

Раздел «Электроника» содержит:

**1. Полупроводниковые приборы
и аналоговые устройства**

**2. Цифровые устройства и
микропроцессорные системы**

Лекция №1

- Элементная база электронных устройств: диоды и транзисторы.
- Общие сведения о выпрямителях, транзисторных и операционных усилителях.

Рекомендуемая литература

Основная

- **1. Лачин В.И., Савелов Н.С.**
Электроника: Учебное пособие, - Ростов
н/Д: изд-во «Феникс», 2002. – 448 с.: ил.

Internet ресурсы:

1. **<http://www.atmel.ru>**
2. **<http://www.atmel.com>**

Дополнительная

- **1. Основы промышленной электроники:**
Учебное пособие для неэлектротехн. спец. вузов / Под ред. **В.Г. Герасимова.** – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, **1986** – 336 с., ил.
- **2. Белов А.В. Создаем устройства на микроконтроллерах.** — СПб.: Наука и Техника, **2007.** — 304 с.: ил.

Структура электроники



1. Полупроводниковые приборы и аналоговые устройства

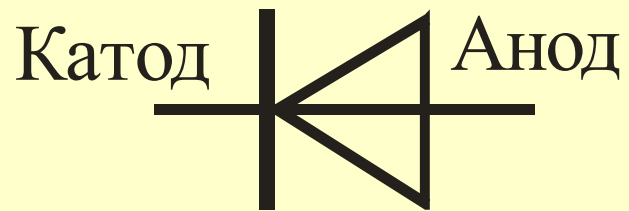
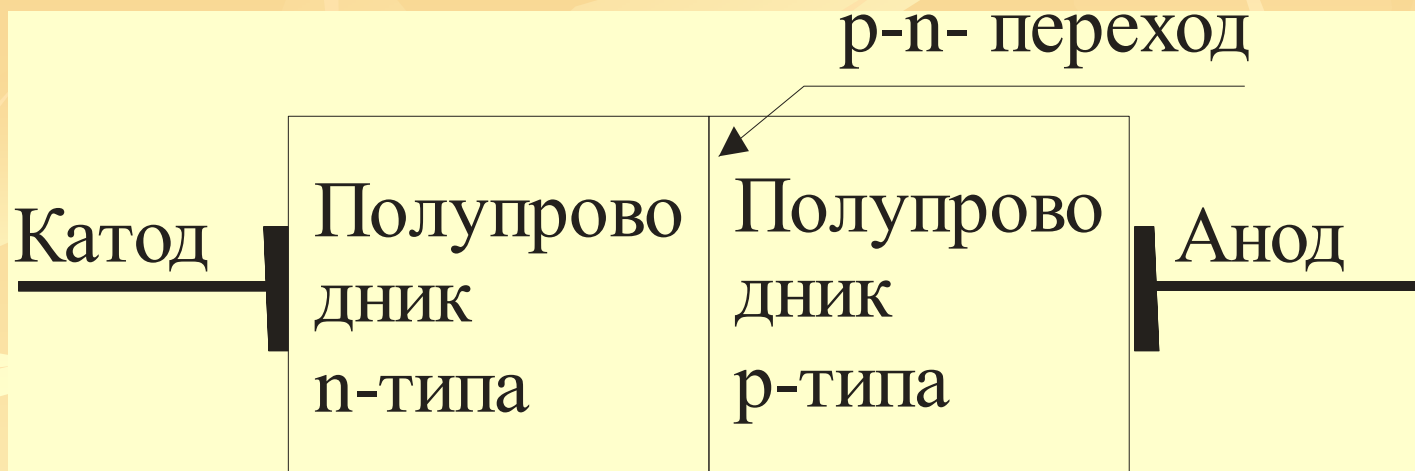
1.1 Диоды

1.2 Транзисторы

1.3 Выпрямители

1.4 Операционные усилители

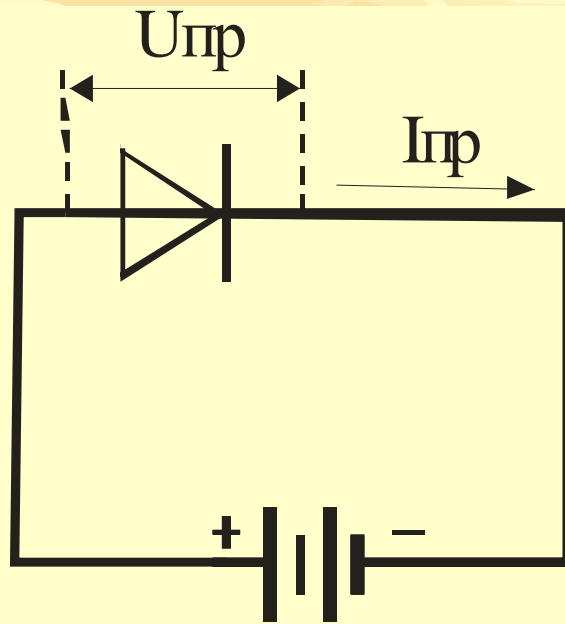
1.1 Полупроводниковый диод – это прибор с одним р-п- переходом и двумя выводами, который обладает односторонней проводимостью.



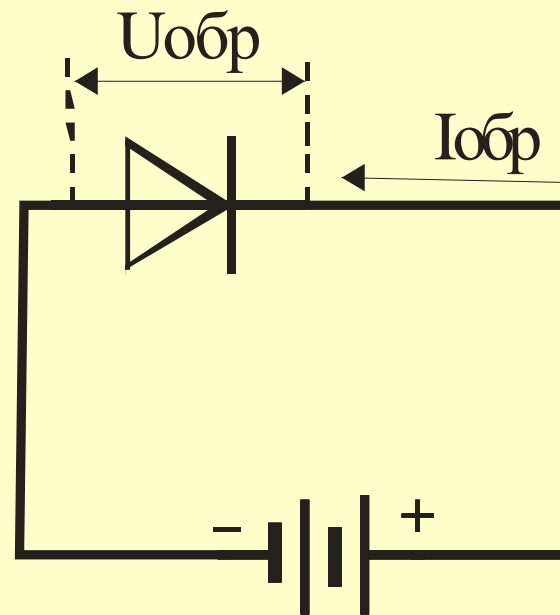
Условное графическое обозначение диода

VD - буквенное обознач.

