

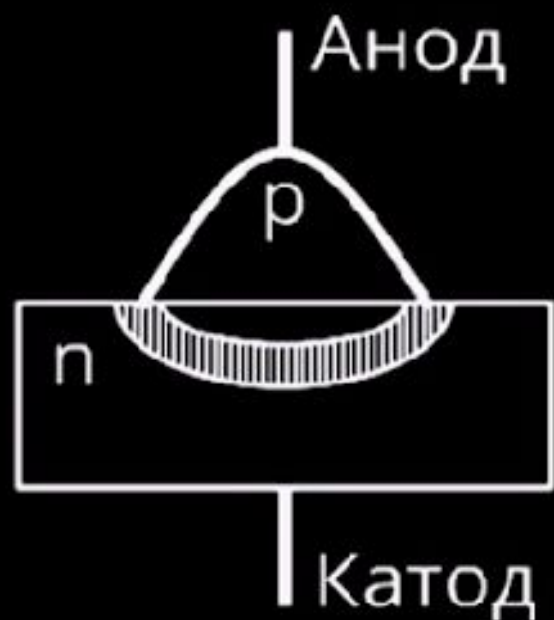
***Классификация  
полупроводниковых  
диодов***

Полупроводниковый диод – полупроводниковый прибор с двумя выводами и одним р-п переходом.



# ***Выпрямительные диоды***

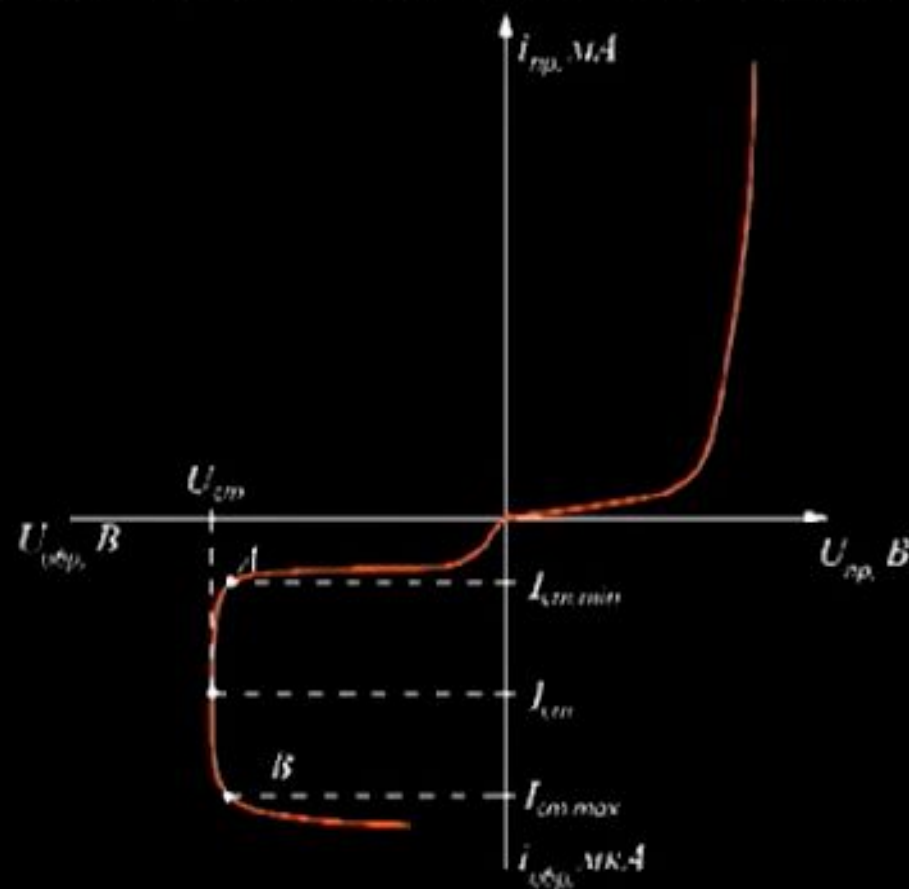
Выпрямительные диоды предназначены для преобразования переменного тока в постоянный.



Условное обозначение на принципиальных электрических схемах

***Стабилитроны***

**Стабилитроны** – п/п диоды, предназначенные для стабилизации уровня напряжения в схеме. Эти диоды работают на участке обратной ветви ВАХ, соответствующем электрическому пробое.



AB – границы рабочего участка. На нем в широком диапазоне изменения тока напряжение меняется незначительно.

