

## Лекция 5

# ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

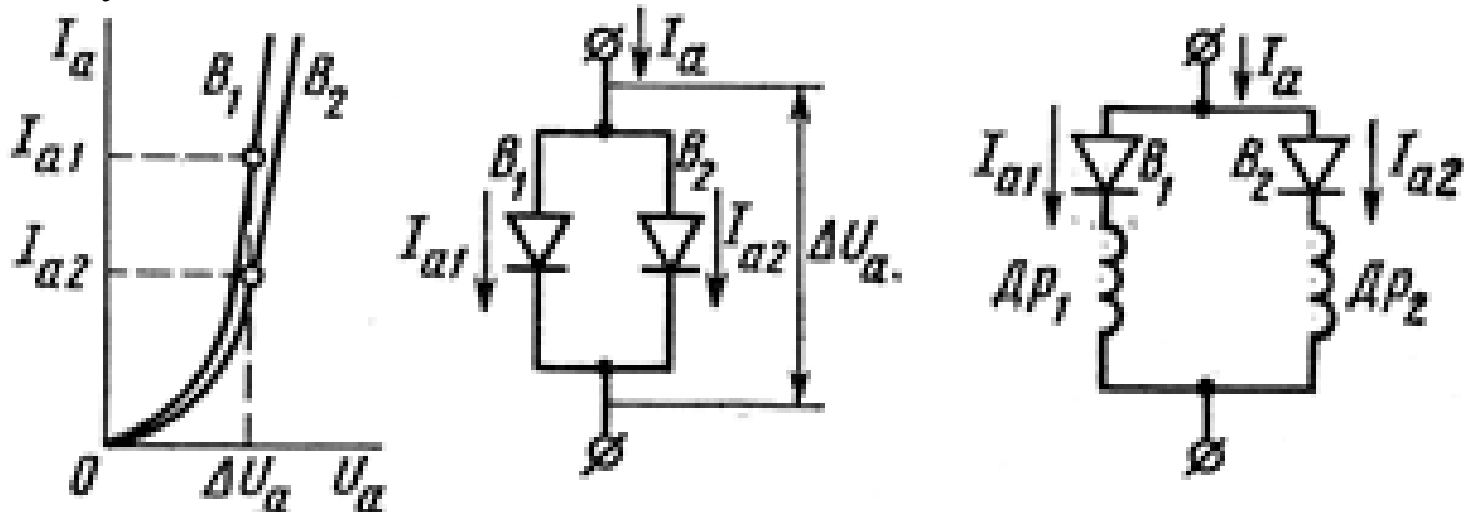
1. Последовательное и параллельное соединение диодов.
2. Выпрямитель переменного тока на одном диоде.
3. Диодный мост. Устройство и принцип работы.
4. Полупроводниковые стабилитроны. Устройство и принцип работы.

# Параллельное соединение диодов

Предназначено для увеличения суммарного прямого тока. Оно используется с принятием мер по выравниванию прямых токов приборов, входящих в группу. Это необходимо для исключения перегрузки по току отдельных диодов, приводящей к выходу их из строя вследствие перегрева. Причиной неравномерного распределения токов является несовпадение прямых ветвей вольт-амперных характеристик приборов ввиду разброса параметров.

Для выравнивания токов используют диоды с малым различием прямых ветвей вольт-амперных характеристик (производят их подбор по прямой ветви вольт-амперной характеристики).

