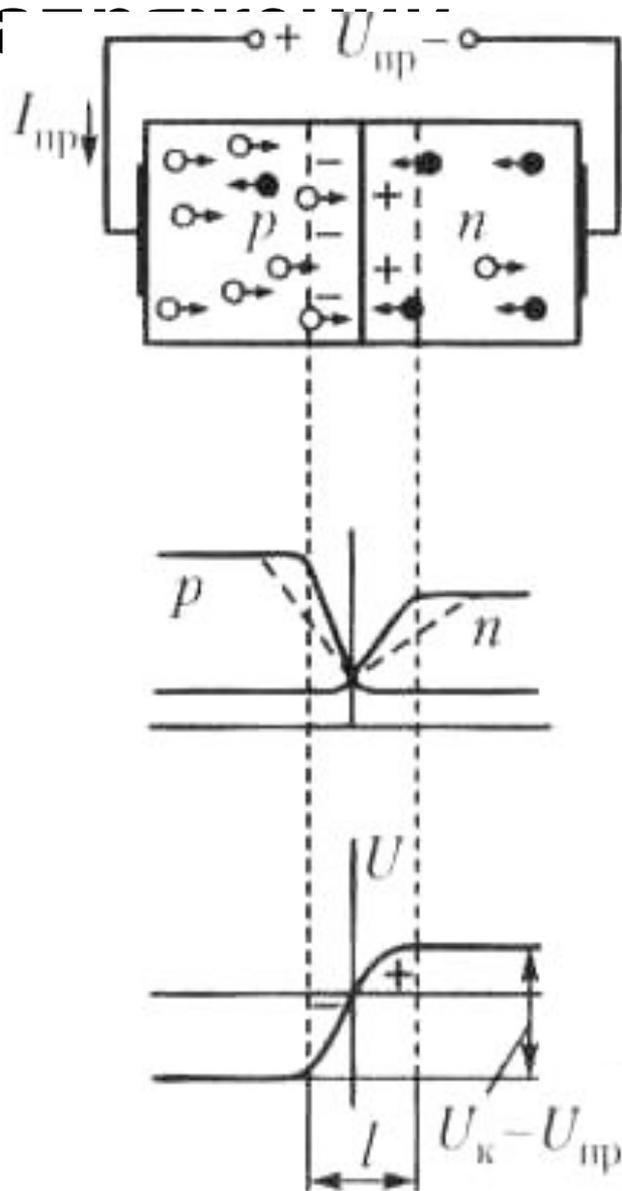
- Дырки, переходя из p -области в n -область, рекомбинируют с частью электронов, принадлежащих атомам донорной примеси. В результате оставшиеся без электронов положительно заряженные ионы донорной примеси образуют приграничный слой с положительным зарядом.
- Уход этих дырок из p -области приводит к тому, что атомы акцепторной примеси, захватившие соседний электрон, образуют нескомпенсированный отрицательный заряд ионов в приграничной области.
- Разность потенциалов, образованную приграничными зарядами, называют **контактной разностью потенциалов U_k** или **потенциальным барьером**

Высота потенциального барьера (U_k) зависит от типа применяемого полупроводника:

- для германия (Ge) она составляет 0,3 В,
- для кремния (Si) — 0,6 В.

при прямом внешнем

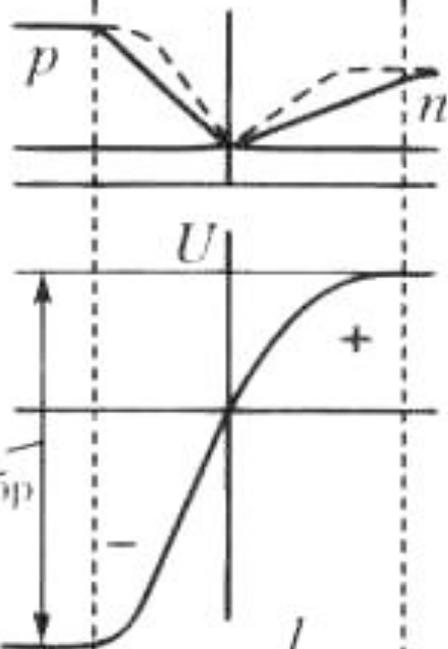
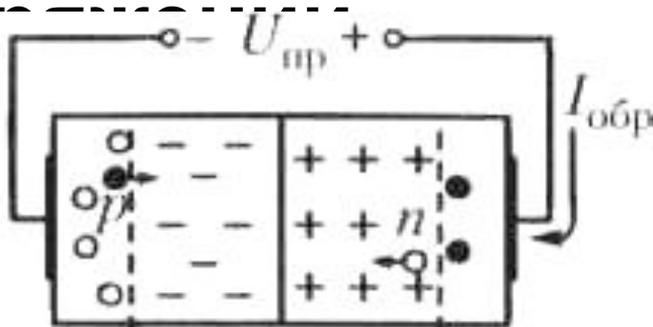
напряжением



