




---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

### ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

**Общие сведения о диодах**

**Полупроводниковый диод** – это полупроводниковый прибор с одним выпрямляющим электрическим переходом и двумя выводами, в котором используется то или иное свойство выпрямляющего электрического перехода.

*Структуры полупроводниковых диодов*

а) с выпрямляющим p-n-переходом; б) с выпрямляющим переходом на контакте «металл – полупроводник»; Н – невыпрямляющий электрический (омический) переход; В – выпрямляющий электрический переход; М – металл

---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

### Классификация диодов

| Признак классификации      | Наименование диода                                       |
|----------------------------|--|
| Площадь перехода           | Плоскостной, точечный                                    |
| Полупроводниковый материал | Германиевый, кремниевый, арсенид галлиевый               |
| Назначение                 | Выпрямительный, импульсный, стабилитрон, варикап и т. д. |
| Принцип действия           | Туннельный, диод Шоттки, фотодиод и т. д.                |

---

---

---

---

---

---

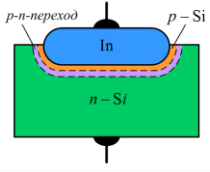
---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

В зависимости от геометрических размеров *p-n*-перехода диоды подразделяют на плоскостные и точечные.

**Плоскостными** называют такие диоды, у которых размеры, определяющие площадь *p-n*-перехода, значительно больше его ширины.




---

---

---

---

---

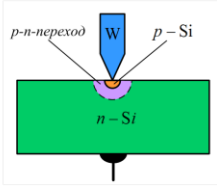
---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

**Точечные диоды** имеют очень малую площадь *p-n*-перехода, причем ее линейные размеры меньше толщины *p-n*-перехода.




---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

**Выпрямительные диоды**

**Выпрямительный диод** – это полупроводниковый прибор, предназначенный для преобразования переменного тока в постоянный.

Выпрямительные диоды: дискретное исполнение (а); диодные мосты (б) и конструкция одного из маломощных диодов (в)




---

---

---

---

---

---

---

---

Мощные выпрямительные диоды: дискретное исполнение (а); диодный силовой модуль (б); конструкция одного из диодов (в)




---

---

---

---

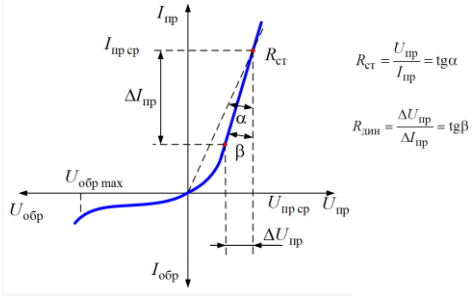
---

---

---

---

Вольт-амперная характеристика выпрямительного диода




---

---

---

---

---

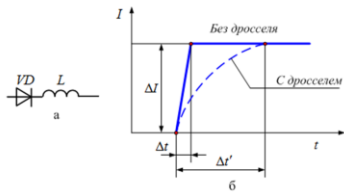
---

---

---

Скорость нарастания прямого тока  $\frac{di_{пр}}{dt}$

Способ уменьшения скорости нарастания прямого тока




---

---

---

---

---

---

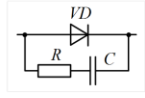
---

---

Скорость нарастания обратного напряжения  $\frac{du_{обр}}{dt}$

$$i = C_{бар} \frac{dU_c}{dt}$$

Способ уменьшения скорости нарастания обратного напряжения



---

---

---

---

---

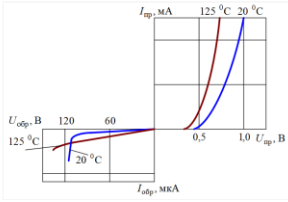
---

---

---

**Особенности вольт-амперных характеристик выпрямительных диодов**

Вольт-амперная характеристика одного из кремниевых выпрямительных диодов при различной температуре окружающей среды



- При увеличении температуры для кремниевых диодов характерно:
- уменьшение прямого напряжения
  - увеличение пробивного напряжения
  - отсутствие обратного тока насыщения

---

---

---

---

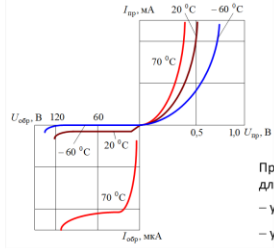
---

---

---

---

Вольт-амперная характеристика одного из германиевых выпрямительных диодов при различной температуре окружающей среды



- При увеличении температуры для германиевых диодов характерно:
- уменьшение прямого напряжения
  - уменьшение пробивного напряжения
  - существование обратного тока насыщения

---

---

---

---

---

---

---

---

### Импульсные диоды

**Импульсный диод** – это полупроводниковый диод, имеющий малую длительность переходных процессов и предназначенный для применения в импульсных режимах работы.

