

Выпрямительные диоды

Подготовил

Студент 4-го курса

Группы РФ-42

Ковалев Александр

План

- 1.) Что такое выпрямительный диод?
- 2.) Свойства р-n перехода
- 3.) Параметры выпрямительных диодов
- 4.) Как их делают и из чего?
- 5.) Выпрямители

Диод – двухэлектродный полупроводниковый прибор с одним р–n-переходом, обладающий односторонней проводимостью тока. Полупроводниковый диод, предназначенный для **преобразования** переменного тока в постоянный.

Существует много различных типов диодов – выпрямительные, импульсные, туннельные, обращенные, сверхвысокочастотные диоды, а также стабилитроны, варикапы, фотодиоды, светодиоды и др.

Они широко используются в цепях управления и коммутации, в схемах умножения напряжения, во всех силовых цепях, где не предъявляются жестких требований к временным и частотным параметрам электрического сигнала.

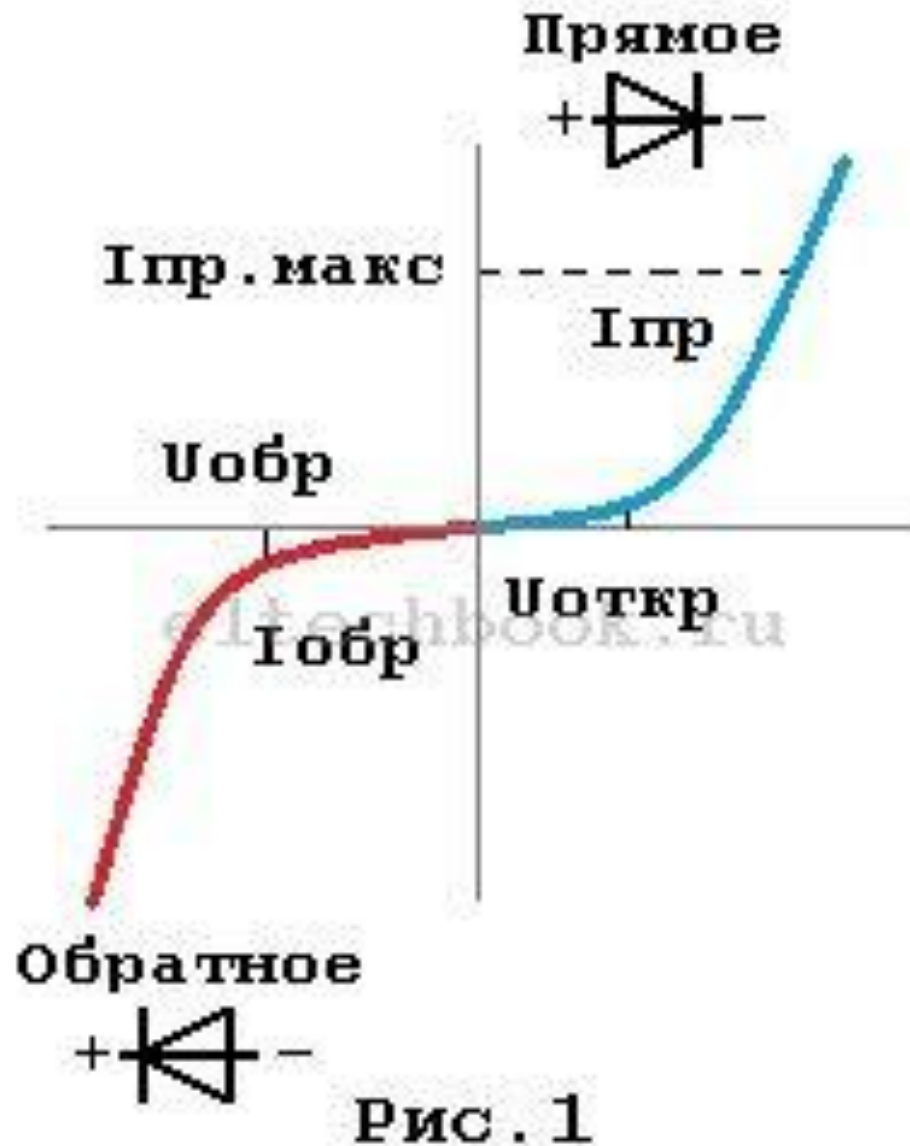


Работа выпрямительного диода объясняется свойствами электрического р–n-перехода.