- Потенциальный барьер сужается, через него начинают проникать дырки из p -области и электроны из n -области и через p - n -переход начинает течь ток
- С увеличением внешнего напряжения ток возрастает неограниченно, так как создается основными носителями, концентрация которых постоянно восполняется источником внешнего напряжения
- Полярность внешнего напряжения, приводящая к снижению потенциального барьера, называется прямой, или **p - n -переход открыт** открывающей, а созданный ею ток

при обратном внешнем

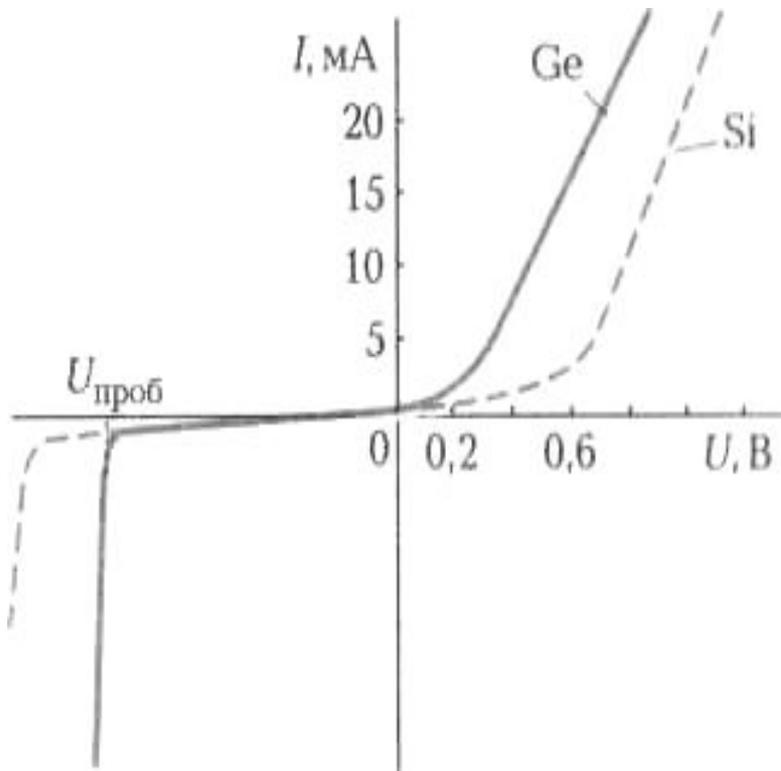
наг



- Основные носители зарядов отодвигаются внешним полем от границы, увеличивая ширину p - n -перехода
- Электрическое сопротивление p - n -перехода при этом возрастает
- Полярность внешнего напряжения называется обратной, запирающей
- Значение обратного тока практически не зависит от внешнего напряжения

p - n -переход закрыт

Зависимость силы тока в диоде от подаваемого к его обкладкам напряжения называется **вольт-амперной характеристикой** (ВАХ)



- Тангенс угла наклона кривой зависимости тока от напряжения определяет крутизну ВАХ, которая зависит от поперечного сечения р-п-перехода диода.
- Обратное напряжение, при котором происходит пробой диода ($U_{\text{проб}}$) зависит от толщины слоев р- и п-типов и ширины запрещенной зоны полупроводника. У кремниевых диодов $U_{\text{проб}}$ больше, чем у германиевых, и может достигать 1000 В.

- При подаче обратного напряжения p - n -переход уподобляется конденсатору, пластинами которого являются p - и n -области, разделенные диэлектриком.
- Роль диэлектрика выполняет приграничная область, почти свободная от носителей заряда.
- Эту емкость p - n -перехода называют *барьерной*.
- Она тем больше, чем меньше ширина p - n -перехода и чем больше его площадь.

$$C_{p-n} = S \sqrt{0,5 \varepsilon_0 \varepsilon N_A / U}$$

где

- S — площадь перехода;
- $\varepsilon_0, \varepsilon$ — диэлектрические проницаемости соответственно полупроводника и р-п-перехода;
- N_A — концентрация акцепторов в р-области
- U — обратное напряжение перехода

Основные технологические процессы изготовления р-n-переходов

- Метод сплавления
- Метод диффузии
- Метод эпитаксиального наращивания
- Ионное легирование
- Оксидное маскирование
- Фотолитография