Вольтамперная характеристика (ВАХ) –
это зависимость тока через диод от
приложенного к нему напряжения

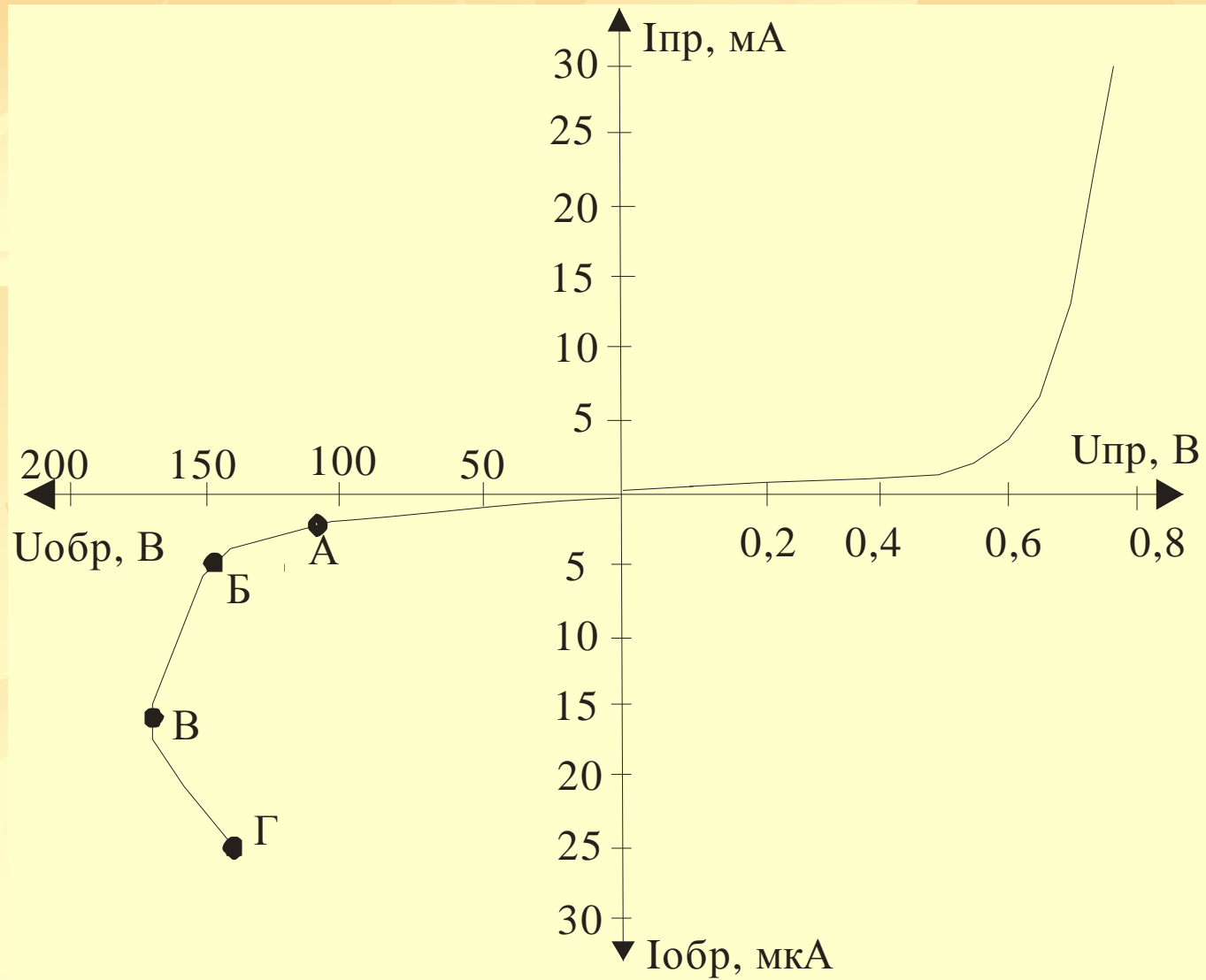


Прямое включение
диода



Обратное включение
диода

ВАХ кремниевого диода



Диоды подразделяются на
кремниевые и германиевые.

Кремниевые более распространены, т.к. имеют более высокую предельную температуру (120 градусов против 55), обладают меньшими обратными токами и большими допустимыми обратными напряжениями.

Основные параметры диодов

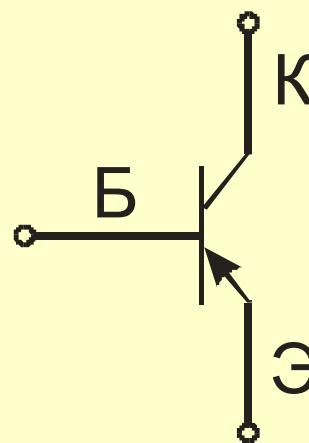
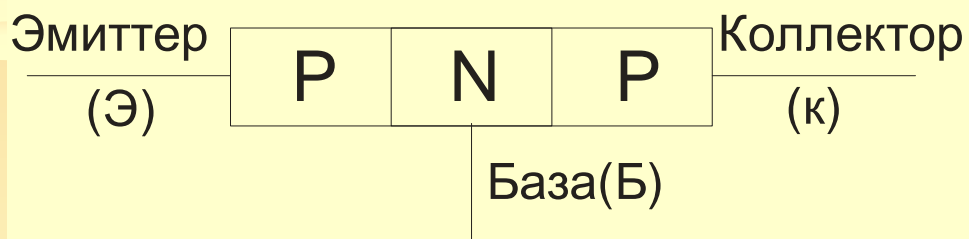
- $I_{пр, ср}$ – средний прямой ток диода (ток который может длительно протекать через диод не разрушая его),
- $I_{пр, ср, макс}$ – максимально допустимый средний прямой ток диода,
- $U_{пр, ср}$ – среднее прямое напряжение диода,
- $U_{обр, макс}$ – максимально допустимое постоянное обратное напряжение диода,

1.2 **Транзистор** – полупроводниковый прибор, предназначенный для усиления мощности электрических сигналов и управления током.

