

Лекция № 6

Образование электронно-дырочного перехода. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода.

*The formation of electron-hole transition.
Volt-ampere characteristic of an electron-hole junction.*



- **Электронно-дырочный переход** (или n–p-переход) – это область контакта двух полупроводников с разными типами проводимости.
- *An electron-hole junction (or n–p junction) is a region of contact between two semiconductors with different types of conductivity.*

Электронно-дырочный переход

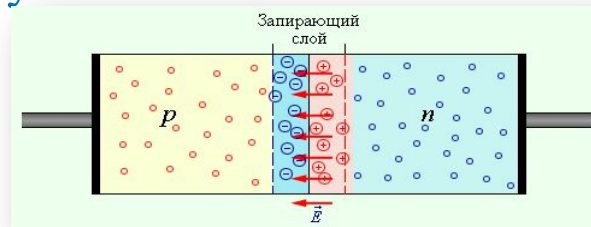
An electron-hole junction

- В полупроводнике n -типа основными носителями свободного заряда являются электроны; их концентрация значительно превышает концентрацию дырок ($n_n \gg n_p$). В полупроводнике p -типа основными носителями являются дырки ($n_p \gg n_n$). При контакте двух полупроводников n - и p -типов начинается процесс диффузии: дырки из p -области переходят в n -область, а электроны, наоборот, из n -области в p -область.
- *In an n -type semiconductor, the main carriers of free charge are electrons; their concentration significantly exceeds the concentration of holes ($n_n \gg n_p$). In a p -type semiconductor, the main carriers are holes ($n_p \gg n_n$). When two n - and p -type semiconductors come into contact, the diffusion process begins: holes from the p -region move to the n -region, and electrons, on the contrary, from the n -region to the p -region.*

Электронно-дырочный переход

An electron-hole junction

- В результате в n -области вблизи зоны контакта уменьшается концентрация электронов и возникает положительно заряженный слой. В p -области уменьшается концентрация дырок и возникает отрицательно заряженный слой. Таким образом, на границе полупроводников образуется двойной электрический слой, поле которого препятствует процессу диффузии электронов и дырок навстречу друг другу.

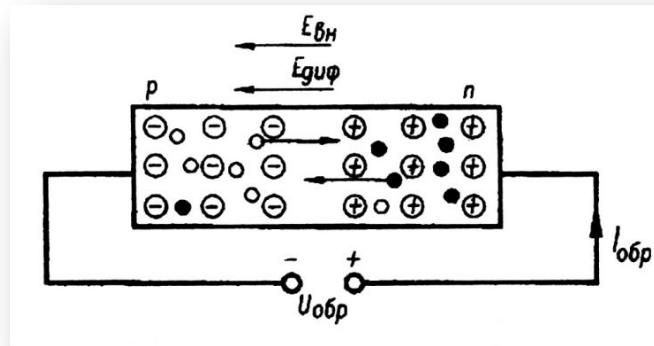


- As a result, the electron concentration decreases in the n-region near the contact zone and a positively charged layer appears. In the p-region, the concentration of holes decreases and a negatively charged layer appears. Thus, a double electric layer is formed at the boundary of semiconductors, the field of which prevents the process of diffusion of electrons and holes towards each other.

Обратное напряжение

Reverse voltage

- Дырки в p -области и электроны в n -области будут смещаться от n - p -перехода, увеличивая тем самым концентрации неосновных носителей в запирающем слое. Ток через n - p -переход практически не идет. Напряжение, поданное на n - p -переход в этом случае называют **обратным**.

