

Дисциплина: Силовые преобразователи энергии

Тема: Основные сведения о силовых электронных приборах.

Лекция № 1

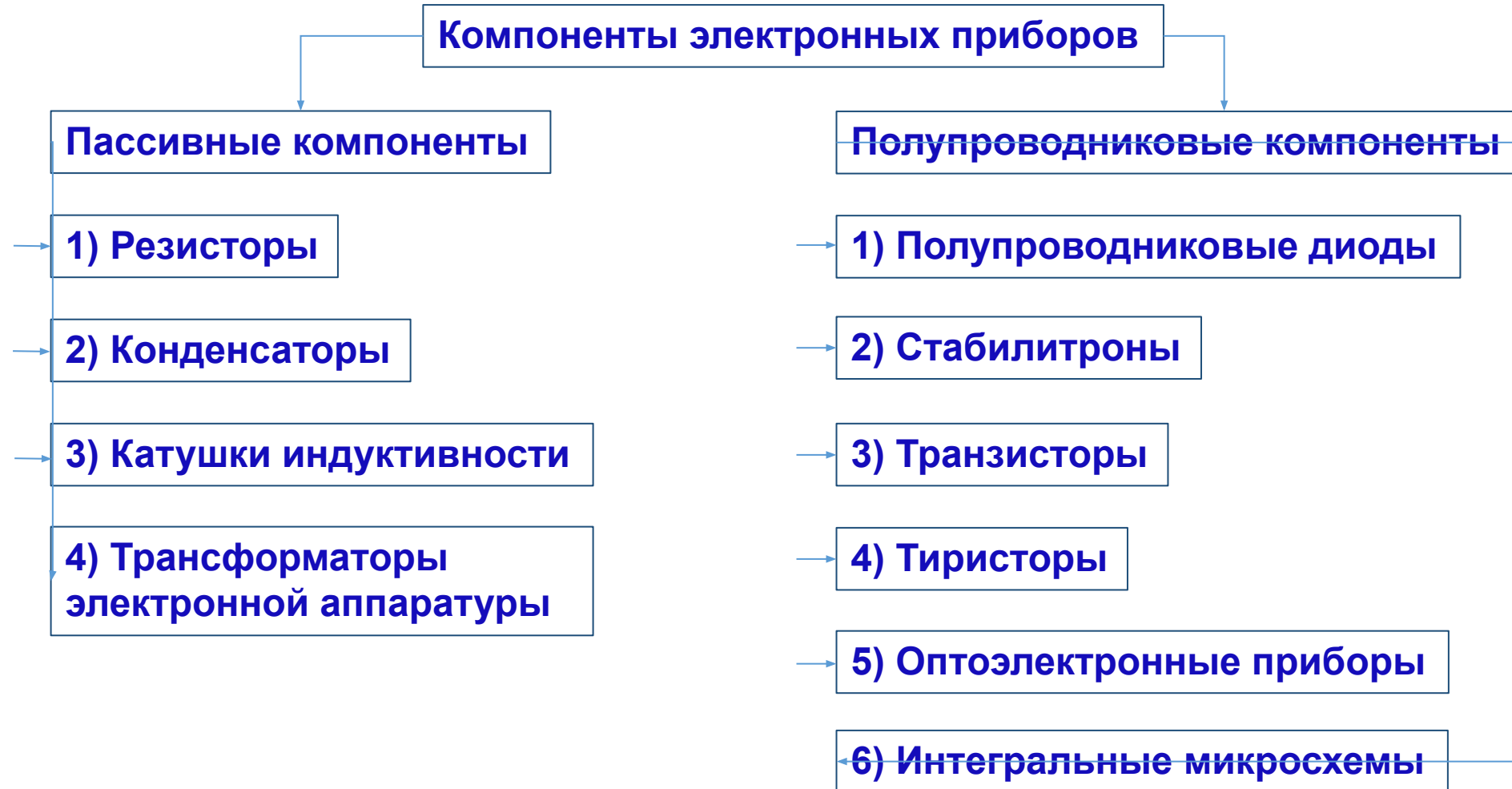
Лектор: Балгаев Н.Е.

E-mail: aurum198322@gmail.com

ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Компоненты электронных приборов;
2. Пассивные компоненты;
3. Электропроводность полупроводников;
4. Основные свойства и характеристики полупроводников;
5. Электрические переходы;
6. Особенности реальных р-п переходов;
7. Контрольные задания.