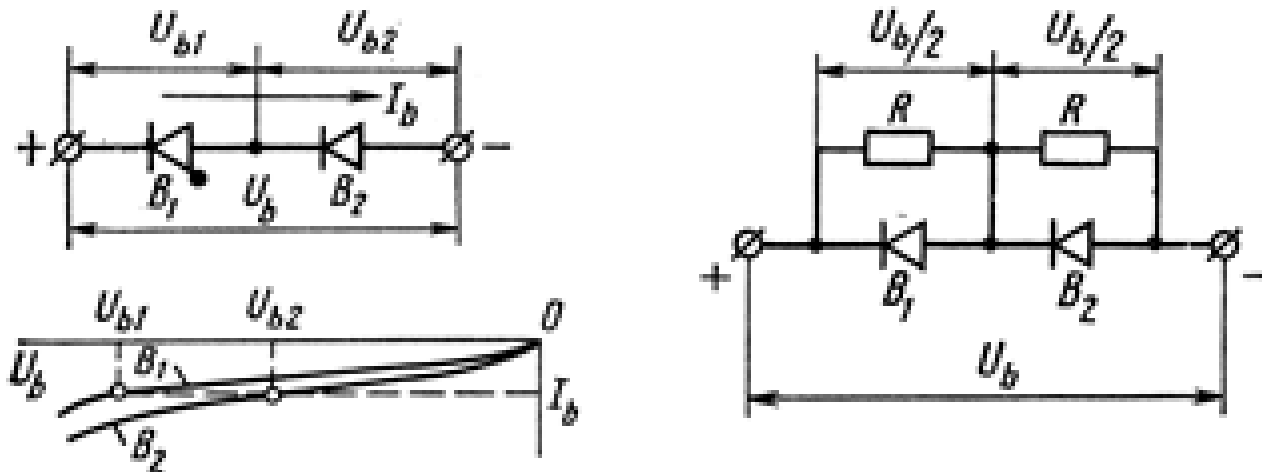
**Индуктивные делители тока.** При введении в каждую из параллельных ветвей дополнительной индуктивности возникает э. д. с. самоиндукции при нарастании тока в ветвях, вследствие чего различие токов в параллельных ветвях, вызванное разбросом параметров диодов, становится менее ощутимым.



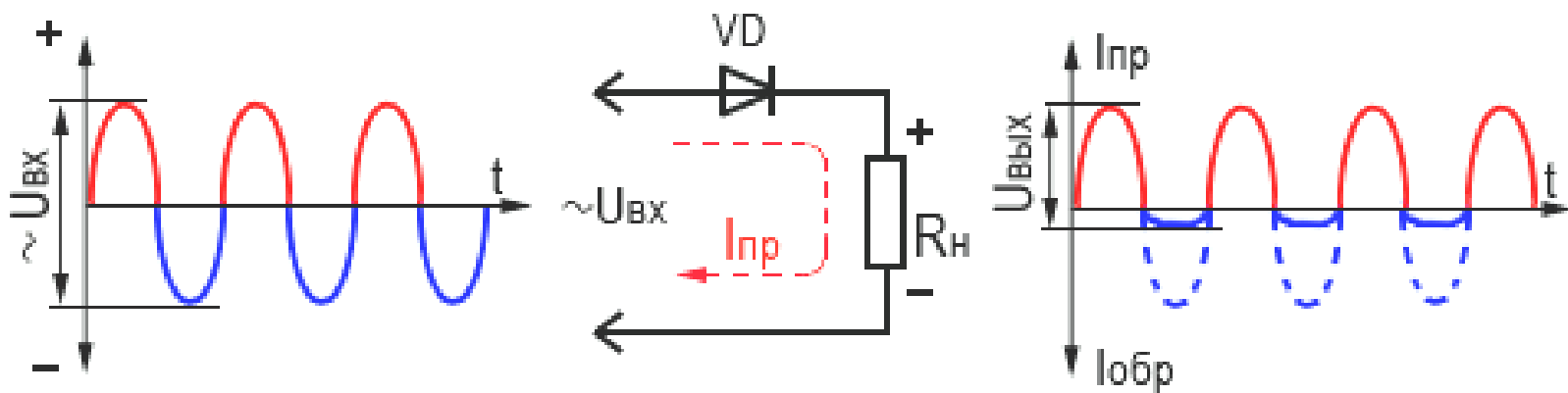
# Последовательное соединение диодов

Предназначено для увеличения суммарного допустимого обратного напряжения. При воздействии обратного напряжения через диоды, включенные последовательно, протекает одинаковый обратный ток  $I_b$ . Однако ввиду неизбежного различия обратных ветвей вольт-амперных характеристик общее напряжение будет распределяться по диодам неравномерно. К диоду, у которого обратная ветвь вольт-амперной характеристики идет выше, будет приложено большее напряжение.