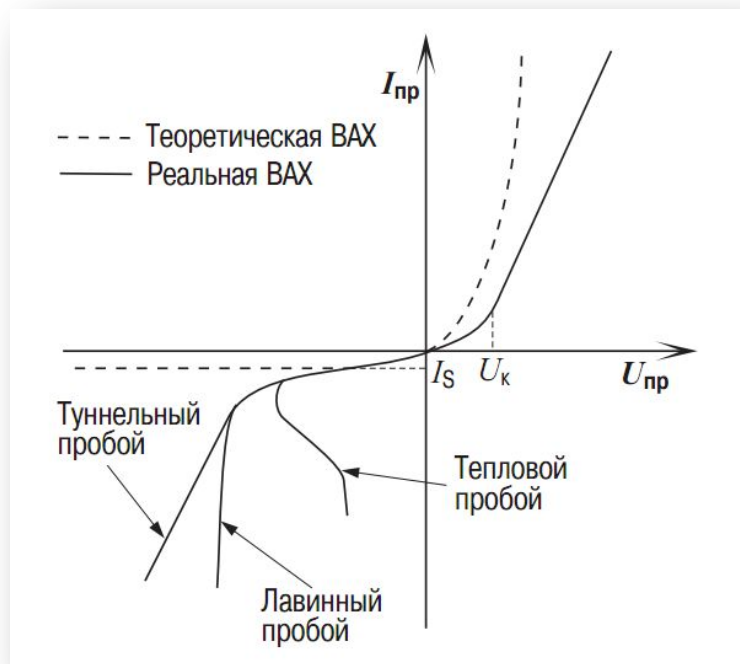


- *Holes in the p -region and electrons in the n -region will shift away from the n - p junction, thereby increasing the concentrations of non-basic carriers in the locking layer. There is practically no current through the n - p junction. The voltage applied to the n - p junction in this case is called **the reverse**.*

Вольтамперная характеристика

The volt-ampere characteristic

- Зависимость тока через p - n -переход от приложенного к нему напряжения $I = f(U)$ называют **вольт-амперной характеристикой p - n -перехода**.



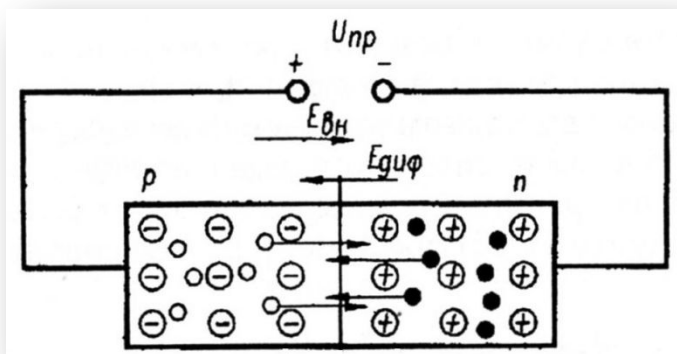
- The dependence of the current through the p - n junction on the voltage applied to it $I = f(U)$ is called **the volt-ampere characteristic of the p - n junction**.*



Прямое напряжение

Forward voltage

- Если n - p -переход соединить с источником так, чтобы положительный полюс источника был соединен с p -областью, а отрицательный с n -областью, то напряженность электрического поля в запирающем слое будет уменьшаться, что облегчает переход основных носителей через контактный слой. Дырки из p -области и электроны из n -области, двигаясь навстречу друг другу, будут пересекать n - p -переход, создавая ток в **прямом** направлении.

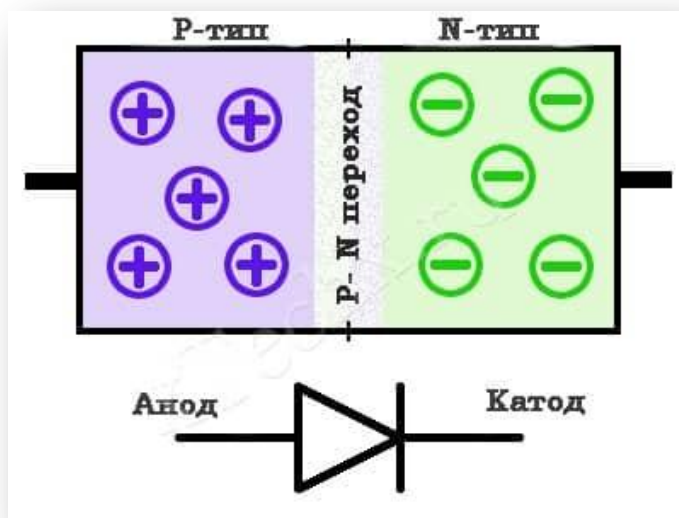


- *If the n - p junction is connected to the source so that the positive pole of the source is connected to the p -region, and the negative pole to the n -region, the electric field strength in the locking layer will decrease, which facilitates the transition of the main carriers through the contact layer. Holes from the p -region and electrons from the n -region, moving towards each other, will cross the n - p junction, creating a current in the **forward** direction.*

Полупроводниковые диоды

An electron-hole junction

- Способность n - p -перехода пропускать ток практически только в одном направлении используется в приборах, которые называются *полупроводниковыми диодами*. Полупроводниковые диоды изготавливают из кристаллов кремния или германия.