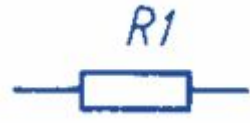
1. Компоненты электронных приборов



2. Пассивные компоненты

Резисторы

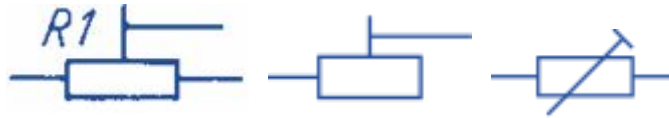
Постоянный резистор



Переменный резистор



Подстроечный резистор



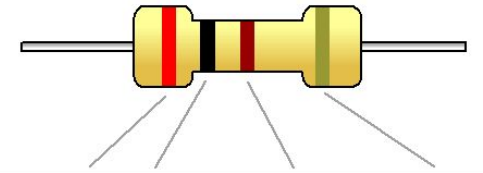
Варисторы



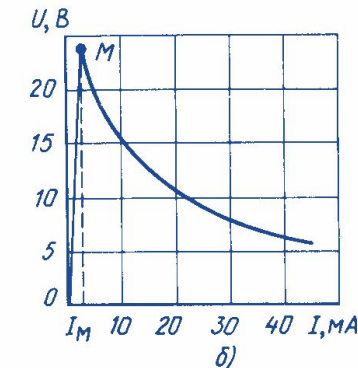
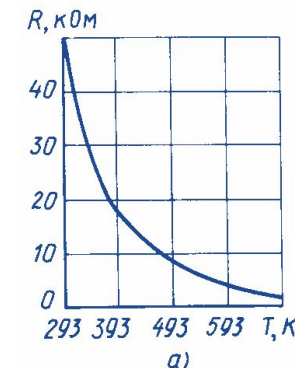
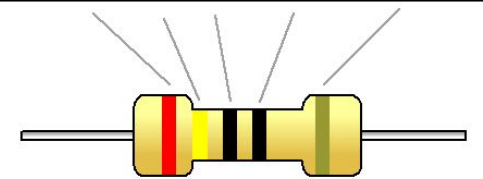
Терморезисторы



Фоторезисторы

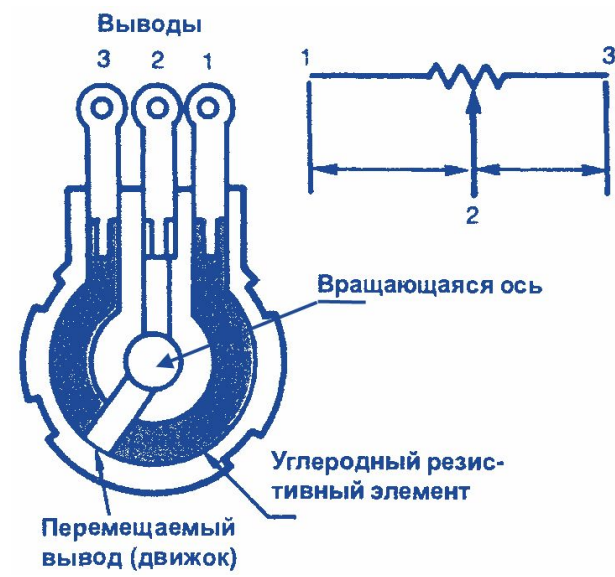
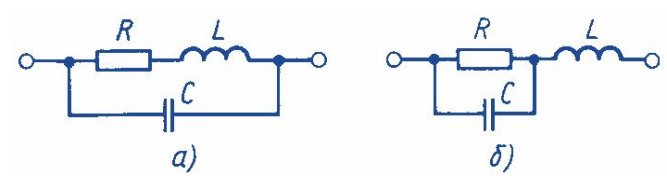


| Цвет | 1 полоса | 2 полоса | 3 полоса | Множитель | Допустимое отклонение |
|------------|----------|----------|----------|-----------|-----------------------|
| Черный | 0 | 0 | 0 | 1Ω | |
| Коричневый | 1 | 1 | 1 | 10Ω | ± 1% (F) |
| Красный | 2 | 2 | 2 | 100Ω | ± 2% (G) |
| Оранжевый | 3 | 3 | 3 | 1KΩ | |
| Желтый | 4 | 4 | 4 | 10KΩ | |
| Зеленый | 5 | 5 | 5 | 100KΩ | ± 0.5% (D) |
| Синий | 6 | 6 | 6 | 1MΩ | ± 0.25% (C) |
| Фиолетовый | 7 | 7 | 7 | 10MΩ | ± 0.10% (B) |
| Серый | 8 | 8 | 8 | | ± 0.05% |
| Белый | 9 | 9 | 9 | | |
| Золотой | | | | 0.1 | ± 5% (J) |
| Серебряный | | | | 0.01 | ± 10% (K) |