**Импульсные режимы** – это такие режимы, когда диоды переключаются с прямого напряжения на обратное через короткие промежутки времени, порядка долей микросекунды, при этом важную роль играют здесь переходные процессы.

---

---

---

---

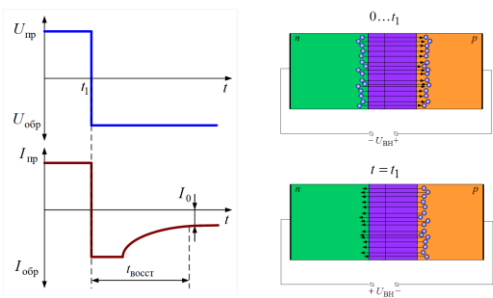
---

---

---

---

### Переходные процессы в импульсном диоде




---

---

---

---

---

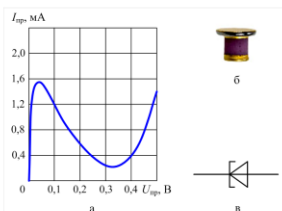
---

---

---

### Туннельные диоды

**Туннельный диод** – полупроводниковый прибор, выполненный на основе вырожденного полупроводника, в котором туннельный эффект приводит к появлению на вольт-амперной характеристике при прямом напряжении участка с отрицательным дифференциальным сопротивлением.



Туннельный диод: вольт-амперная характеристика (а); конструкция (б); условное графическое изображение (в)

---

---

---

---

---

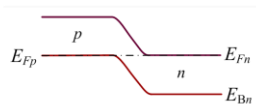
---

---

---

### Обращенные диоды

**Обращенный диод** – разновидность туннельного диода у которого концентрация примесей подобрана таким образом, что в уравновешенном состоянии при отсутствии внешнего напряжения потолок валентной зоны материала  $p$ -типа совпадает с дном зоны проводимости материала  $n$ -типа.




---

---

---

---

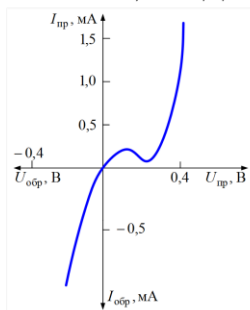
---

---

---

---

Обращенный диод: вольт-амперная характеристика и условное графическое обозначение




---

---

---

---

---

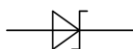
---

---

---

### Диоды Шоттки

Потенциальный барьер, полученный на основе контакта «металл – полупроводник», часто называют **барьером Шоттки**, а диоды, использующие такой потенциальный барьер, – **диодами Шоттки**.



Обозначение диода Шоттки

---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

### Варикапы

**Варикап** – это полупроводниковый диод, в котором используется зависимость барьерной ёмкости  $p$ - $n$ -перехода от обратного напряжения.

а

б  
в

Варикапы: вольт-фардная характеристика (а); конструкции (б); условное графическое изображение варикапов (в)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

### Стабилитроны

**Стабилитрон** – это полупроводниковый прибор, напряжение на котором в области электрического пробоя при обратном смещении слабо зависит от тока в заданном диапазоне и который предназначен для стабилизации напряжения.

а

б

в

Стабилитроны: конструкции (а), вольт-амперная характеристика (б) и условное графическое обозначение (в)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Температурный коэффициент напряжения стабилизации (ТКН)

$$TKH = \frac{1}{U_{ст}} \frac{\Delta U_{ст}}{\Delta T} \cdot 100\%$$

Температурная зависимость вольт-амперной характеристики стабилитрона

стабилитрон

Количество диодов

$$n = \frac{\Delta U}{\delta U}$$

Термокомпенсация стабилитрона

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

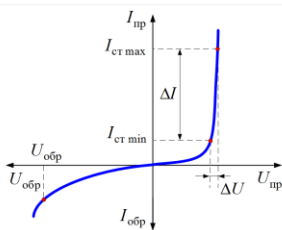
---

---

**Стабилоры**

**Стабилор** – это полупроводниковый прибор, напряжение на котором в области прямого смещения слабо зависит от тока в заданном диапазоне и который предназначен для стабилизации напряжения.

Вольт-амперная характеристика стабилора



---

---

---

---

---

---

---

---