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

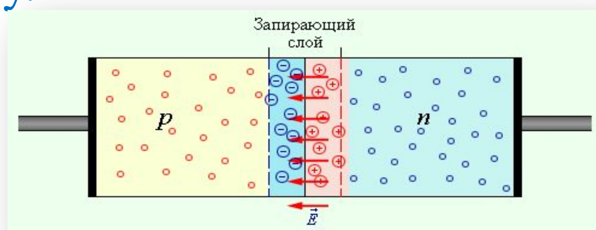
An electron-hole junction

- В полупроводнике *n*-типа основными носителями свободного заряда являются электроны; их концентрация значительно превышает концентрацию дырок ($n_n >> n_p$). В полупроводнике *p*-типа основными носителями являются дырки ($n_p >> n_n$). 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 ($n_n >> n_p$). In a p-type semiconductor, the main carriers are holes ($n_p >> n_n$). 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 ntrary, 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.

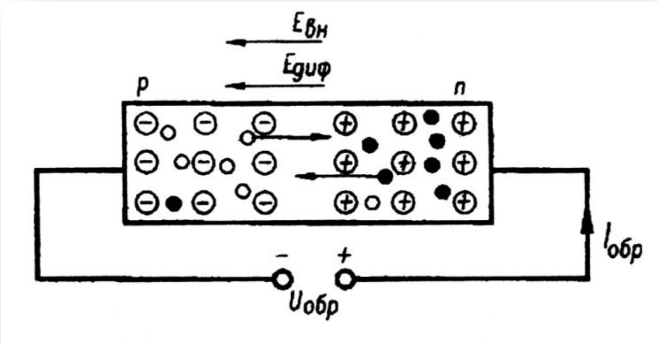


- As a result, the electron concentration decreases in the n-region near the contact zone and a positively charged layer appears. In the p-region, the concentration of holes decreases and a negatively charged layer appears. Thus, a double electric layer is formed at the boundary of semiconductors, the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

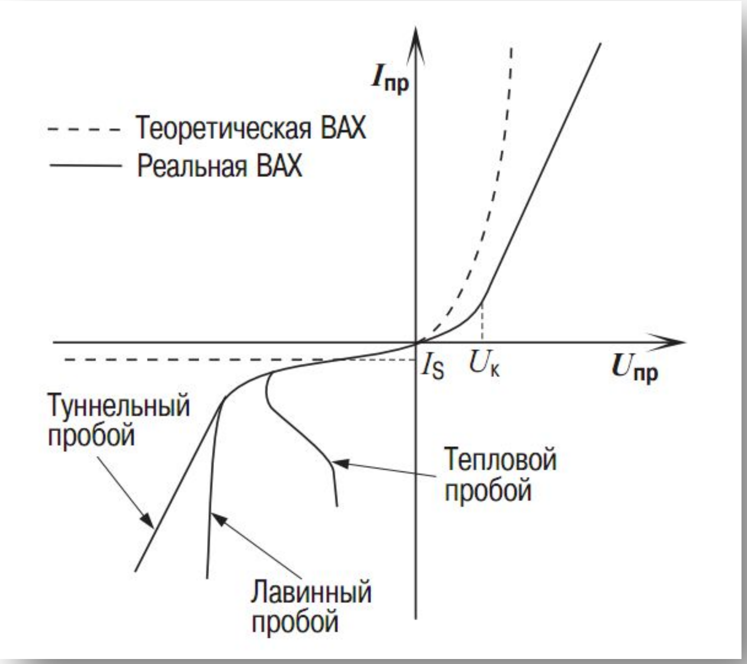


- *Holes in the p-region and electrons in the n-region will shift away from the n–p junction, thereby increasing the concentrations of non-basic carriers in the locking layer. There is practically no current through the n–p junction. The voltage applied to the n–p junction in this case is called **the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

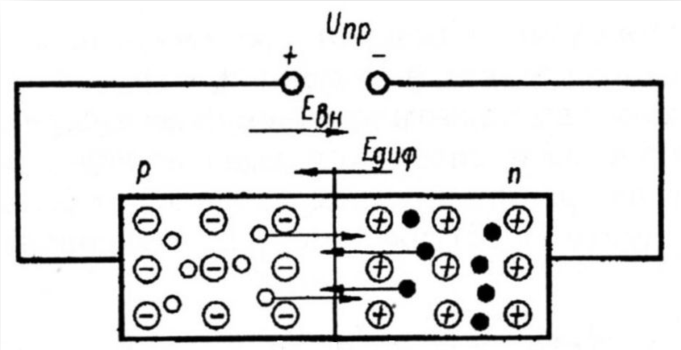


- *The dependence of the current through the p-n junction on the voltage applied to it I = f (U) is called* ***the volt-ampere characteristic of the p-n junction.***