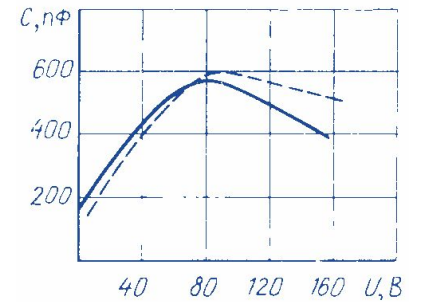


Характеристики терморезистора:
а — температурная; б — вольт-амперная

Эквивалентные схемы резисторов

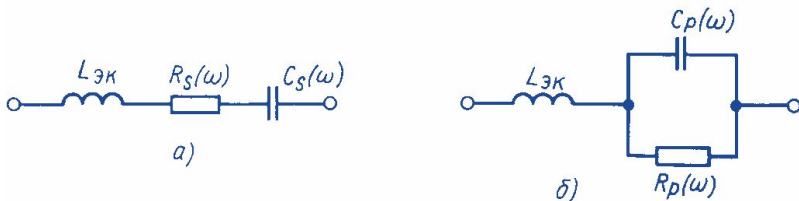


2. Пассивные компоненты



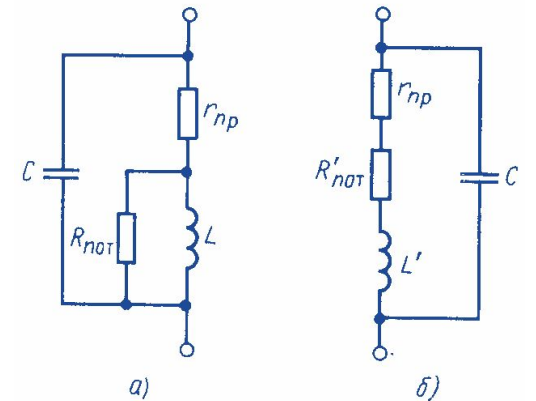
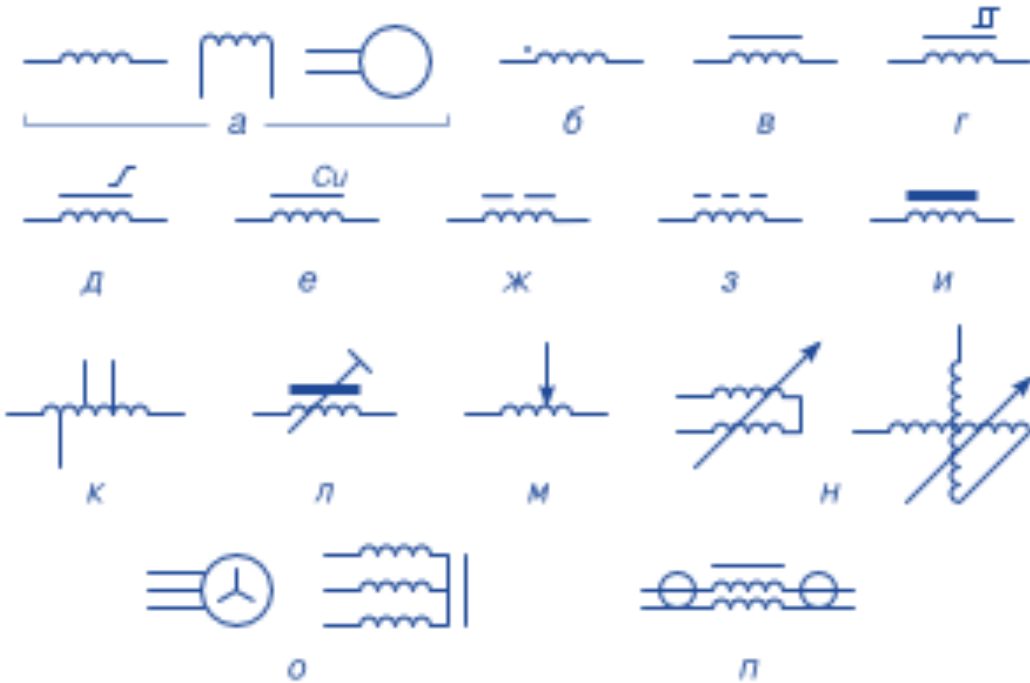
Зависимость емкости варикондов от напряжения