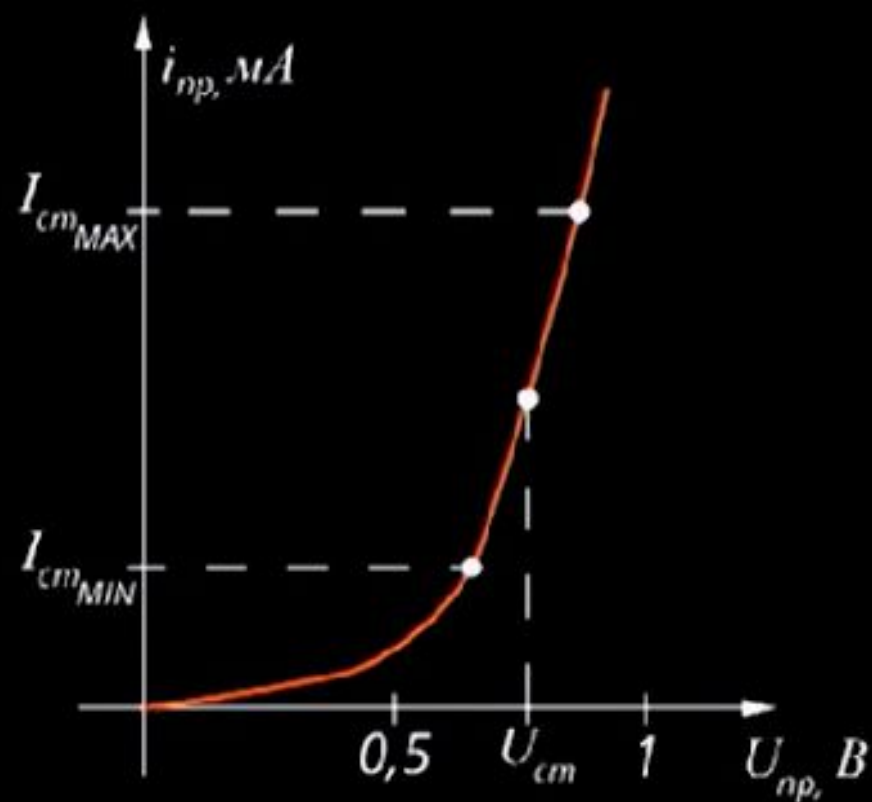
$U_{ст}$  – напряжение стабилизации (основной параметр стабилитрона)

$I_{ст.мин}$ ,  $I_{ст.макс}$  – минимальный и максимальный токи стабилизации

$$r_{ст} = \frac{dU}{dI} \text{ дифференциальное сопротивление}$$

***Стабисторы***

Для стабилизации малых напряжений (менее 1 В) используют прямую ветвь ВАХ диода. Такие приборы называют **стабисторами**.



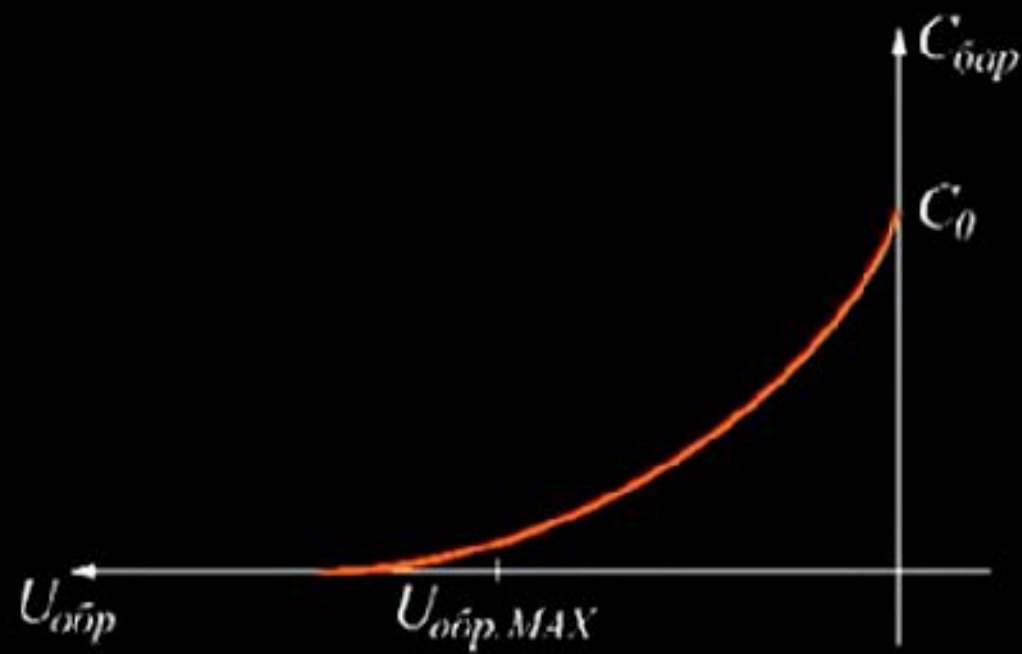
Условное обозначение стабилитронов  
и стабисторов на схемах