Вблизи границы двух полупроводников образуется слой, лишенный подвижных носителей заряда (из-за рекомбинации) и обладающий высоким электрическим сопротивлением, – так называемый запирающий слой. Этот слой определяет контактную разность потенциалов (потенциальный барьер).

Если к р–n-переходу приложить внешнее напряжение, создающее электрическое поле в направлении, противоположном полю электрического слоя, то толщина этого слоя уменьшится и при напряжении 0,4 - 0,6 В запирающий слой исчезнет, а ток существенно возрастет (этот ток называют прямым).

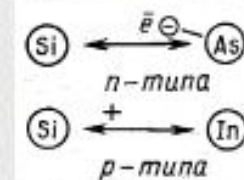
При подключении внешнего напряжения другой полярности запирающий слой увеличится и сопротивление р–n-перехода возрастет, а ток, обусловленный движением неосновных носителей заряда, будет незначительным даже при сравнительно больших напряжениях.



Свойства p-n-перехода.

Примесные полупроводники

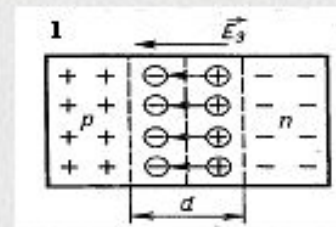
Донорная примесь: основные носители заряда - свободные электроны. Остается положительный ион примеси. Акцепторная примесь: основные носители заряда—дырки. Остается отрицательный ион примеси. В месте контакта донорного и акцепторного полупроводников возникает электронно-дырочный переход (p-n-переход).



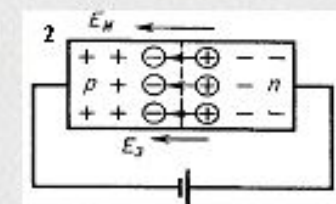
Свойства p-n-перехода

1. Образуется запирающий слой, образованный зарядами ионов примеси: $d = 10^{-7}$ м, $D_j = 0,4 - 0,8$ В.

$$E = \frac{\Delta\varphi}{d} = \frac{0,4\text{В}}{10^{-7}\text{м}} = 4 \cdot 10^6 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$



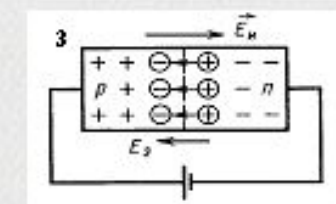
2. Направление внешнего поля (источника) совпадает с направлением контактного поля. Тока основных носителей заряда нет. Существует слабый ток неосновных носителей заряда. Такое включение называется обратным.



3. Прямое включение. Существует ток основных носителей заряда.

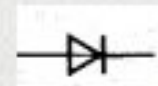
p-n-переход пропускает электрический ток только в одном направлении

(свойство односторонней проводимости).

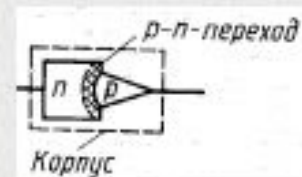


Полупроводниковый диод

Схематическое изображение. Направление стрелки указывает направление тока.



Устройство диода.



Вольтамперная характеристика полупроводникового диода.

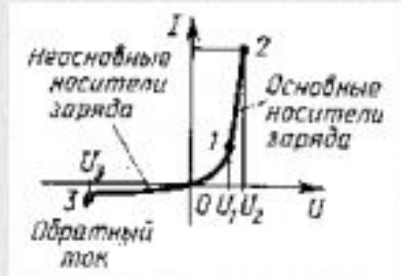
1, 2 — участок приближенно прямолинейно-экспонента;

3 - пробой диода

0,3- обратный ток;

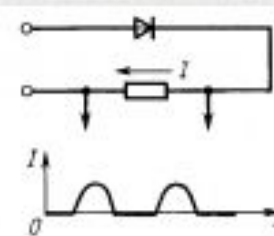
0,1- ток меняется нелинейно.

Обратный ток обусловлен наличием неосновных носителей заряда.



Применение полупроводникового диода

Выпрямитель тока



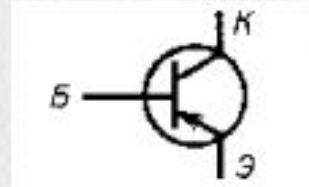
Однополупериодный пульсирующий ток

Принцип действия транзистора

Условное обозначение

Направление стрелки - направление тока

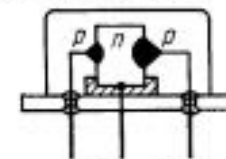
На всех рисунках - **р-п-р**- транзисторы.