Для исключения неравномерного распределения обратного напряжения диоды в последовательной цепи **шунтируют резисторами  $R$** . Выбор сопротивления шунтирующих резисторов производят, исходя из того, чтобы ток, протекающий через резистор  $R$ , был на порядок больше обратного тока диодов. При этом неидентичность обратных ветвей вольт-амперных характеристик диодов будет слабо влиять на равномерность распределения обратных напряжений.



# Выпрямитель переменного тока на одном диоде

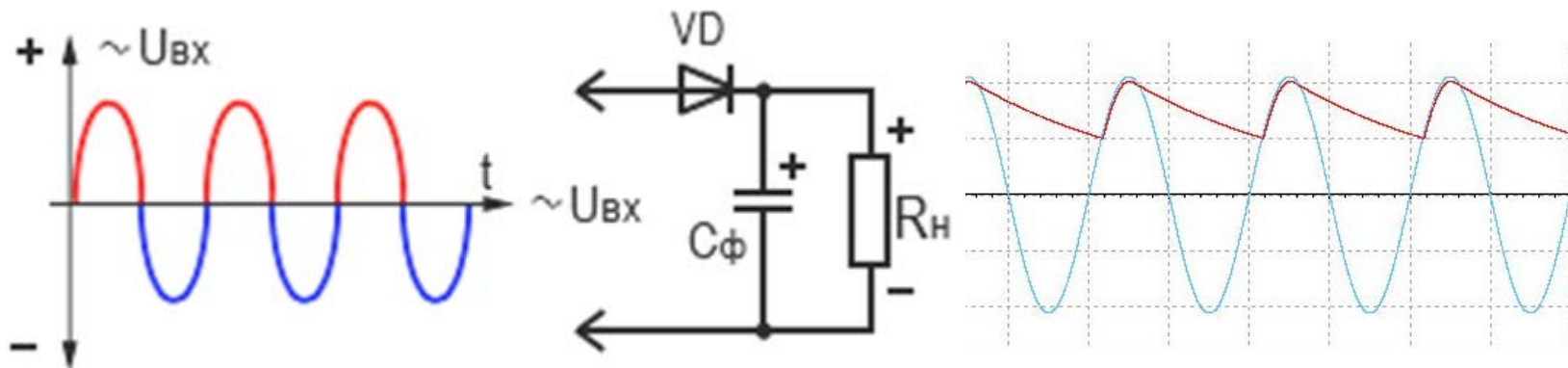


При положительных полупериодах напряжения, поступающих на анод диода диод открывается. В эти моменты времени через диод, а значит, и через нагрузку ( $R_n$ ), питающуюся от выпрямителя, течет прямой ток диода  $I_{пр}$ .

При отрицательных полупериодах напряжения, поступающих на анод диода диод закрывается, и во всей цепи будет протекать незначительный обратный ток диода ( $I_{обр}$ ). Здесь, диод как бы отсекает отрицательную полуволну переменного тока.

В итоге через нагрузку ( $R_n$ ), подключенную к сети через диод ( $VD$ ), течет уже не переменный, поскольку этот ток протекает только в положительные полупериоды, а пульсирующий ток – ток одного направления. Это и есть выпрямление переменного тока.