Эквивалентные схемы конденсатора



2. Пассивные компоненты

3) Катушки индуктивности

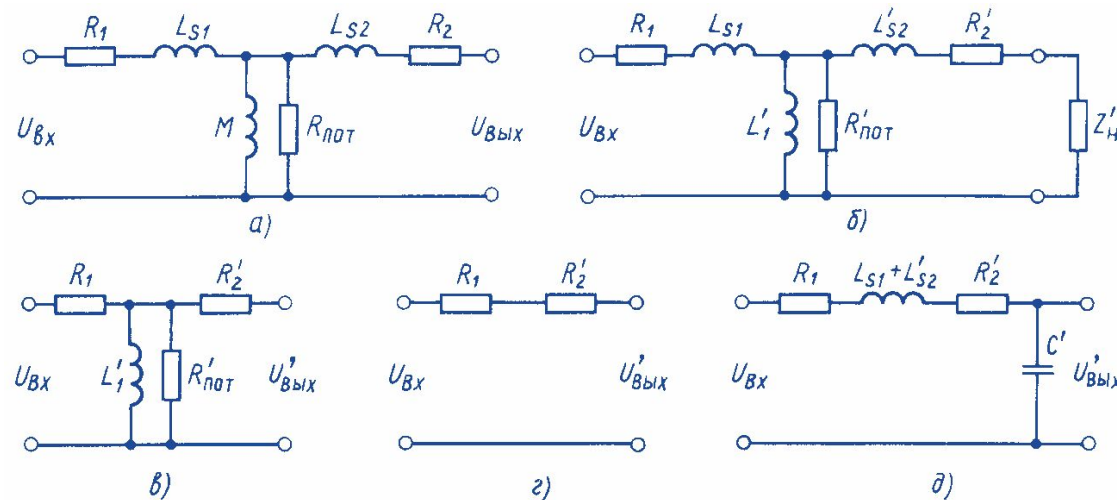
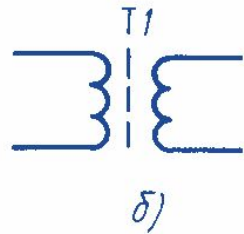
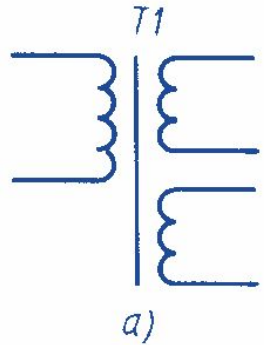


а) б)
Упрощённые эквивалентные
схемы катушек индуктивности

а) общее обозначение (различные формы); б) с обозначением начала обмотки; в) с различными видами сердечника: в) ферромагнитным (дроссель), [г] с прямоугольной петлёй гистерезиса, д) с непрямоугольной петлёй гистерезиса], е) из немагнитного материала (для примера, из меди), ж) с зазором, з) магнитоэлектрическим, и) ферритовым; к) катушка индуктивности с отводами; л) с подстраиваемым ферритовым сердечником; м) со скользящим контактом; н) вариометр; дроссель: о) трёхфазный с соединением обмоток звездой; п) коаксиальный.

2. Пассивные компоненты

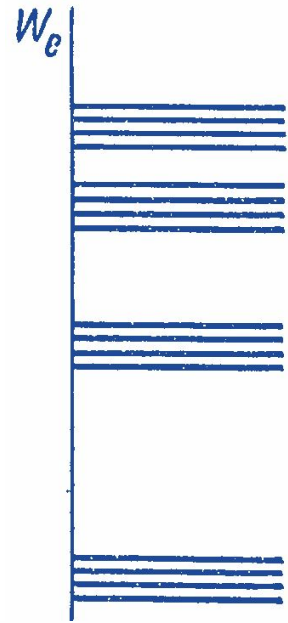
4) Трансформаторы электронной аппаратуры



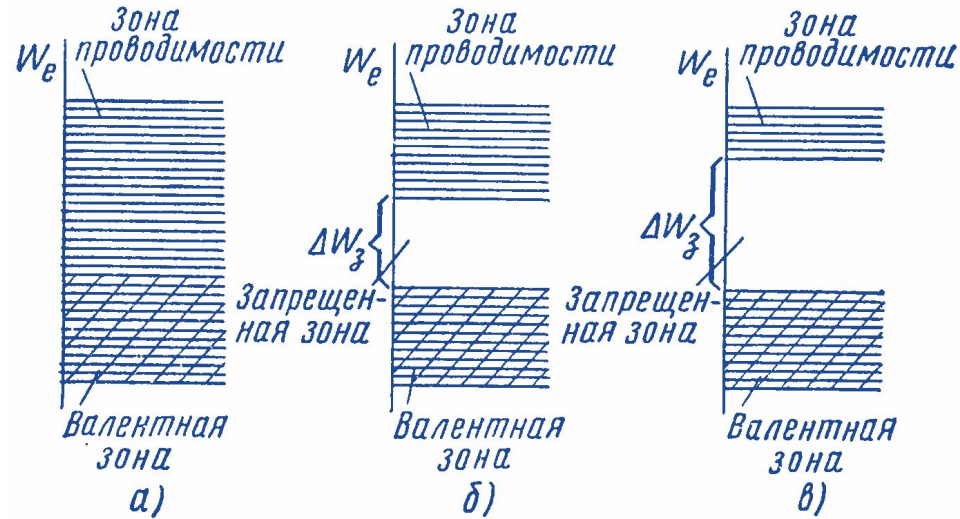
Эквивалентные схемы:

а — трансформатора; б — приведенного трансформатора; в — для областей низких частот; г — средних; д — высоких частот;