Устройство **биполярного транзистора**.

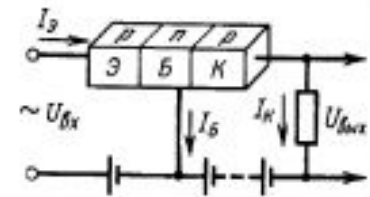
Основные применения: элемент усилителя тока, напряжения или мощности; электронный ключ (например, в генераторе электромагнитных колебаний).

Транзистор-усилитель



Эмиттер База Коллектор

Переход эмиттер - база включается в прямом направлении, а база - коллектор - в обратном. Через эмиттерный переход идет большое количество основных носителей заряда. База очень тонкая. Концентрация основных носителей заряда в базе небольшая. Поэтому рекомбинация электронов и дырок небольшая. Ток базы маленький. Заряды, пришедшие из эмиттера, по отношению к базе являются неосновными, поэтому они свободно проходят через коллекторный переход. До 95% дырок, попадающих из эмиттера в базу, проходят в коллектор. Т.е. $I_3 \approx I_6$. При изменении I_3 с помощью источника переменного напряжения одновременно почти во столько же раз изменяется I_K . Т.к. сопротивление коллекторного перехода во много раз превышает сопротивление эмиттерного, то при практически равных токах, напряжение на эмиттере много меньше напряжения на коллекторе.



$$k = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}}$$

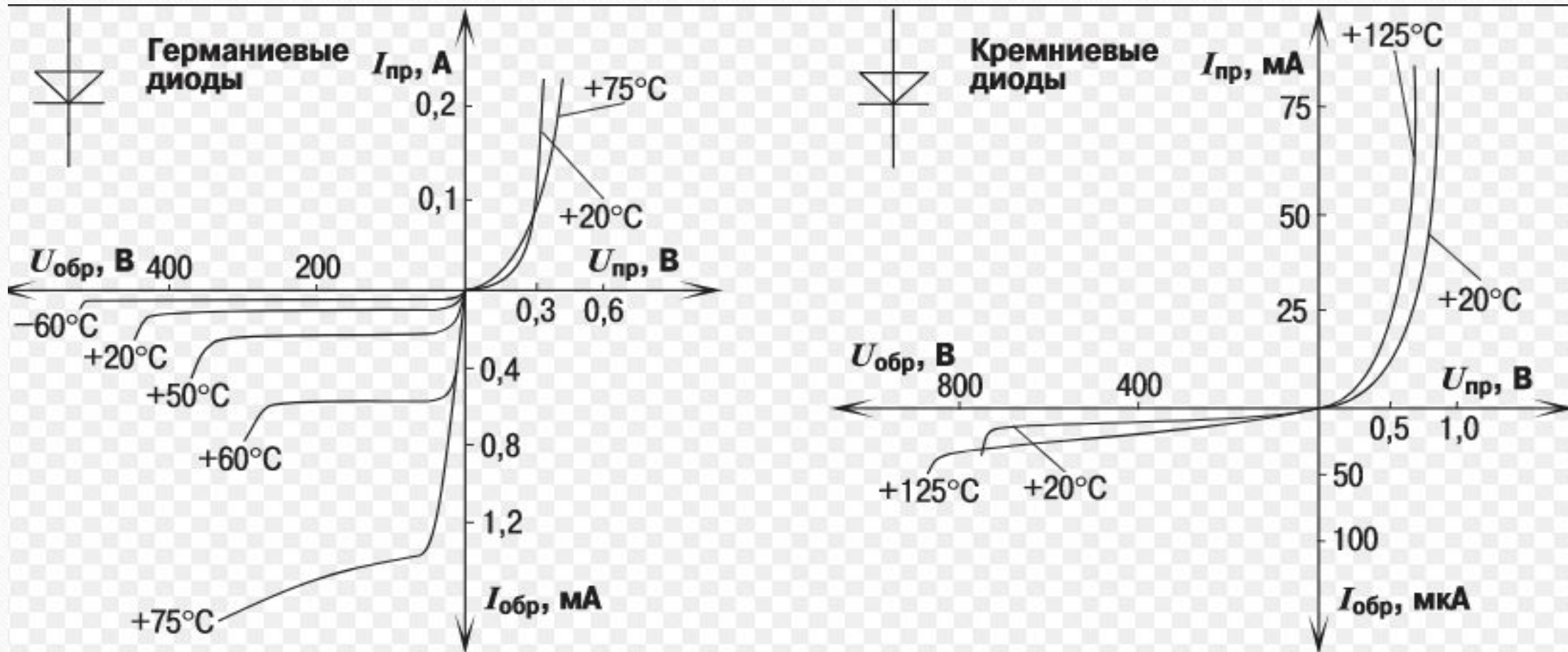
Основными параметрами выпрямительных диодов являются:

- максимально допустимый прямой ток $I_{пр.мах}$,
- максимально допустимое обратное напряжение $U_{обр.мах}$,
- максимально допустимая частота $f_{мах}$.