# Выпрямитель переменного тока на одном диоде



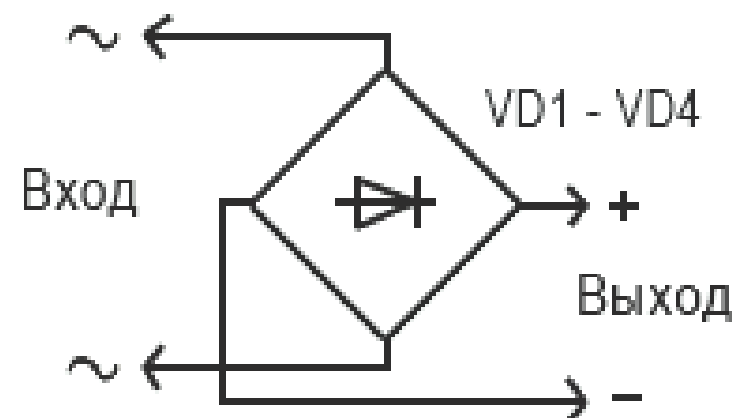
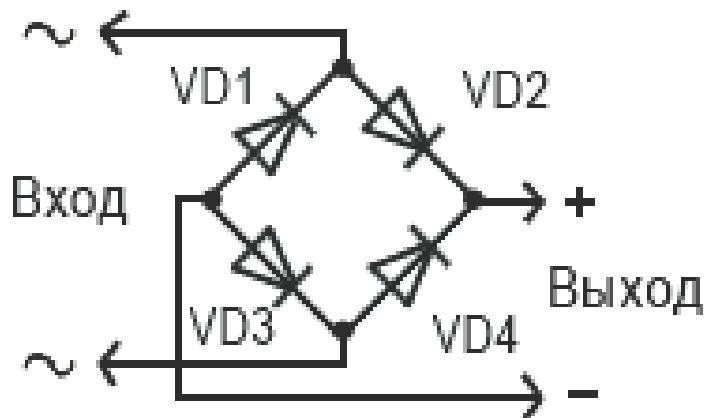
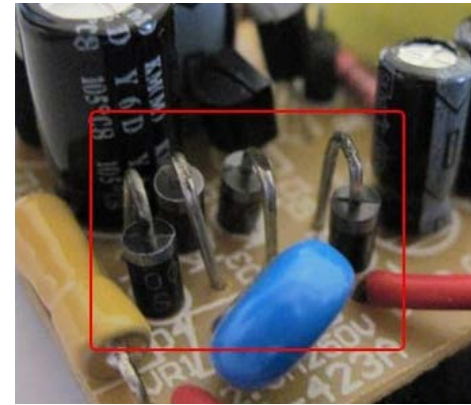
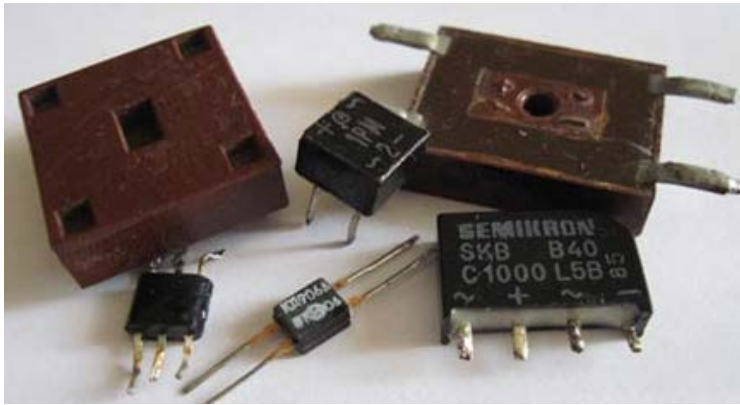
Заряжаясь импульсами тока во время положительных полупериодов, конденсатор ( $C_{\phi}$ ) во время отрицательных полупериодов разряжается через нагрузку ( $R_H$ ). Если конденсатор будет достаточно большой емкости, то за время между импульсами тока он не будет успевать полностью разрядиться, а значит, на нагрузке ( $R_H$ ) будет непрерывно поддерживаться ток как во время положительных, так и во время отрицательных полупериодов.

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**.