***Варикапы***

**Варикапы** –  $p-n$  диоды, в которых используется зависимость барьерной емкости  $p-n$  перехода от обратного напряжения.

Варикапы применяются в качестве элементов с электрически управляемой ёмкостью в схемах перестройки частоты колебательного контура в частотно-избирательных цепях, в схемах деления и умножения частоты, частотной модуляции, управляемых фазовращателей и др.

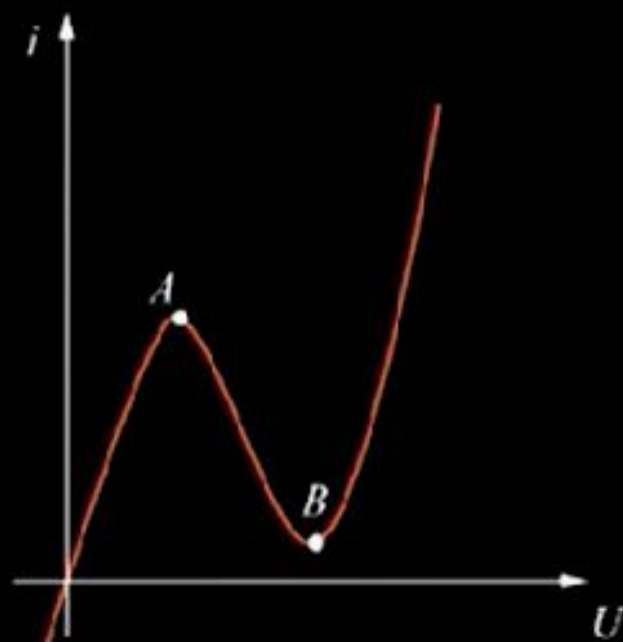


Условное обозначение  
варикапов на схемах

# *Туннельный диод*

**Туннельные диоды** – п/п диоды на основе вырожденного полупроводника, имеющего высокую концентрацию примеси ( $10^{19} - 10^{20} \text{ см}^{-3}$ ). Они имеют тонкий электронно-дырочный переход и высокий потенциальный барьер в нем.

ВАХ туннельного диода при прямом напряжении имеет падающий участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Наличие такого участка объясняется возникновением туннельного эффекта.



Условное обозначение туннельных диодов на схемах

***Диод Шоттки***

Диод Шоттки – п/п диод, в котором в качестве выпрямляющего элемента выступает переход металл-полупроводник.

$$A_{Me} < A_{п/п}$$

полупроводник  $n$  – типа

Электроны перемещаются в основном из металла в полупроводник. Приграничный слой обогащается носителями и образуется структура, не обладающая односторонней проводимостью (омический контакт). Используется для создания внешних выводов п/п приборов.