По первому параметру выпрямительные диоды делят на диоды:

1. малой мощности, прямой ток до 300 мА,
2. средней мощности, прямой ток 300 мА - 10 А,
3. большой мощности – силовые, максимальный прямой ток определяется классом и составляет 10, 16, 25, 40 - 1600 А.

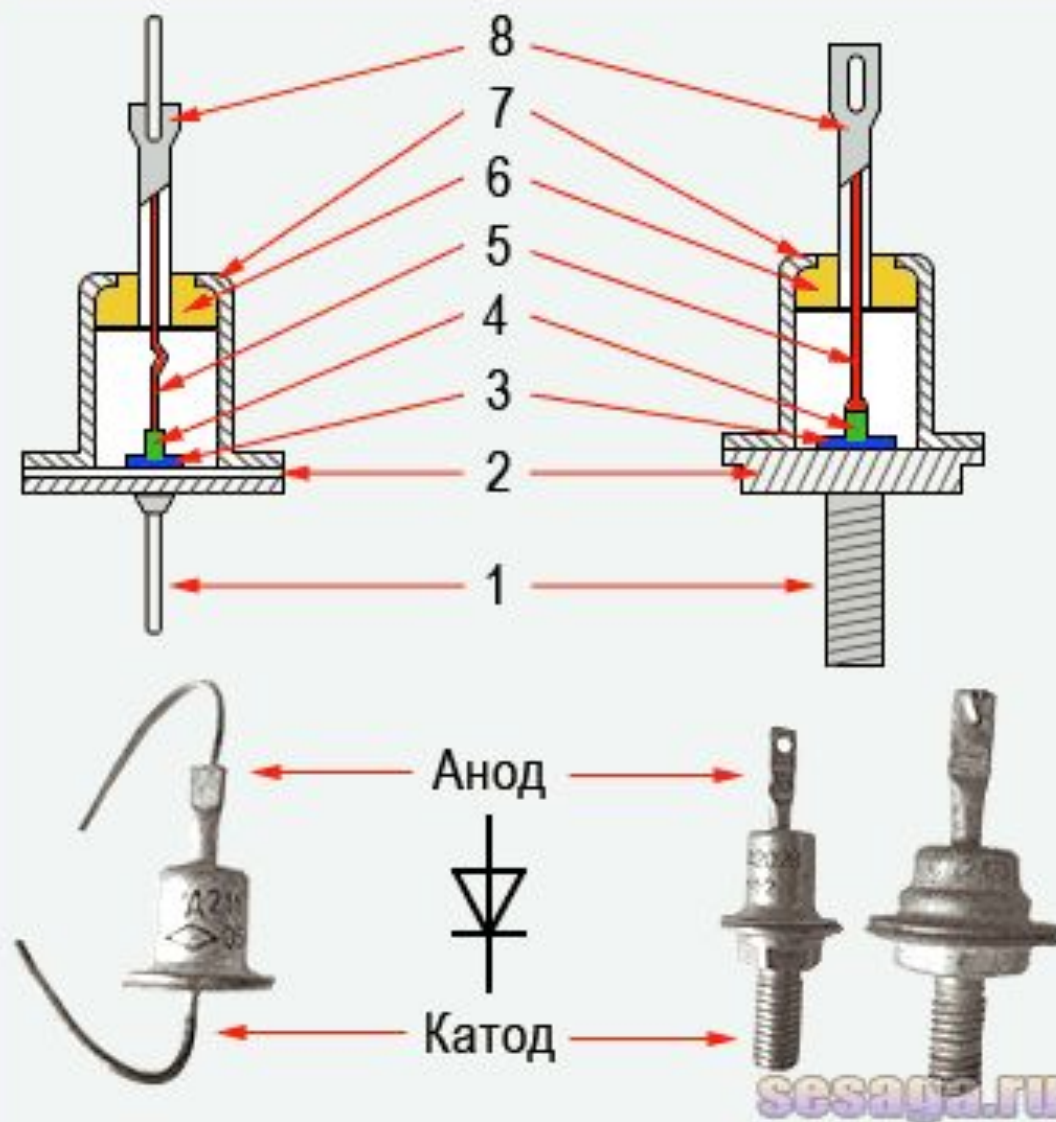
Промышленностью в основном выпускаются германиевые (Ge) и кремниевые (Si) диоды