- Транзисторы делят на:
биполярные, полевые, IGBT (isolate gate bipolar transistor) – биполярные транзисторы с изолированным затвором.

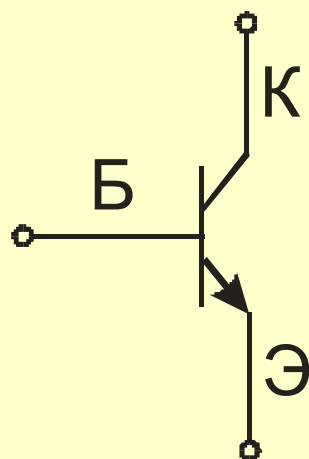
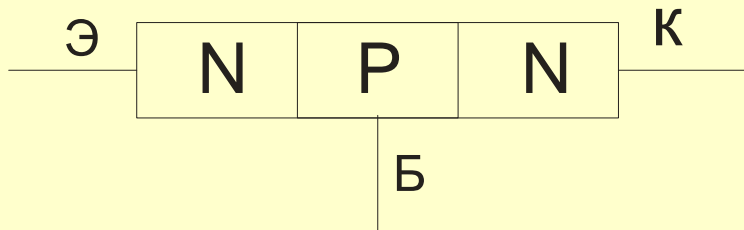
- Биполярный транзистор (БТ) состоит из двух р – n переходов. Существует два типа БТ.

р-п-р типа



Переход между:
базой и эмиттером –
эмиттерный переход;

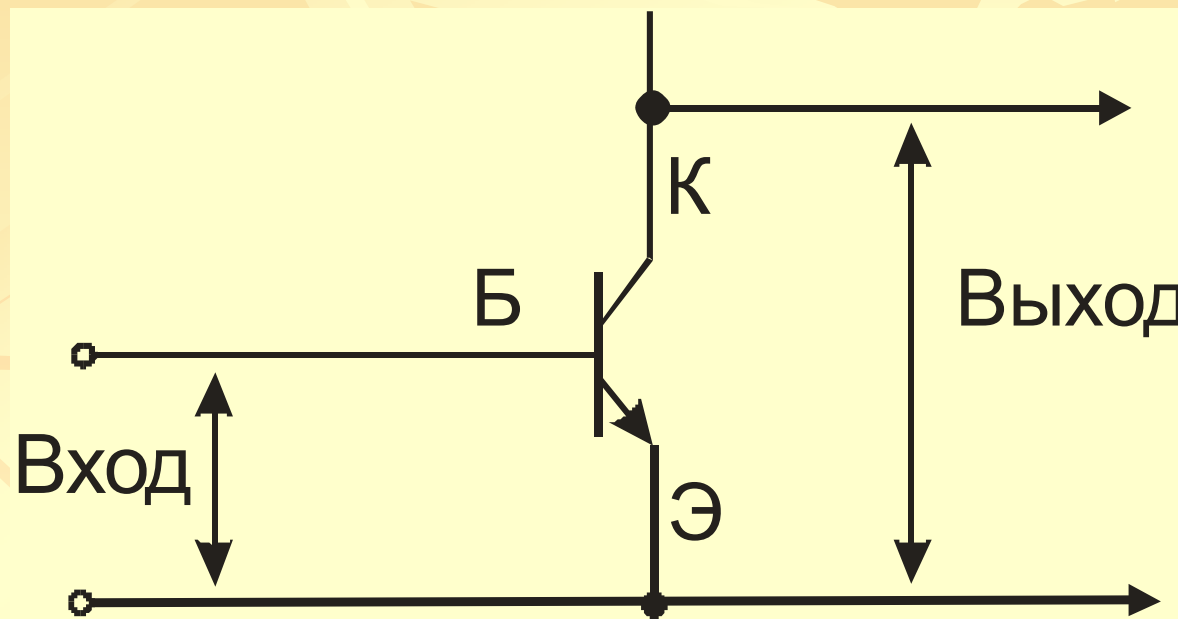
п-р-п типа



базой и
коллектором –
коллекторный переход.

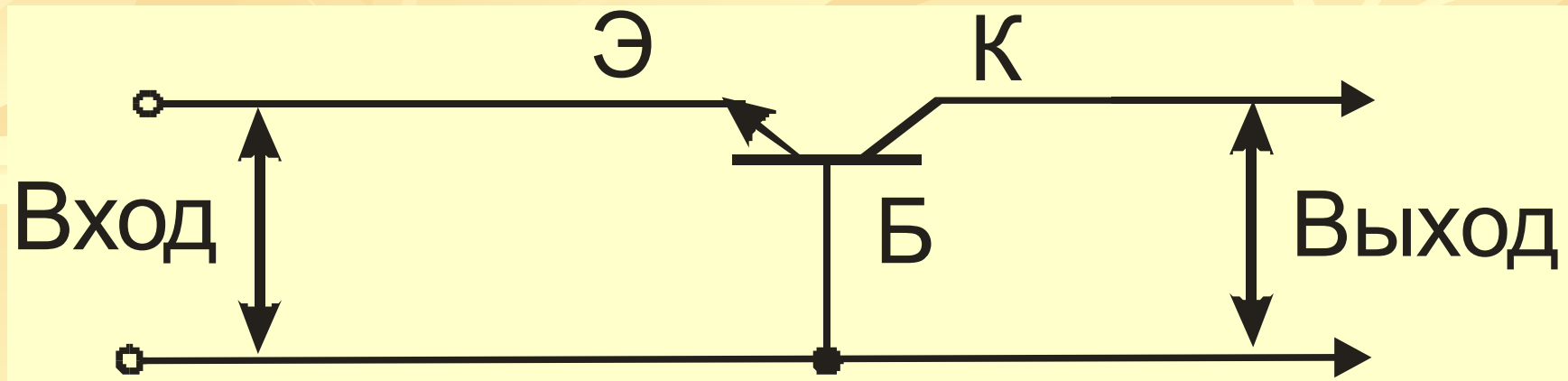
Различают три основные схемы включения транзистора в электронные цепи.