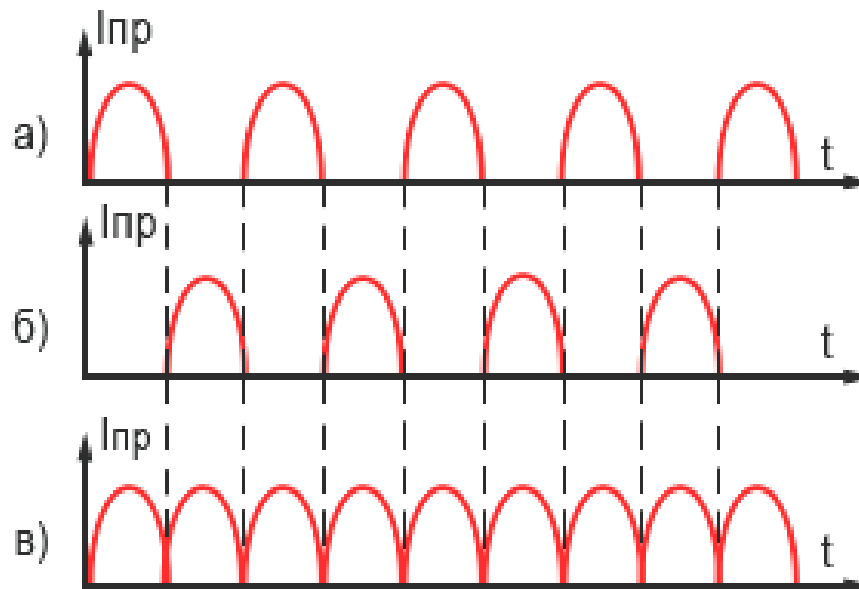
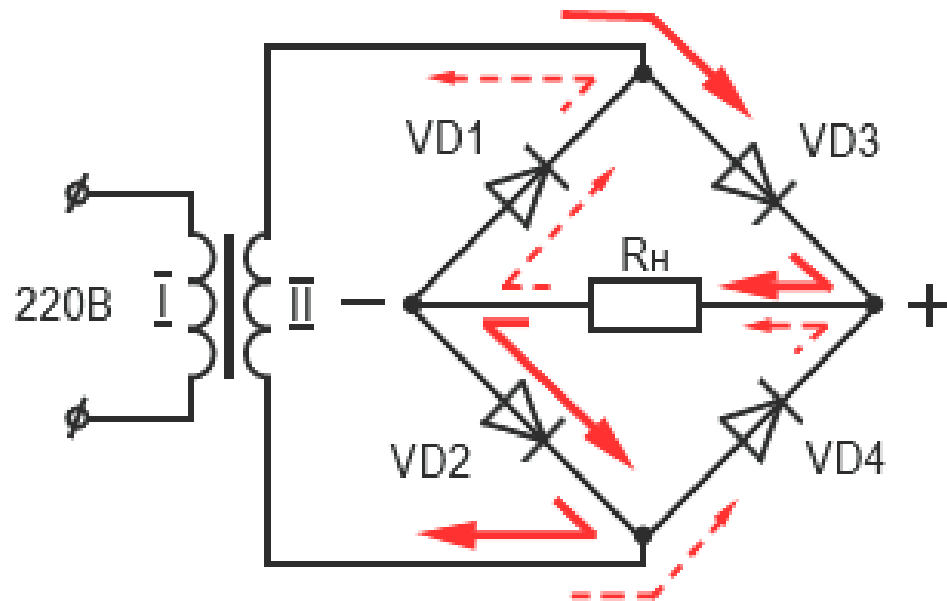
# Диодный мост

Диодный мост – схема, составленная из 4-х диодов и предназначенная для преобразования переменного тока в постоянный. Позволяет пропускать ток в течение каждого полупериода.

Из корпуса сборки выходят четыре вывода напротив которых расположены знаки «+», «-» или «~», указывающие, где у моста вход, а где выход.



# Двухполупериодный выпрямитель



# Двухполупериодный выпрямитель

Со вторичной обмотки трансформатора переменное напряжение поступает на вход диодного моста. Когда на верхнем (по схеме) выводе вторичной обмотки возникает положительный полупериод напряжения, ток идет через диод VD3, нагрузку  $R_n$ , диод VD2 и к нижнему выводу вторичной обмотки. Диоды VD1 и VD4 в этот момент закрыты и через них ток не идет.

В течение другого полупериода переменного напряжения, когда плюс на нижнем (по схеме) выводе вторичной обмотки, ток идет через диод VD4, нагрузку  $R_n$ , диод VD1 и к верхнему выводу вторичной обмотки. В этот момент диоды VD2 и VD3 закрыты и ток через себя не пропускают.

В результате через нагрузку выпрямителя идет ток одного направления. В таком выпрямителе полезно используются оба полупериода переменного тока, поэтому подобные выпрямители называют **двухполупериодными**.