Диоды **малой мощности** изготавливают в пластмассовом корпусе с гибкими внешними выводами, диоды

средней мощности – в металлостеклянном корпусе с жесткими внешними выводами, а диоды

большой мощности – в металлостеклянном или металлокерамическом корпусе, т.е. со стеклянным или керамическим изолятором. Пример выпрямительных диодов германиевого (малой мощности) и кремниевого (средней мощности) показан на рисунке ниже.



Рабочие и предельно допустимые параметры

$I_{обр}$ – постоянный обратный ток, мкА;

$U_{пр}$ – постоянное прямое напряжение, В;

$I_{пр\ max}$ – максимально допустимый прямой ток, А;

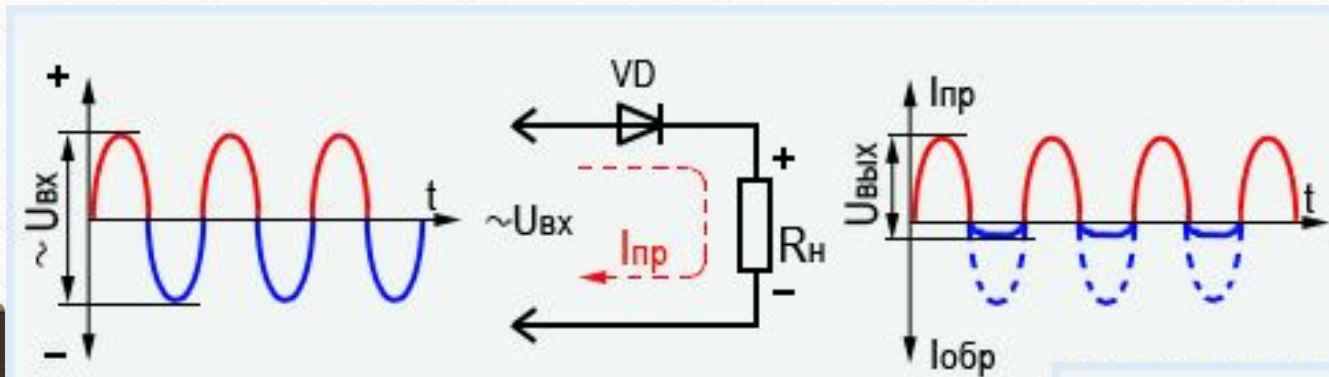
$U_{обр\ max}$ – максимально допустимое обратное напряжение, В;

$P\ max$ – максимально допустимая мощность, рассеиваемая на диоде;

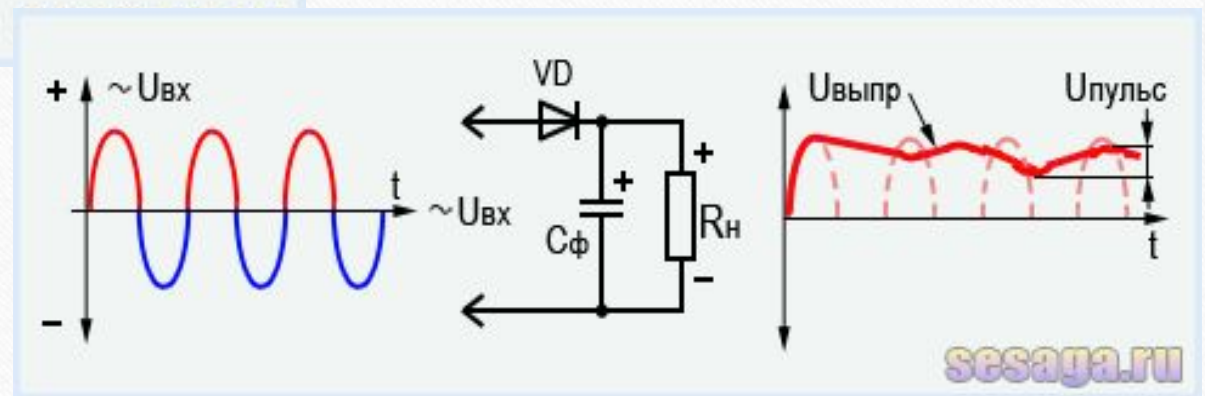
Рабочая частота, кГц;

Рабочая температура, С.