1.Схема с общим эмиттером (ОЭ). Общим выводом для входного и выходного сигналов является эмиттер.

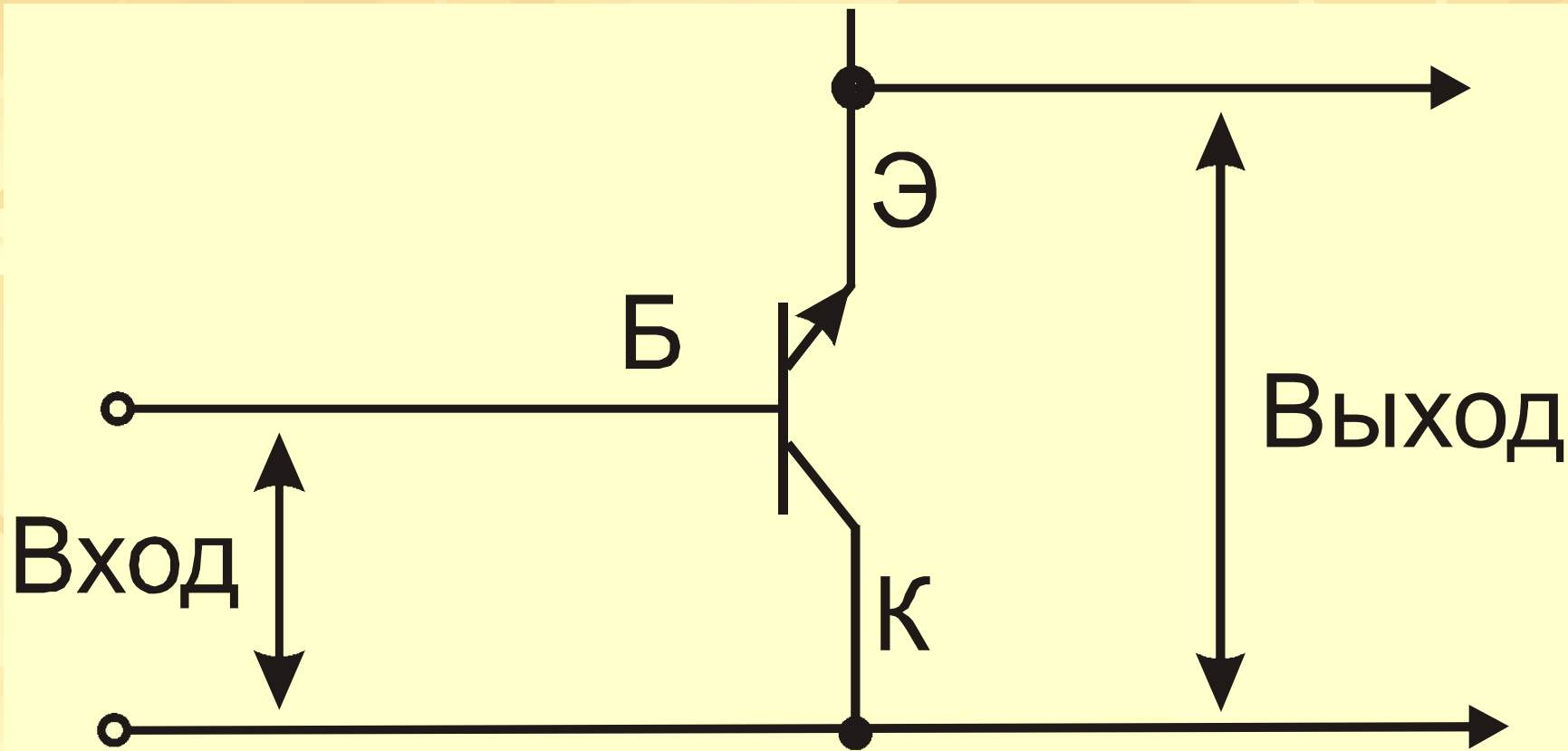


Эта схема широко распространена из-за высокого коэффициента усиления.

2. Схема с общей базой (ОБ).



3. Схема с общим коллектором.

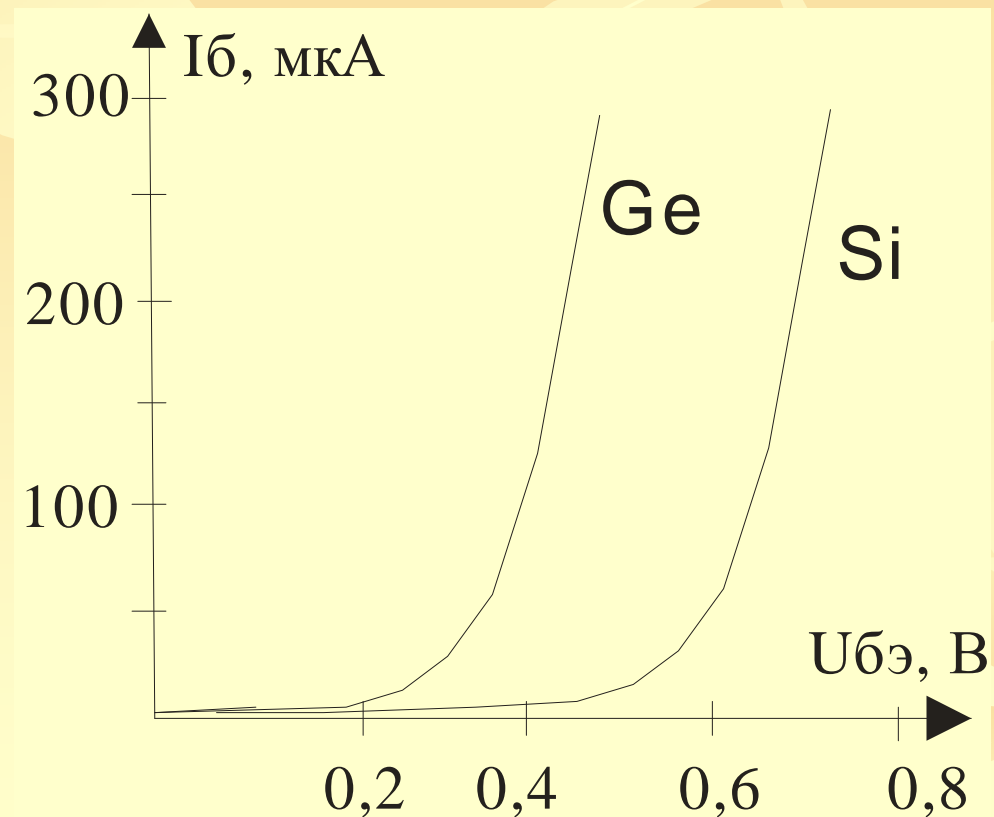


Эту схему называют также эмиттерным повторителем.