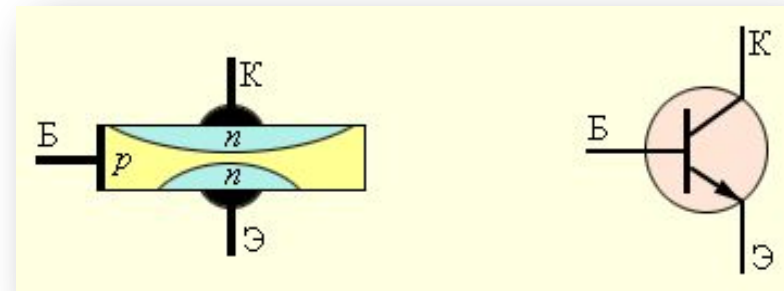
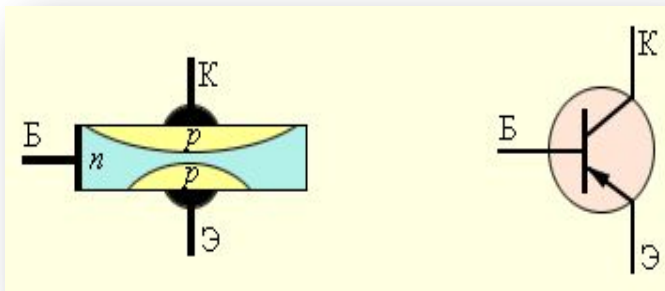
- The ability of the n - p junction to pass current in almost only one direction is used in devices called **semiconductor diodes**. Semiconductor diodes are made from silicon or germanium crystals.*



Транзистор

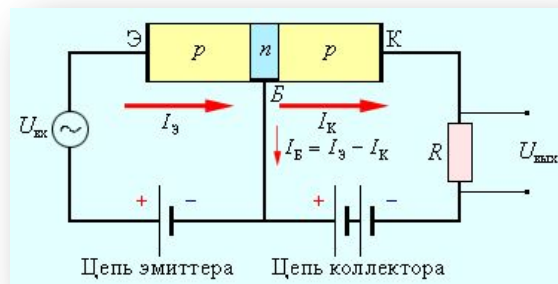
Transistor

- Пластинку транзистора называют *базой* (Б), одну из областей с противоположным типом проводимости – *коллектором* (К), а вторую – *эмиттером* (Э).



- *The plate of the transistor is called the **base** (B), one of the regions with the opposite type of conductivity of the **collector** (K) and the second **emitter** (E).*