Прямое напряжение

Forward voltage

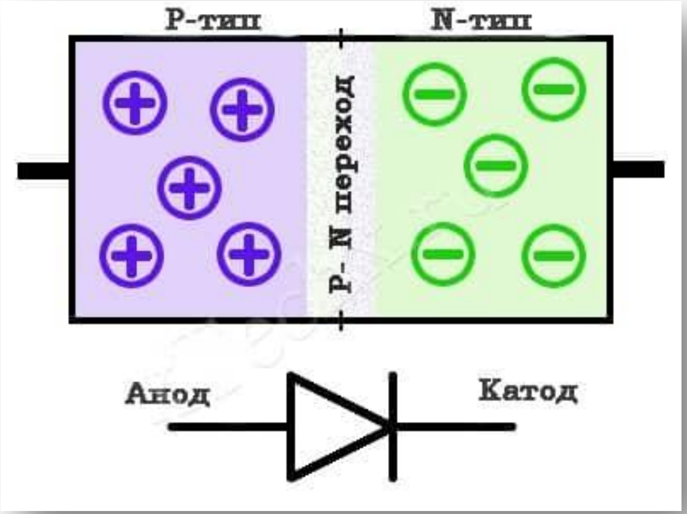
- Если *n–p*-переход соединить с источником так, чтобы положительный полюс источника был соединен с *p*-областью, а отрицательный с *n*-областью, то напряженность электрического поля в запирающем слое будет уменьшаться, что облегчает переход основных носителей через контактный слой. Дырки из *p*-области 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

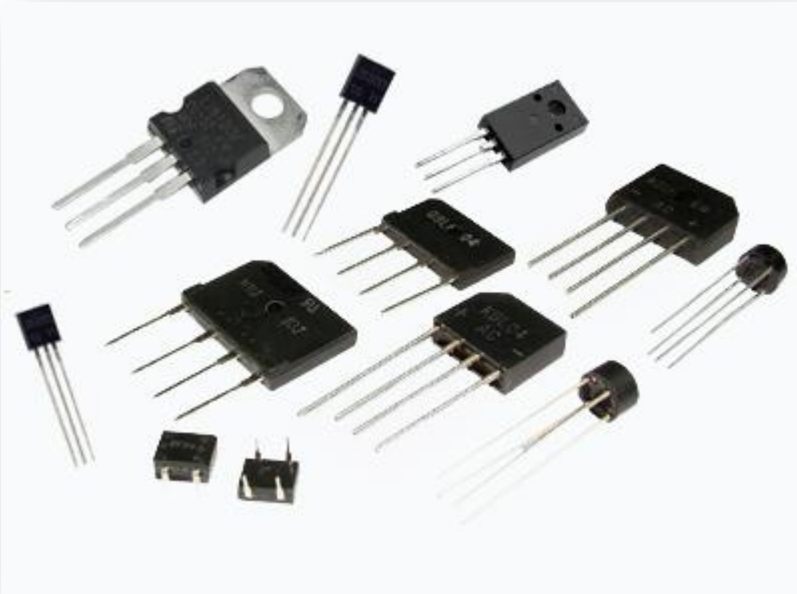
- Способность *n–p*-перехода пропускать ток практически только в одном направлении используется в приборах, которые называются ***полупроводниковыми диодами***. Полупроводниковые диоды изготавливают из кристаллов кремния или германия.



- *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.*

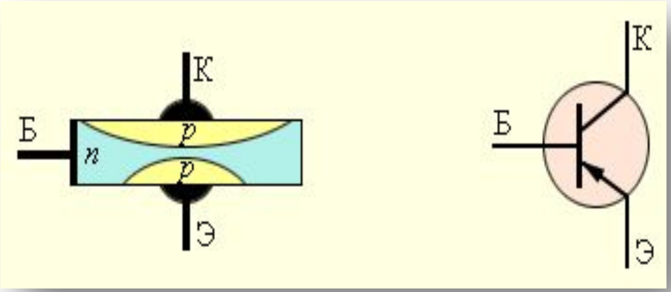
Транзистор
Transistor

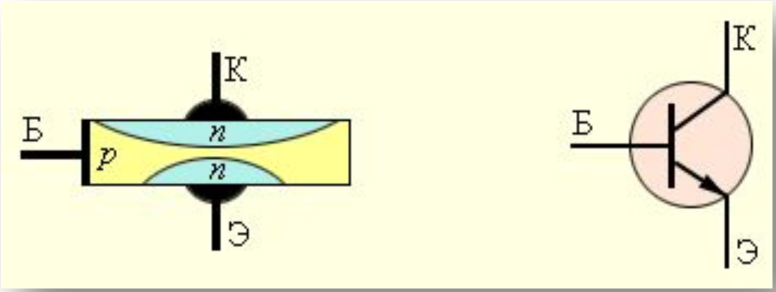
- Полупроводниковые приборы не с одним, а с двумя *n–p*-переходами называются ***транзисторами***. Название происходит от сочетания английских слов: transfer – переносить и resistor – сопротивление.
- *Semiconductor devices with not one but two n–p junctions are called **transistors**.*