ВАХ БТ включенного по схеме с ОЭ

Входная характеристика

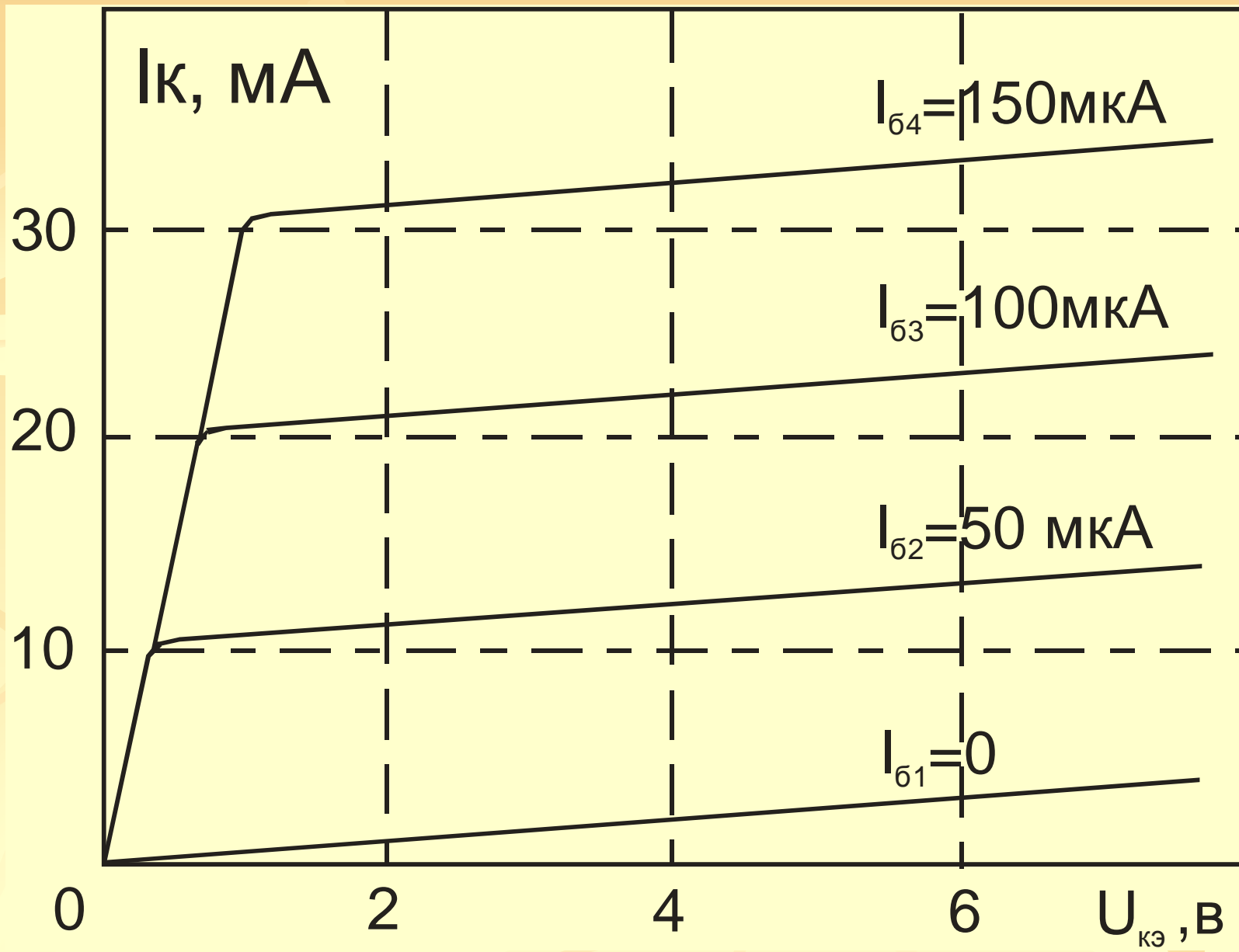
- Это зависимость тока базы I_b от напряжения между базой и эмиттером $U_{бэ}$, т.е. $I_b = f(U_{бэ})$