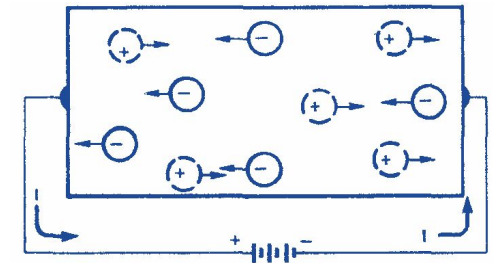
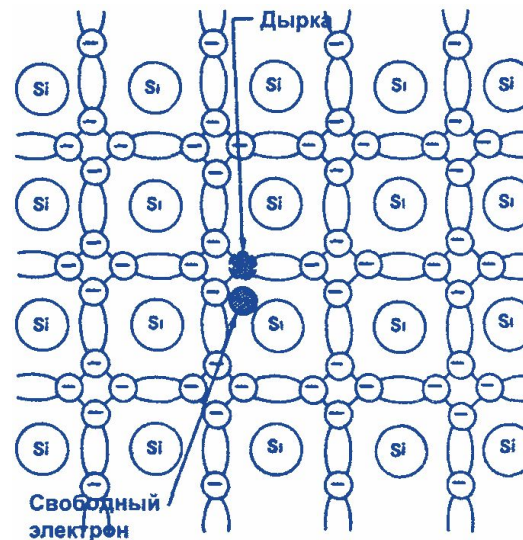
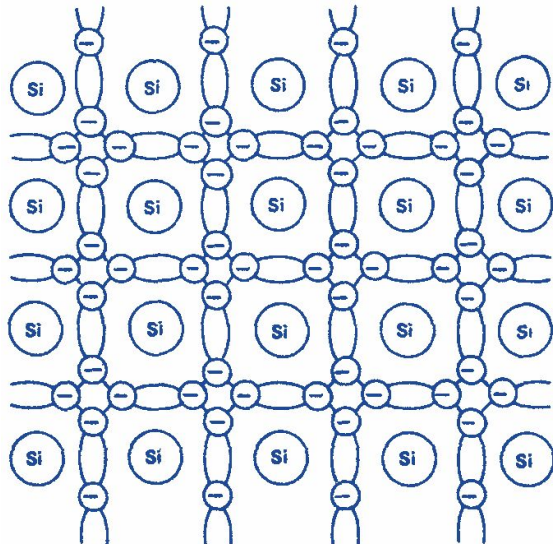
3. Электропроводность полупроводников



Энергетическая диаграмма группы (четырех) близко расположенных атомов



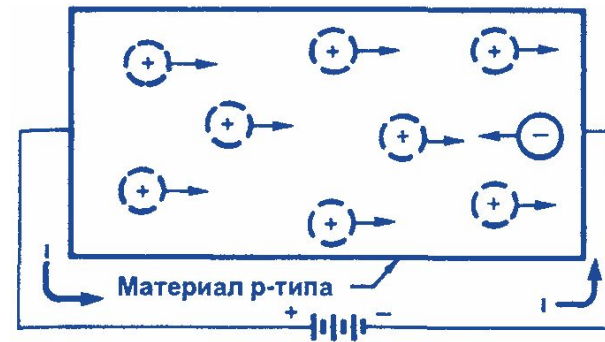
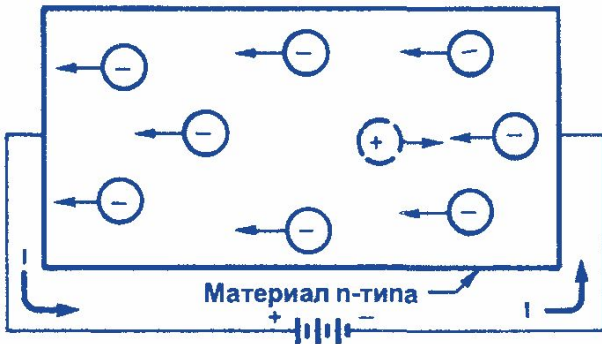
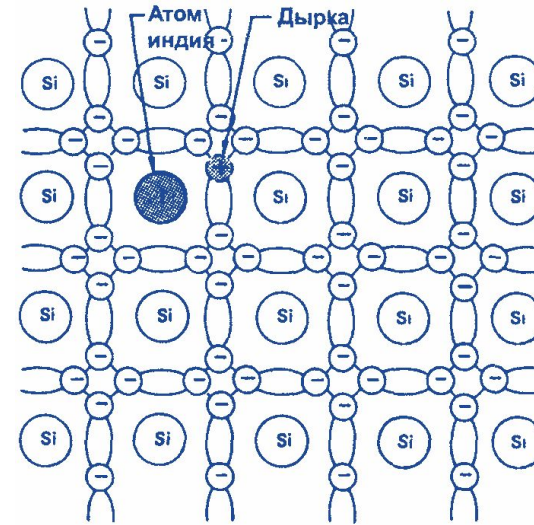
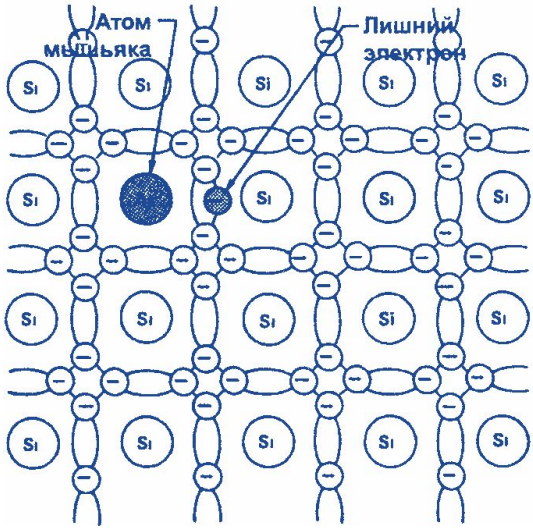
Энергетическая диаграмма металла (а), полупроводника (б) и диэлектрика (в)