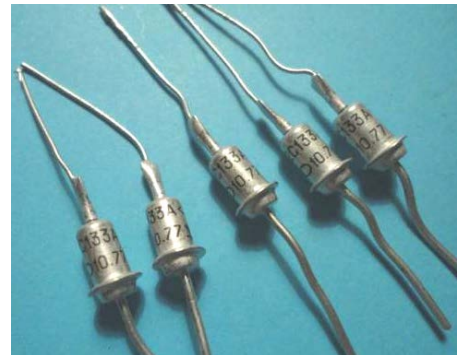
## Преимущества:

- Удвоенная частота пульсаций выпрямленного тока;
- Уменьшение провалов между импульсами;
- Среднее значение напряжения постоянного тока примерно равно переменному напряжению во вторичной обмотке трансформатора.



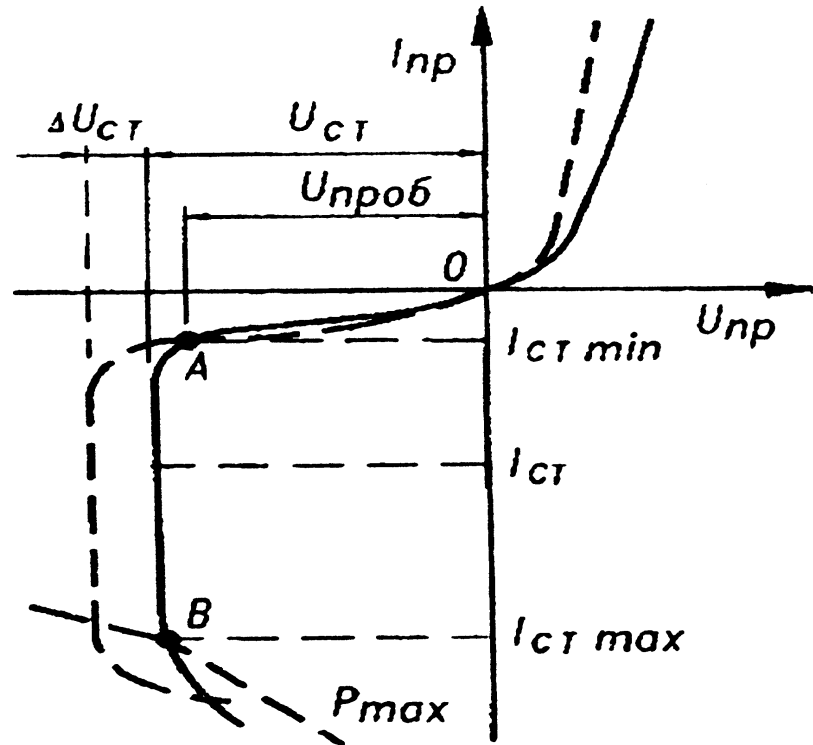
# Полупроводниковые стабилитроны

Полупроводниковые стабилитроны - диоды, предназначенные для стабилизации уровня напряжения в схеме. Для этого используются приборы, у которых на вольт-амперной характеристике имеется участок со слабой зависимостью напряжения от проходящего тока. Такой участок наблюдается на обратной ветви вольт-амперной характеристики кремниевого диода в режиме лавинного или туннельного пробоя. Поэтому в качестве полупроводниковых стабилитронов используются плоскостные кремниевые диоды.



КС168А  
КС213Б

# Полупроводниковые стабилитроны



Вольтамперная характеристика полупроводникового стабилитрона

- $A$  и  $B$  - границы рабочего участка;
- Точка  $A$  соответствует напряжению пробоя  $p$ - $n$ -перехода, которое зависит от удельного сопротивления исходного материала, определяемого концентрацией примесей;
- Точка  $B$  соответствует предельному режиму, в котором на стабилитроне рассеивается максимально допустимая мощность.