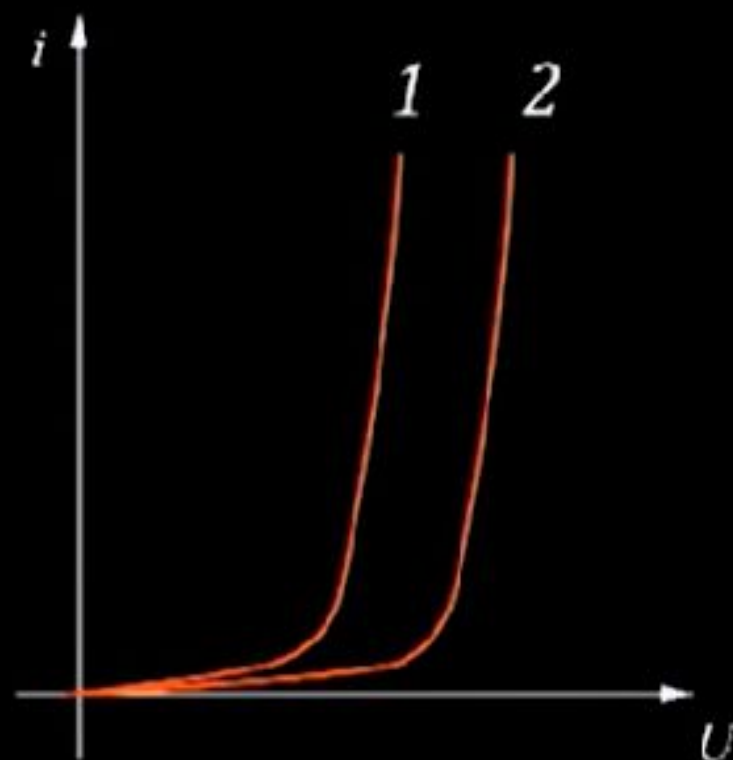
$$A_{Me} > A_{п/п}$$

полупроводник  $n$  – типа

Электроны перемещаются в основном из п/п в металл. Металл заряжается отрицательно, а п/п за счет ионов примеси – положительно, возникает разность потенциалов  $U_k$  и потенциальный барьер. Приграничный слой обедняется носителями и образуется структура, аналогичная  $p - n$  переходу и обладающая односторонней проводимостью.

## Особенности диода Шоттки по сравнению с обычным диодом на p-n-переходе:

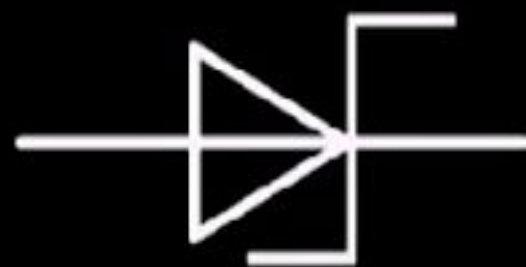
1. Значительно меньшее прямое напряжение.
2. Отсутствие проникновения неосновных носителей заряда из металла в полупроводник (дырок). Это повышает быстродействие, поскольку отпадает необходимость в рассасывании таких носителей при смене полярности внешнего напряжения.



1 – переход Шоттки  
2 – p – n переход



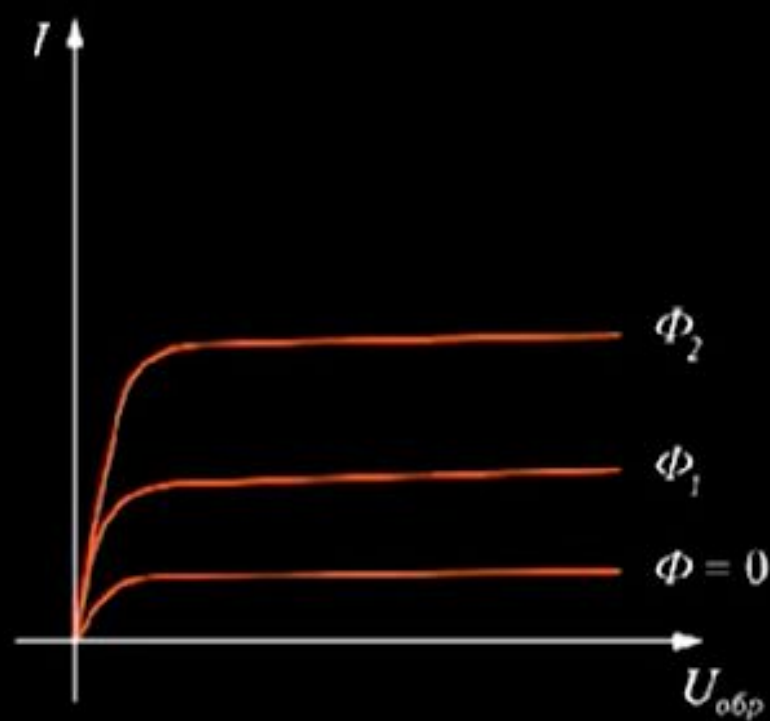
Достоинство диодов Шоттки – **высокое быстродействие**. Используются в переключательных схемах (микросхемы ТТЛШ). Время переключения  $\sim 0,1$ нс.