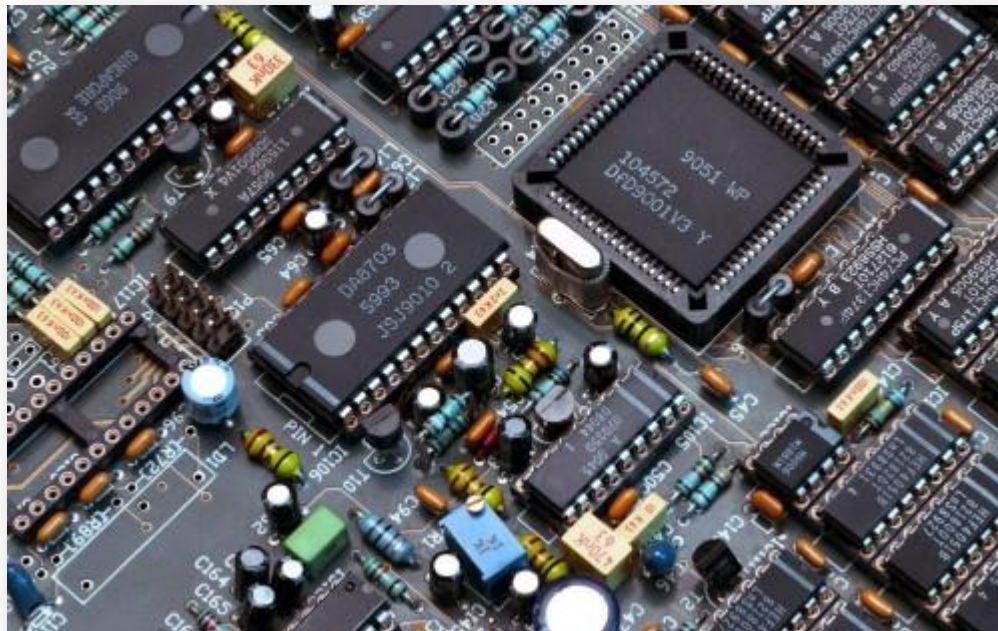
- Если в цепь эмиттера включен источник переменного напряжения, то на резисторе R , включенном в цепь коллектора, также возникает переменное напряжение, амплитуда которого может во много раз превышать амплитуду входного сигнала. Следовательно, транзистор выполняет роль усилителя переменного напряжения.



- *If an alternating voltage source is included in the emitter circuit, then an alternating voltage also occurs on the resistor R included in the collector circuit, the amplitude of which can be many times greater than the amplitude of the input signal. Therefore, the transistor acts as an AC voltage amplifier.*

Качественно новым этапом электронной техники явилось развитие *микроэлектроники*, которая занимается разработкой интегральных микросхем и принципов их применения.

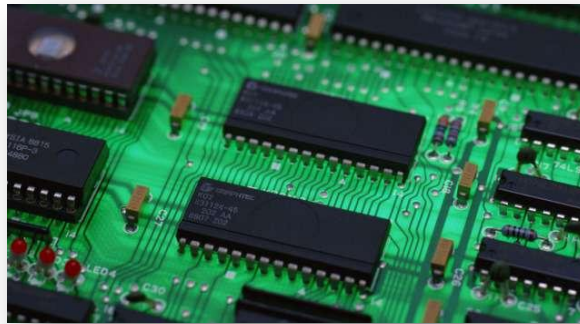
*A qualitatively new stage of electronic technology was the development of **microelectronics**, which is engaged in the development of integrated circuits and the principles of their application.*



Интегральная микросхема

Integrated circuit

- *Интегральной микросхемой* называют совокупность большого числа взаимосвязанных элементов – сверхмалых диодов, транзисторов, конденсаторов, резисторов, соединительных проводов, изготовленных в едином технологическом процессе на одном кристалле. Микросхема размером в 1 см^2 может содержать несколько сотен тысяч микроэлементов.



- *An **integrated circuit** is a set of a large number of interconnected elements – ultra-small diodes, transistors, capacitors, resistors, connecting wires, manufactured in a single technological process on a single chip. A 1 cm^2 chip can contain several hundred thousand microelements.*

Слово	Транскрипция	Перевод
переход	'dʒʌŋkʃn	junction
полупроводник	'semɪkəndʌktər	semiconductor
проводимость	kən'dʌkʃn	conduction
вольт-амперная характеристика	vəʊlt-'am,pɪr ,kærəktə'rɪstɪk	volt-ampere characteristic
электрон	ɪ'lektɹɑ:n	electron
запирающий слой	'bæɪəɹ 'leɪəɹ	barrier layer
область	fi:ld	field
обратное напряжение	ɪ'vɜ:rs 'vəʊltɪdʒ	reverse voltage
прямое напряжение	'fɔ:rwəɹd 'vəʊltɪdʒ	forward voltage
дырки	həʊls	holes
направление	ru:t	route
замыкание	'lɑ:kɪŋ	locking
интегральная микросхема	'ɪntɪgreɪtɪd 'sɜ:rkɪt	integrated circuit
цепь транзистора	træn'zɪstər tʃeɪn	transistor chain
концентрация	,kɑ:nsn'treɪʃn	concentration