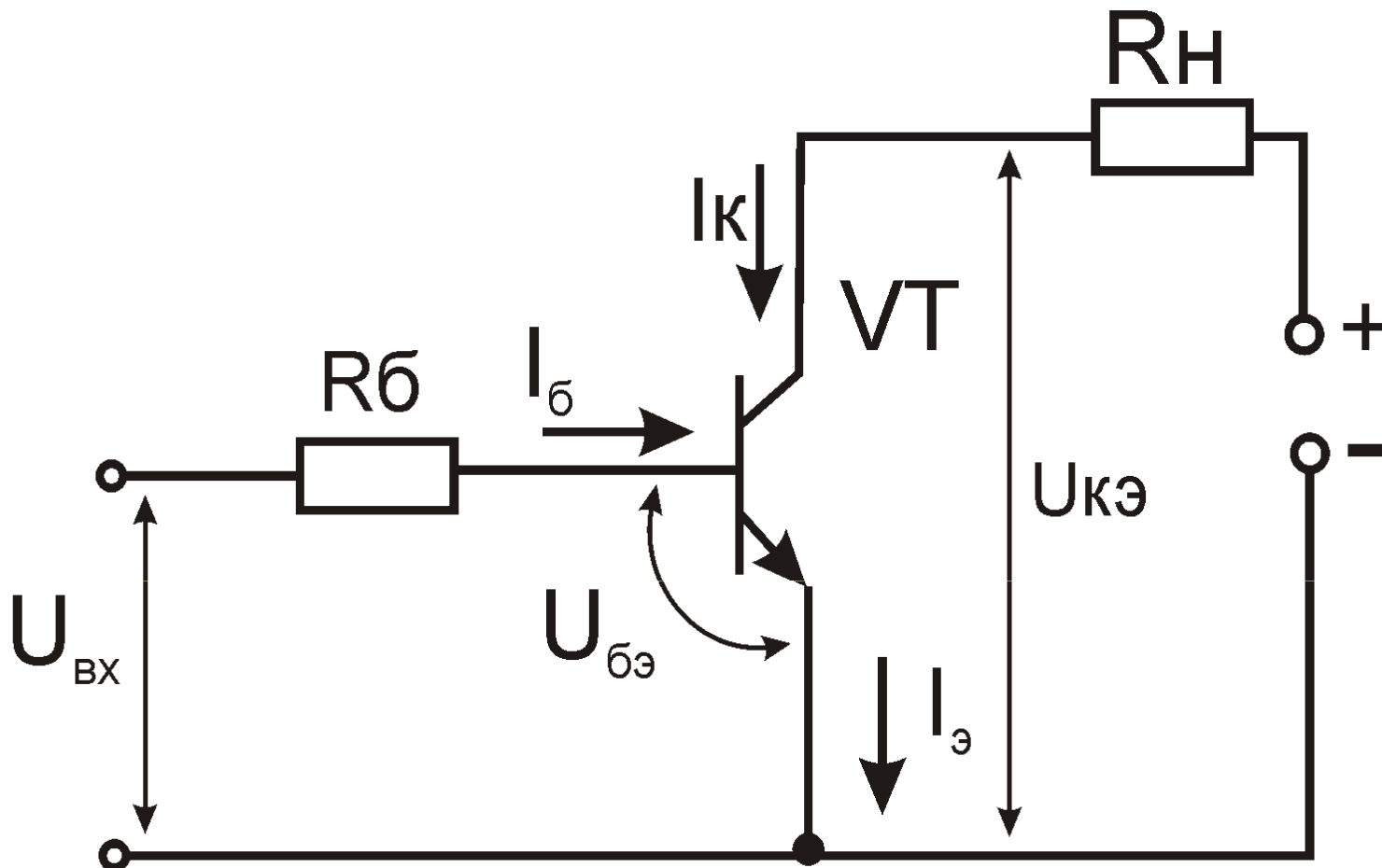


Выходные характеристики

- Зависимости тока коллектора I_k от напряжения $U_{кэ}$ при фиксированных значениях I_b называют семейством выходных характеристик транзистора, т.е.

$$I_k = f(U_{кэ}) \text{ при } I_b = \text{const.}$$



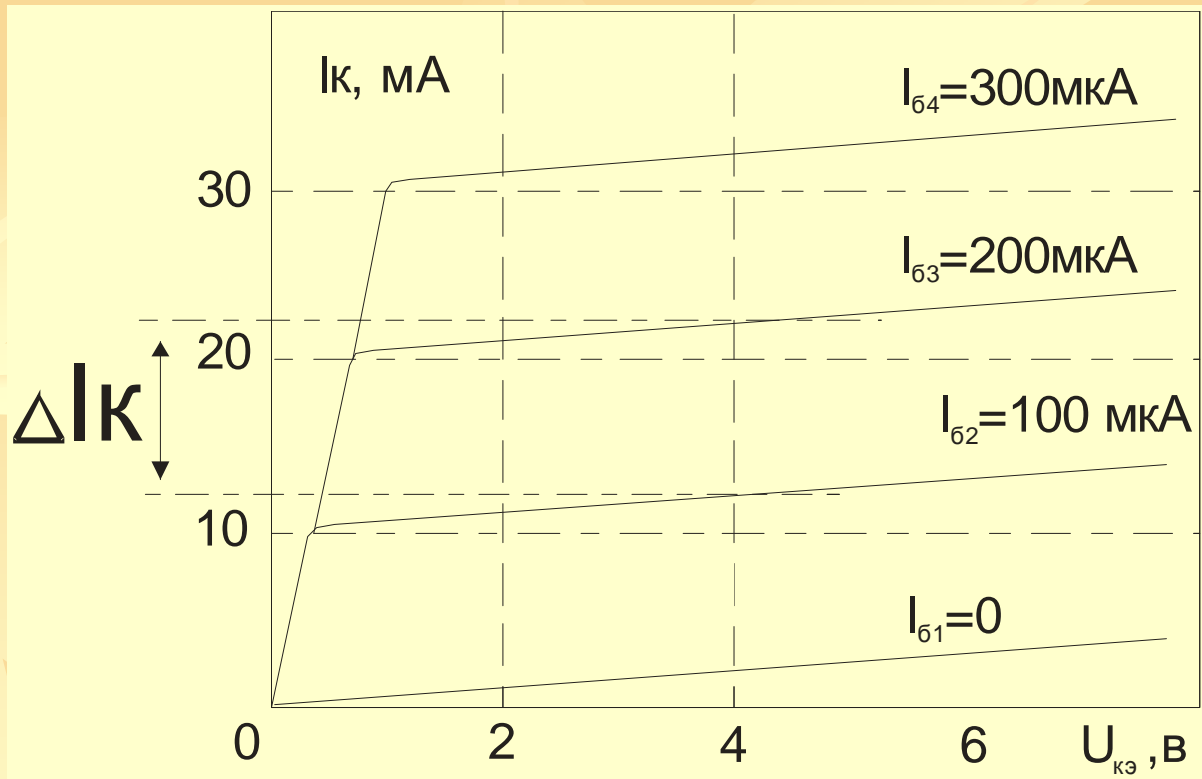


$$I_э = I_b + I_k; \quad I_b = I_э - I_k; \quad I_k = I_э - I_b.$$

Параметры БТ

- Основной параметр - это коэффициент усиления тока, характеризует усилительные свойства БТ

$$h_{21э} = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\delta}}, \text{ при } U_{\kappa э} = \text{const}$$



$\Delta I_b = 100 \mu A$

$\Delta I_k = 10 mA$

$$h_{21э} = 10 / 0,1 = 100$$

Полевые транзисторы (ПТ).