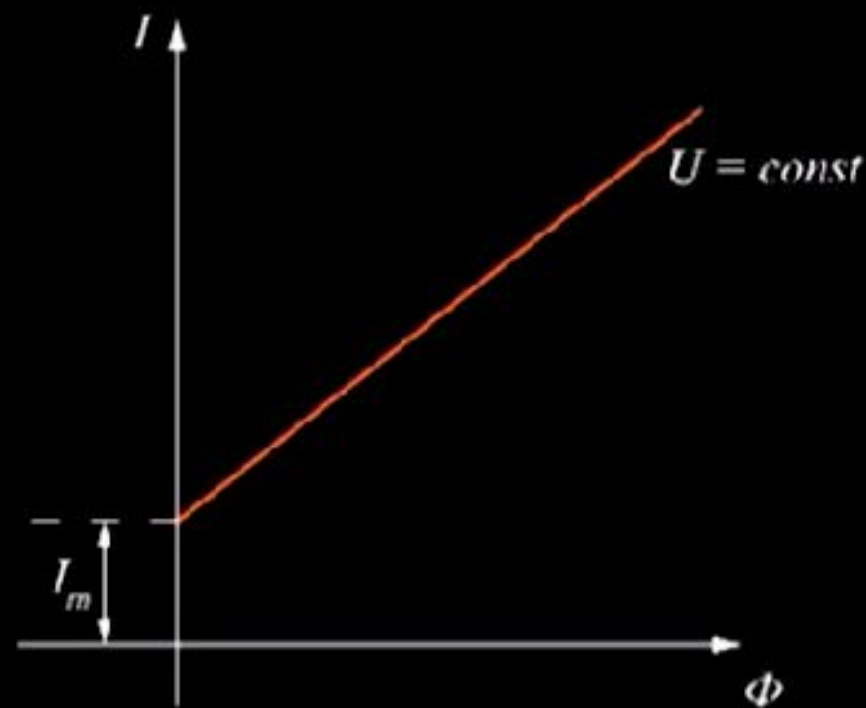
Условное обозначение  
диодов Шоттки на схемах:

***Фотодиод***

**Фотодиод** – п/п диод, работающий при обратном напряжении. Под действием квантов света в р-п-переходе генерируются неосновные носители заряда, образующие фототок.



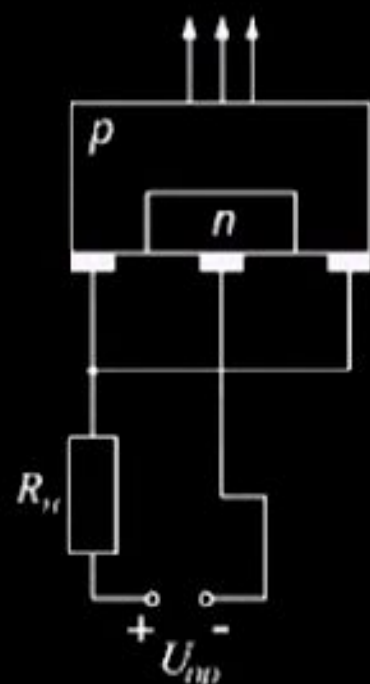
$$\Phi_2 > \Phi_1$$



$I_m$  – темновой ток

***Светодиод***

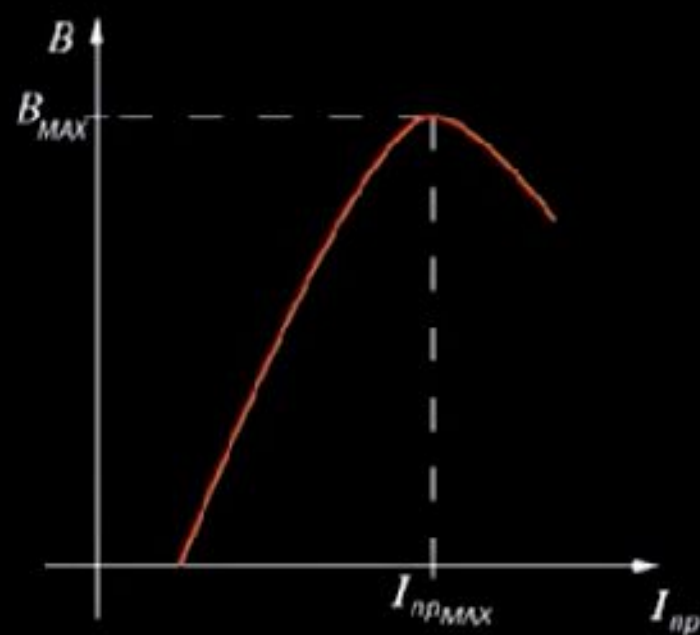
**Светодиоды** – приборы, в которых электрическая энергия преобразуется в видимый свет за счет свойств  $p - n$  перехода. В основе лежит явление люминесценции.



При приложении прямого напряжения в  $p - n$  переходе происходит рекомбинация электронов и дырок. В светодиодах она сопровождается выделением энергии в виде квантов света и называется излучательной.