Ток в чисто полупроводниковом материале.

3. Электропроводность полупроводников

Примесная электропроводность.



4. Основные свойства и характеристики полупроводников

Уровень Ферми, температурный потенциал.

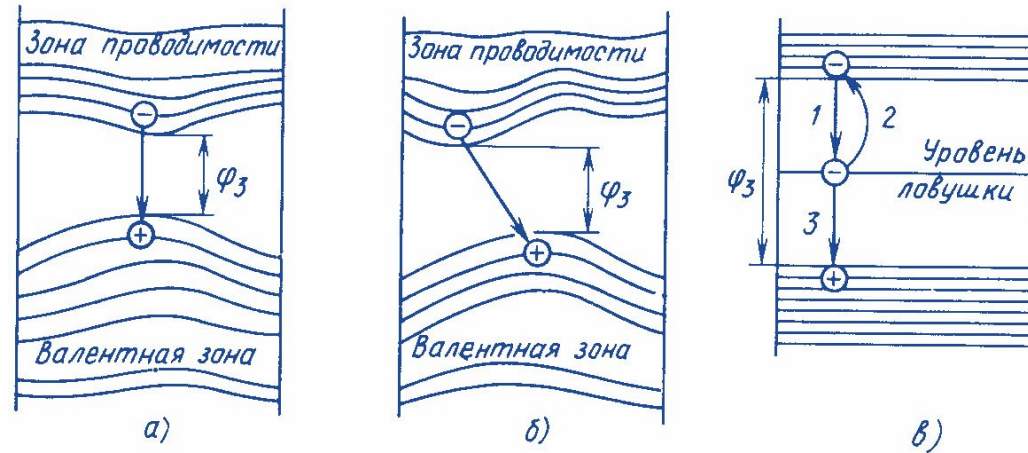
$$n = N_c e^{-(E_c - E_F)/(kT)},$$

$$p = N_v e^{-(E_F - E_v)/(kT)},$$

$$N_c = 2 \left(\frac{2\pi m_n^* kT}{h^2} \right)^{3/2}$$

$$N_v = 2 \left(\frac{2\pi m_p^* kT}{h^2} \right)^{3/2}$$

Концентрация носителей зарядов.



Уравнения непрерывности.