# Параметры стабилитронов

- **Напряжение стабилитрона**  $U_{ст}$  — напряжение на стабилитроне при заданном токе. Оно зависит от ширины запирающего слоя  $p$ - $n$ -перехода, т.е. от концентрации примесей в полупроводниках. Практически при напряжениях стабилизации ниже 6 В имеет только туннельный пробой, а при напряжении выше 8 В — лавинный. В интервале от 6 до 8 В наблюдаются оба вида пробоя.
- **Минимально допустимый ток стабилизации**  $I_{ст\ min}$  — ток, при которой пробой становится устойчивым и обеспечивается заданная надежность работы.
- **Максимально допустимый ток стабилизации**  $I_{ст\ max}$  — ток, при котором достигается максимально допустимая рассеиваемая мощность  $P_{max}$ .
- **Дифференциальное сопротивление**

$$r_{ст} = \frac{\Delta U_{ст}}{\Delta I_{ст}}$$

Чем меньше  $r_{ст}$ , тем лучше стабилизация напряжения.

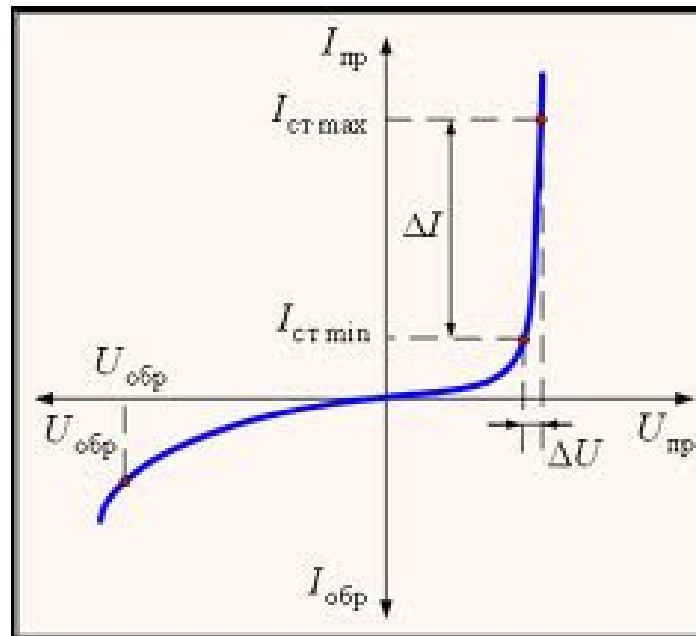
- **Температурный коэффициент стабилизации напряжения (ТКН):**

$$U_{ст} = \frac{\Delta U_{ст}}{U_{ст} \Delta T_{окр}} \cdot 100\%$$

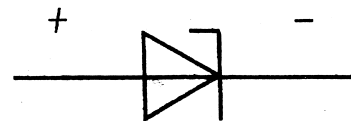
0,001 - 0,2 %/К

# Параметры стабилитронов

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

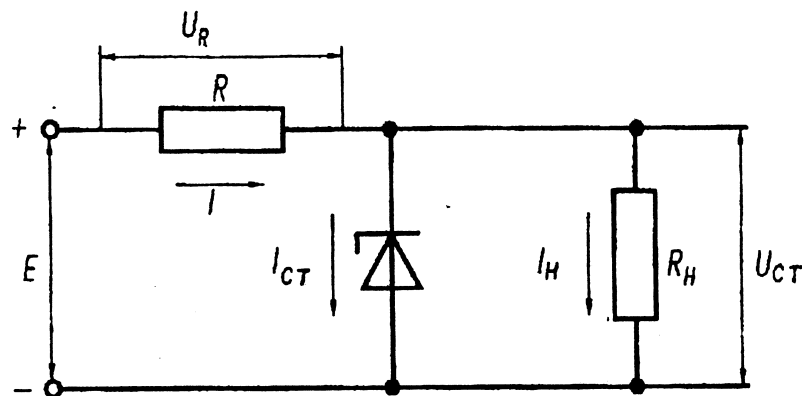


меньшее напряжение стабилизации



# Стабилизатор напряжения

Стабилитрон присоединяют параллельно нагрузке  $R_H$ , а в общую цепь включают ограничительный резистор  $R$



$$E = (I_{ст} + I_H)R + U_{ст} = \left( I_{ст} + \frac{U_{ст}}{R_H} \right) R + U_{ст}$$

$$I_{ст} = \frac{E}{R} - \frac{R + R_H}{RR_H} U_{ст}$$

# Стабилизатор напряжения