Длина волны излучения определяется шириной запрещенной зоны полупроводника.

**Излучательная характеристика** – зависимость яркости свечения светодиода от прямого тока.



$B$  – яркость свечения  
 $I_{пр}$  – прямой ток

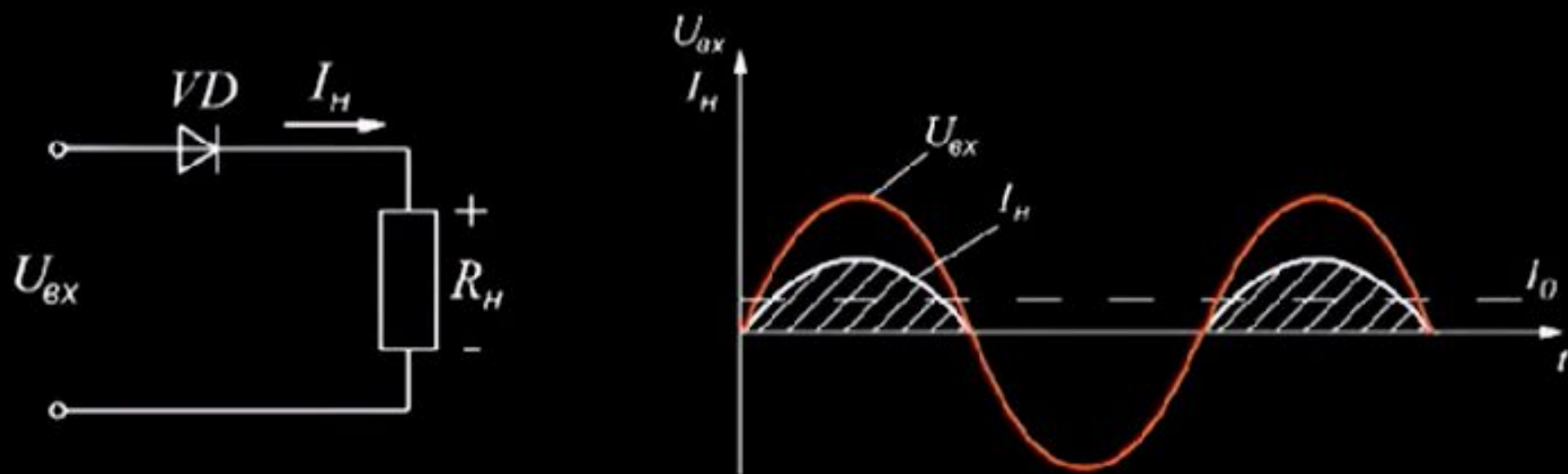
**Спектральная характеристика** – зависимость интенсивности излучения от длины волны (определяется свойствами материала полупроводника).

Основное применение: индикаторные устройства (в том числе семисигментные).

***Применение  
полупроводниковых  
диодов***

Выпрямители входят в состав вторичных источников питания и предназначены для преобразования переменного напряжения в постоянное.