Схема простого выпрямителя переменного тока на одном диоде



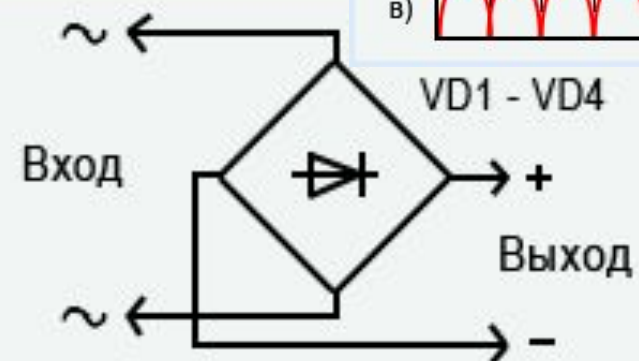
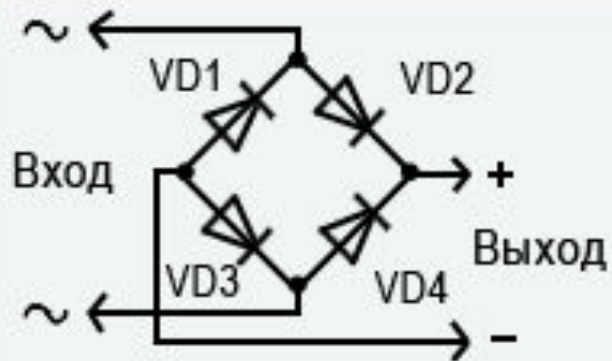
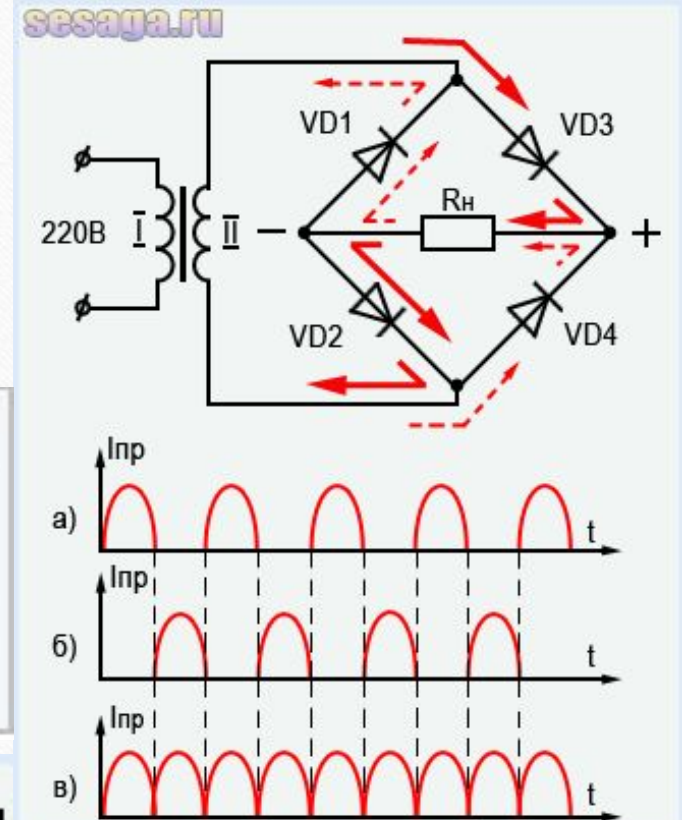
В выпрямителе, полезно используется энергия только **половины** волн переменного тока, поэтому на нем теряется больше половины **входного** напряжения и потому такое выпрямление переменного тока называют **однополупериодным**, а выпрямители – **однополупериодными выпрямителями**.



Двухполупериодный выпрямитель

Работа двухполупериодного выпрямителя по сравнению с однополупериодным получается намного эффективней:

1. Удвоилась частота пульсаций выпрямленного тока;
2. Уменьшились провалы между импульсами, что облегчило задачу сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя;
3. Среднее значение напряжения постоянного тока примерно равно переменному напряжению, действующему во вторичной обмотке трансформатора.



Диодный мост – это небольшая схема, составленная из 4-х диодов и предназначенная для преобразования переменного тока в постоянный.