Основное преимущество ПТ перед БТ – почти не потребляют ток от источника сигнала. Выходным током управляют с помощью электрического поля.

ПТ подразделяются на два типа:

- ПТ с р-п-переходом;
- ПТ МДП-типа.

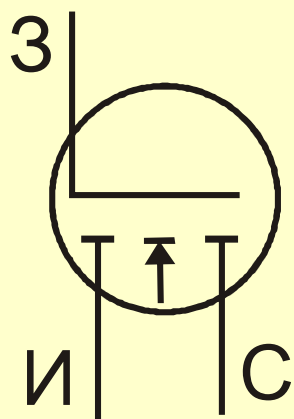
МДП – транзистор (металл - диэлектрик – полупроводник)

- **или МОП – транзистор (металл – окисел – полупроводник).**
- **Делятся на транзисторы с индуцированным каналом и встроенным.**

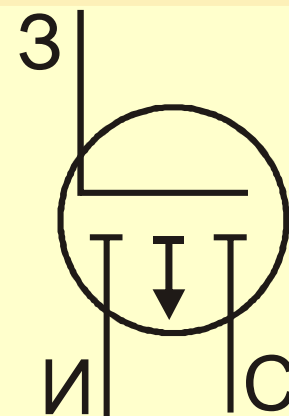
Работа транзистора

При напряжении $U_{зи} = 0$ и $U_{си} \neq 0$ ток стока $I_c = 0$. При $U_{зи} > U_0$ происходит образование канала за счет притяжения электронов из подложки Р к затвору электрическим полем, возникает ток стока I_c . Напряжение U_0 при котором ток стока равен нулю называют напряжением отсечки.

Условные графические обозначения МДП транзисторов с индуцированным каналом



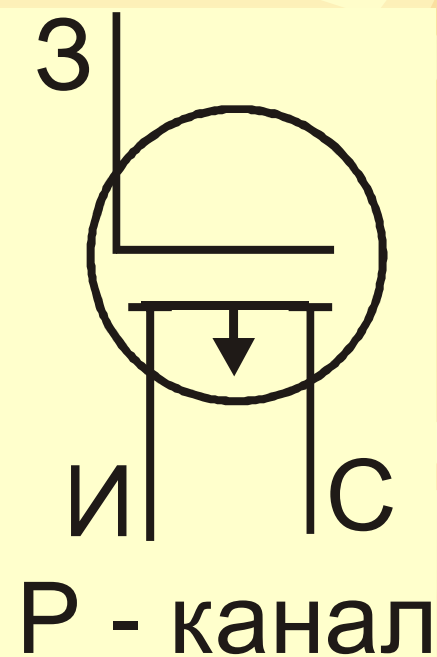
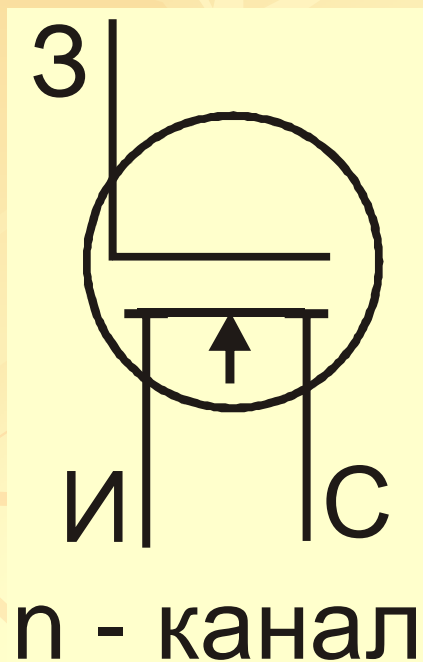
Канал n - типа



Канал p - типа

З-затвор, И-исток, С-сток

Условные графические обозначения МДП транзисторов с встроенным каналом



З-затвор, И-исток, С-сток

1.3 Выпрямительные устройства

Выпрямители предназначены для преобразования переменного тока в постоянный.