### Однополупериодный выпрямитель

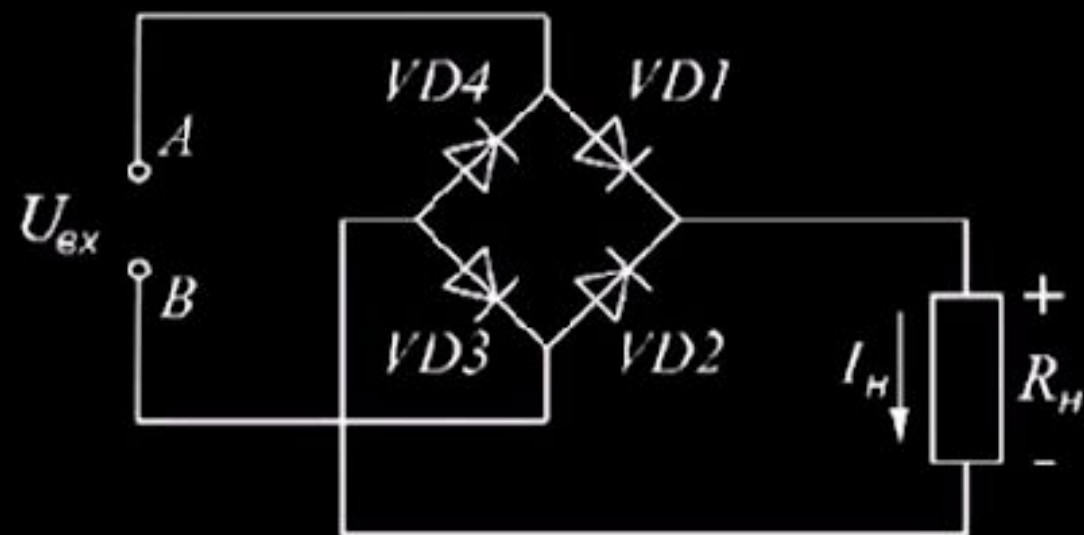


$$I_0 = \frac{1}{\pi} I_{max}$$

$$U_0 = \frac{1}{\pi} U_{max} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U = 0,45U$$