$$n = n_0 + \Delta n(0); \quad p = p_0 + \Delta p(0),$$

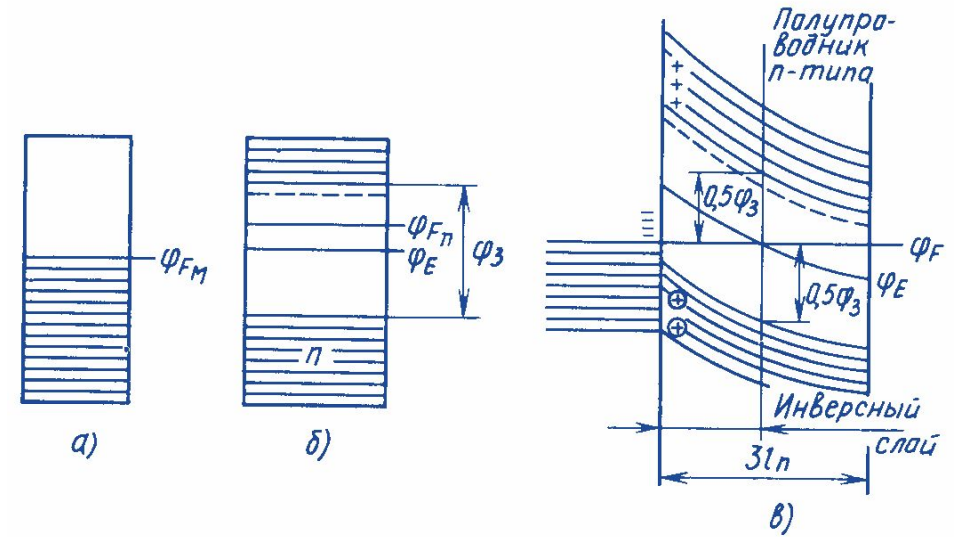
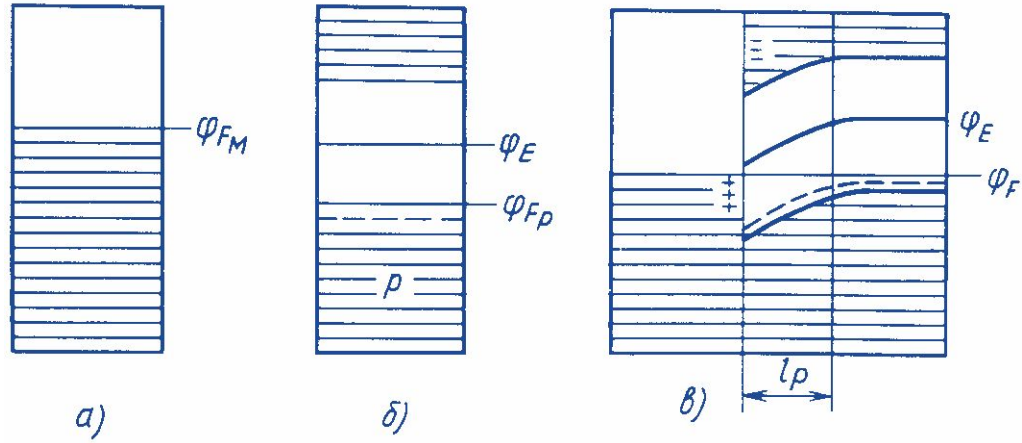
$$\frac{\partial n}{\partial t} = n\mu_n \frac{\partial E}{\partial x}; \quad \frac{\partial p}{\partial t} = -p\mu_p \frac{\partial E}{\partial x}.$$

$$\Delta p - \Delta n = [\Delta p(0) - \Delta n(0)] e^{-t/\tau_e},$$

$$\tau_e = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{q(n_0 \mu_n + p_0 \mu_p)}$$

5. Электрические переходы

Контакт металл — полупроводник.

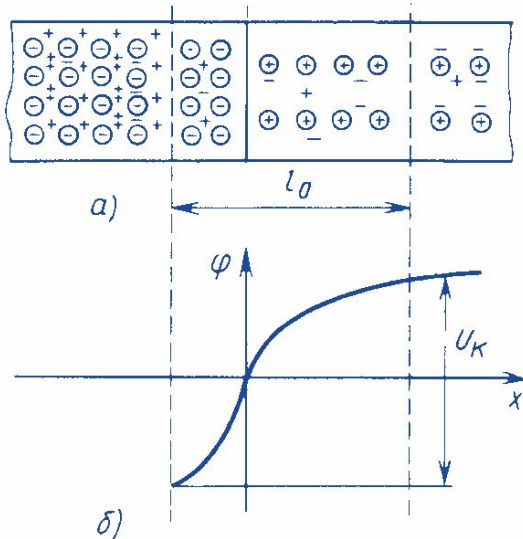


5. Электрические переходы

Контакт двух полупроводников p - и n -типов.

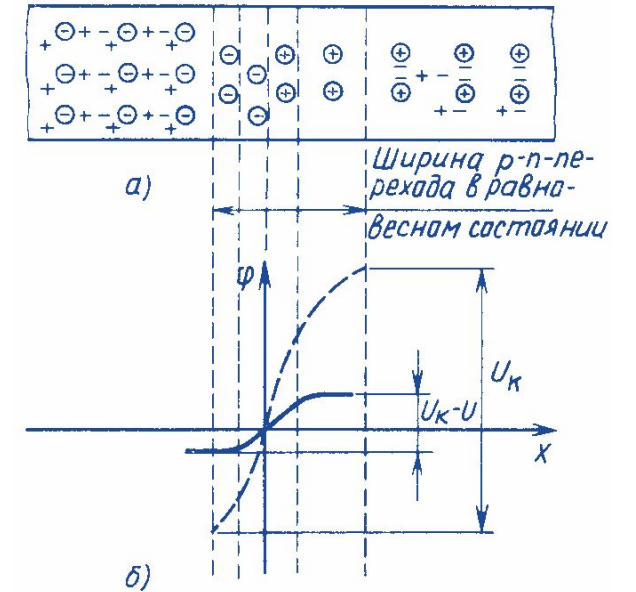
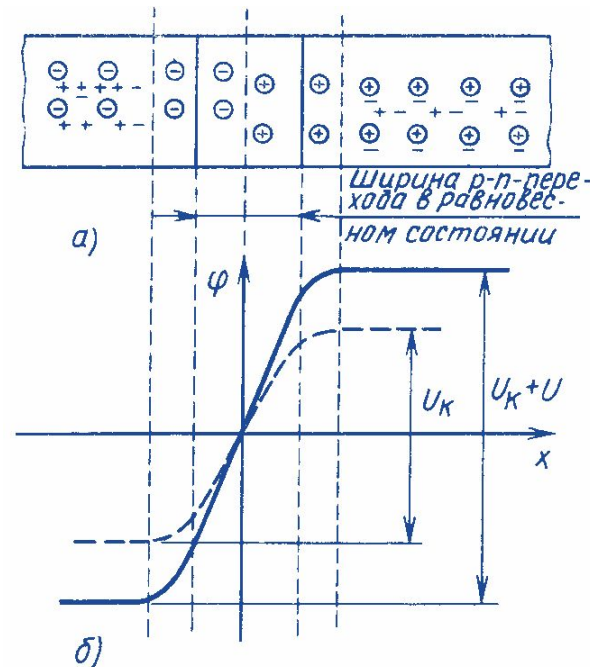
p - n -переход смещен в прямом направлении