Транзистор
Transistor

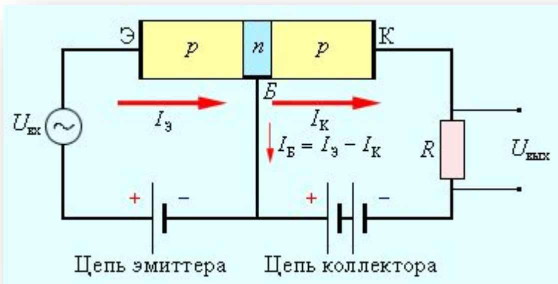
- Пластинку транзистора называют ***базой*** (Б), одну из областей с противоположным типом проводимости – ***коллектором*** (К), а вторую – ***эмиттером*** (Э).





- *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).*

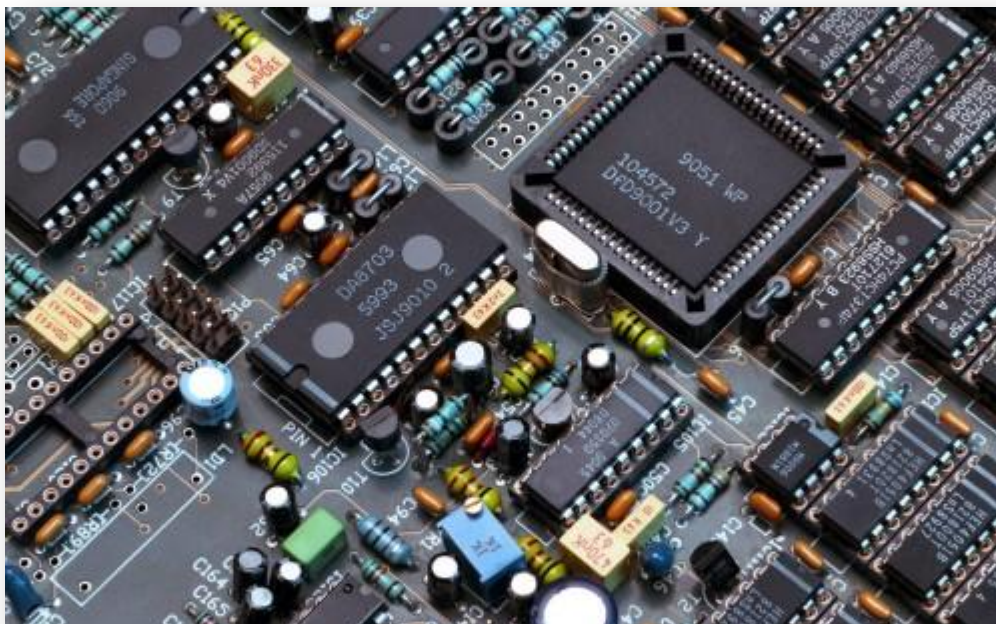
- Если в цепь эмиттера включен источник переменного напряжения, то на резисторе *R*, включенном в цепь коллектора, также возникает переменное напряжение, амплитуда которого может во много раз превышать амплитуду входного сигнала. Следовательно, транзистор выполняет роль усилителя переменного напряжения.



- *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	|ˈdʒʌŋkʃn|	junction
полупроводник	|ˈsemɪkəndʌktər|	semiconductor
проводимость	|kənˈdʌkʃn|	conduction
вольт-амперная характеристика	|vəʊlt-ˈamˌpɪr ˌkærəktəˈrɪstɪk|	volt-ampere characteristic
электрон	|ɪˈlektrɑːn|	electron
запирающий слой	|ˈbærɪər ˈleɪər|	barrier layer
область	|fiːld|	field
обратное напряжение	|rɪˈvɜːrs ˈvəʊltɪdʒ|	reverse voltage
прямое напряжение	|ˈfɔːrwərd ˈvəʊltɪdʒ|	forward voltage
дырки	|həʊls|	holes
направление	|ruːt|	route
замыкание	|ˈlɑːkɪŋ|	locking
интегральная микросхема	|ˈɪntɪɡreɪtɪd ˈsɜːrkɪt|	integrated circuit
цепь транзистора	|trænˈzɪstər tʃeɪn|	transistor chain
концентрация	|ˌkɑːnsnˈtreɪʃn|	concentration