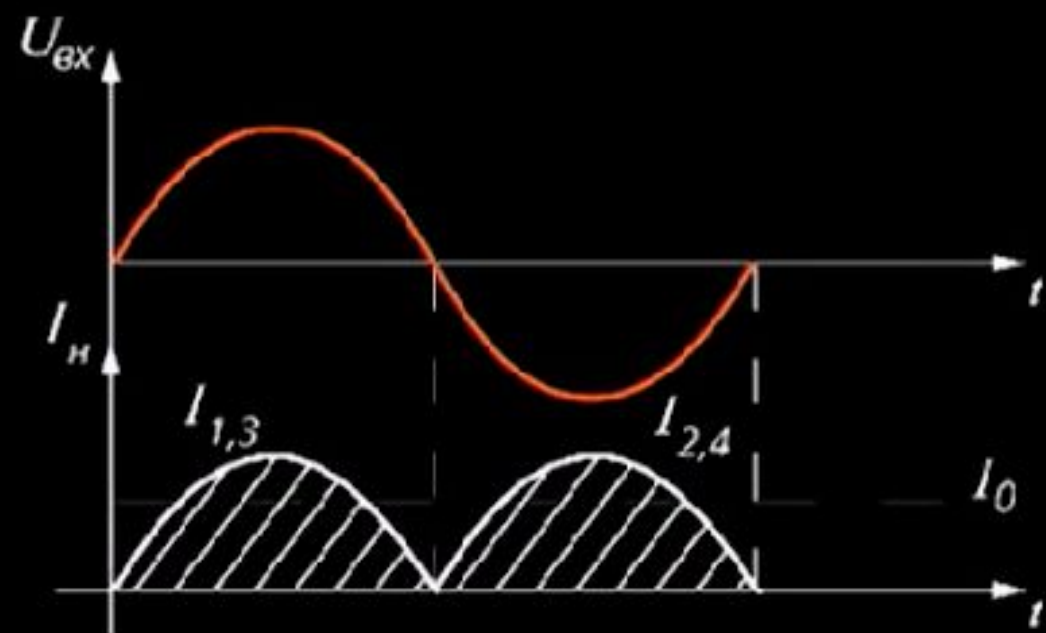


## Двухполупериодный выпрямитель



$$I_{1,3}: A - VD1 - R_H - VD3 - B$$

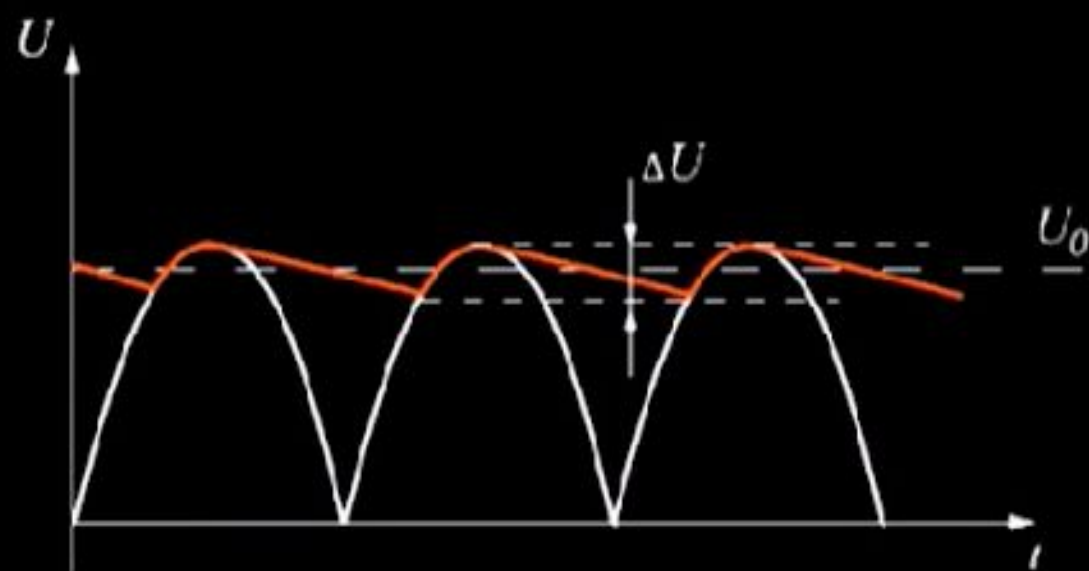
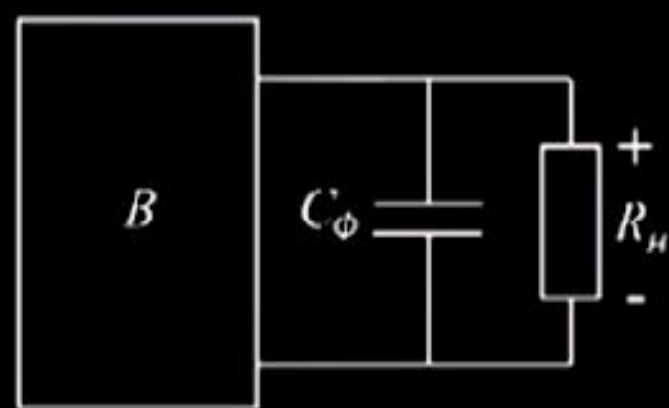
$$I_{2,4}: B - VD2 - R_H - VD4 - A$$



$$I_0 = \frac{2}{\pi} I_{max}$$

$$U_0 = \frac{2}{\pi} U_{max} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U = 0,9U$$

**Сглаживающие фильтры** – устройства, которые предназначены для максимального уменьшения переменных составляющих выходного напряжения (пульсаций).



$$I = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \quad \text{– ток через нагрузку}$$

$$\Delta U = \frac{I}{C} \Delta t \quad \text{– амплитуда пульсаций}$$

$$\Delta t = \frac{1}{f} \quad \text{– для однополупериодного выпрямителя}$$

$$\Delta t = \frac{1}{2f} \quad \text{– для двухполупериодного выпрямителя}$$

**Стабилизатор напряжения** – устройство, автоматически поддерживающее напряжение на нагрузке при изменении в определенных пределах различных дестабилизирующих факторов.

В параметрических стабилизаторах используются приборы, в которых напряжение не зависит от тока.

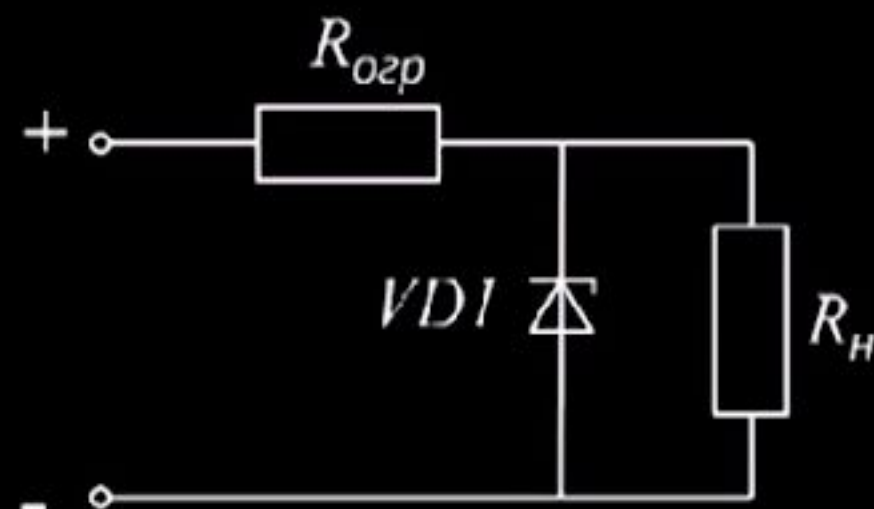


Схема стабилизатора на стабилитроне

Стабилитрон выбирается, исходя из требуемого  $U_{\text{вых}}$  и тока нагрузки  $I_{\text{н}}$ .

$$U_{\text{ст}} = U_{\text{вых}}$$

$$I_{\text{ст}} = (3 - 5)I_{\text{н}}$$

Сопротивление  $R_{\text{огр}}$  задает ток через стабилитрон и поглощает колебания входного напряжения.