Свойства несимметричного p - n -перехода.



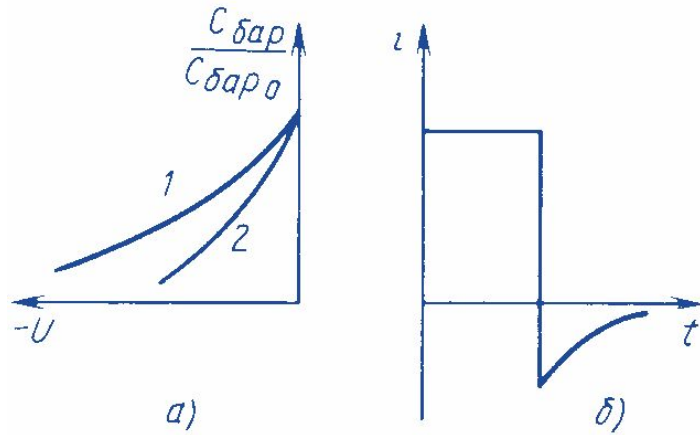
Несимметричный p - n -переход:

Переход, смещенный в обратном направлении.



6. Особенности реальных p-n переходов

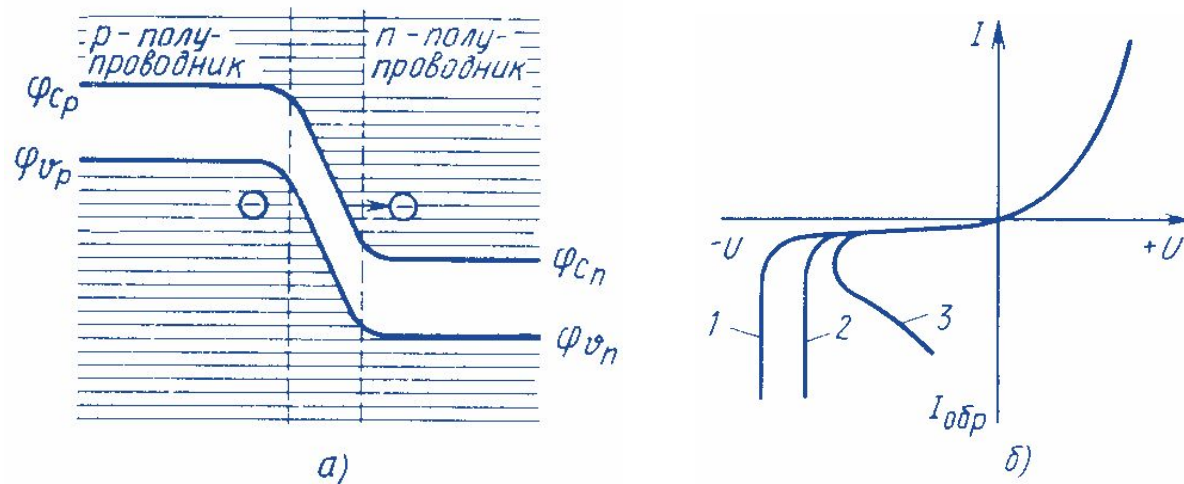
Емкости p-n-перехода.



$$i = \frac{dQ_{пер}}{dt} = C_{бар} \frac{dU}{dt},$$

$$C_{бар} = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{t_0} \sqrt{\frac{U_k}{U_k + |U|}},$$

Пробой p-n-перехода.



Ответьте на следующие вопросы:

1. Что делает кремний более желательным для использования, чем германий?
2. Почему при образовании полупроводниковых материалов важна ковалентная связь?
3. Опишите, как перемещаются электроны в образце чистого кремния при комнатной температуре?
4. Опишите процесс превращения образца чистого кремния в полупроводник n-типа.
5. Опишите, что случится в образце полупроводника n-типа, когда к нему будет приложено напряжение?