Классификация выпрямителей

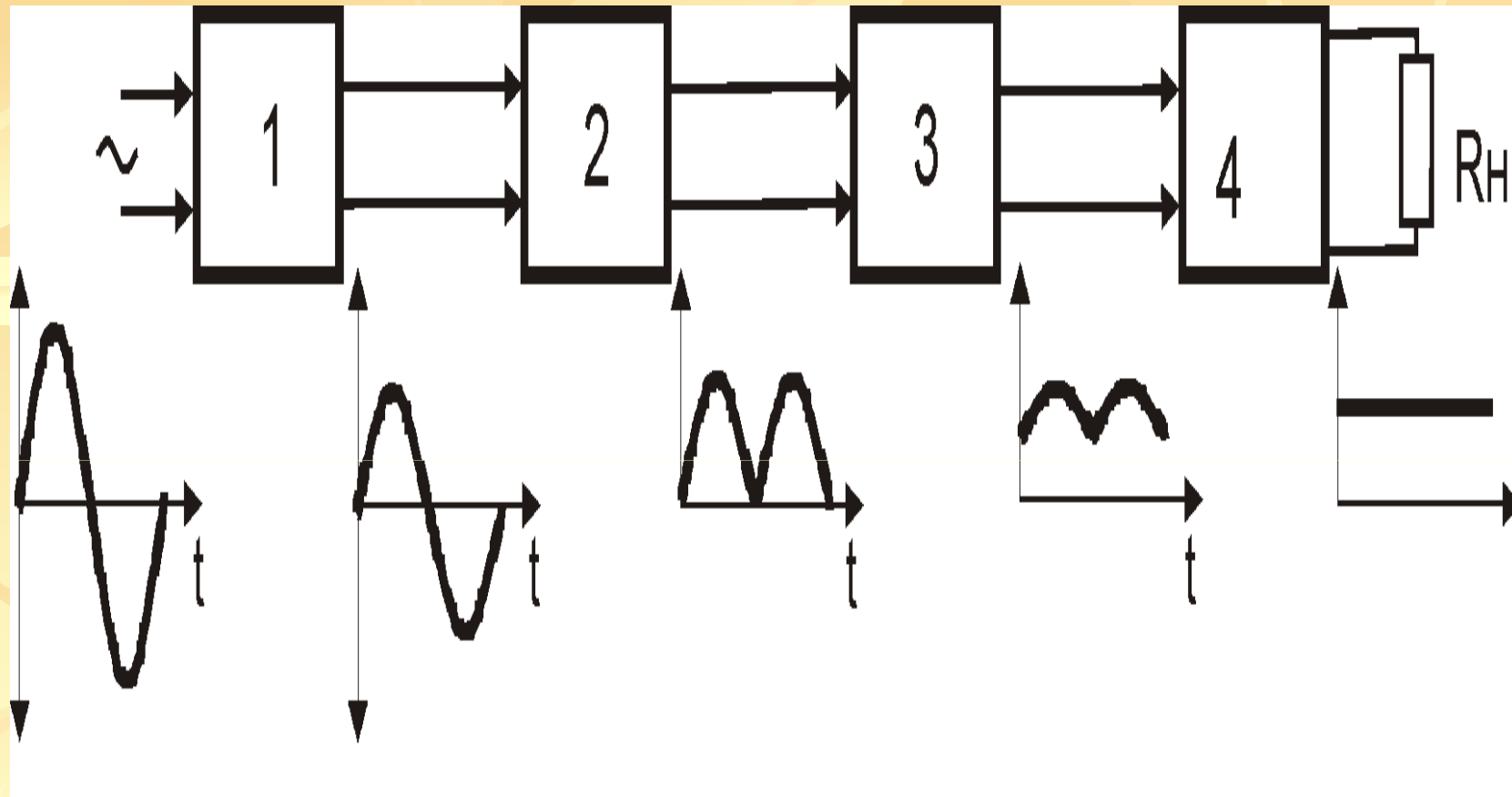
1. Управляемые и неуправляемые

Управляемые - позволяют изменять значение выпрямленного тока и напряжения.

2. Однофазные и многофазные (обычно трехфазные)

3. Однополупериодные и двухполупериодные (по форме выпрямленного напряжения)

Структура выпрямительного устройства



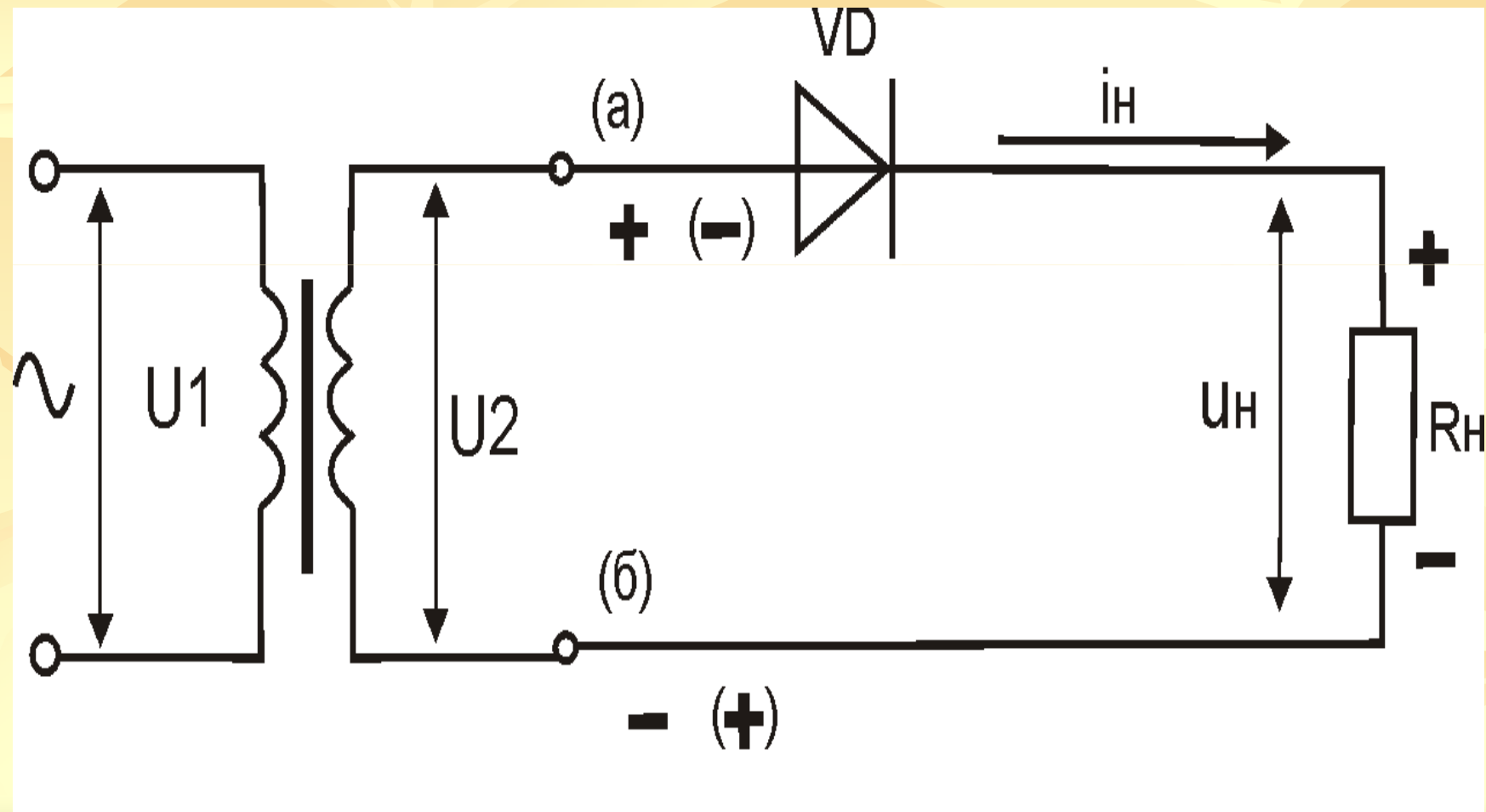
1 – трансформатор, понижающий или повышающий;

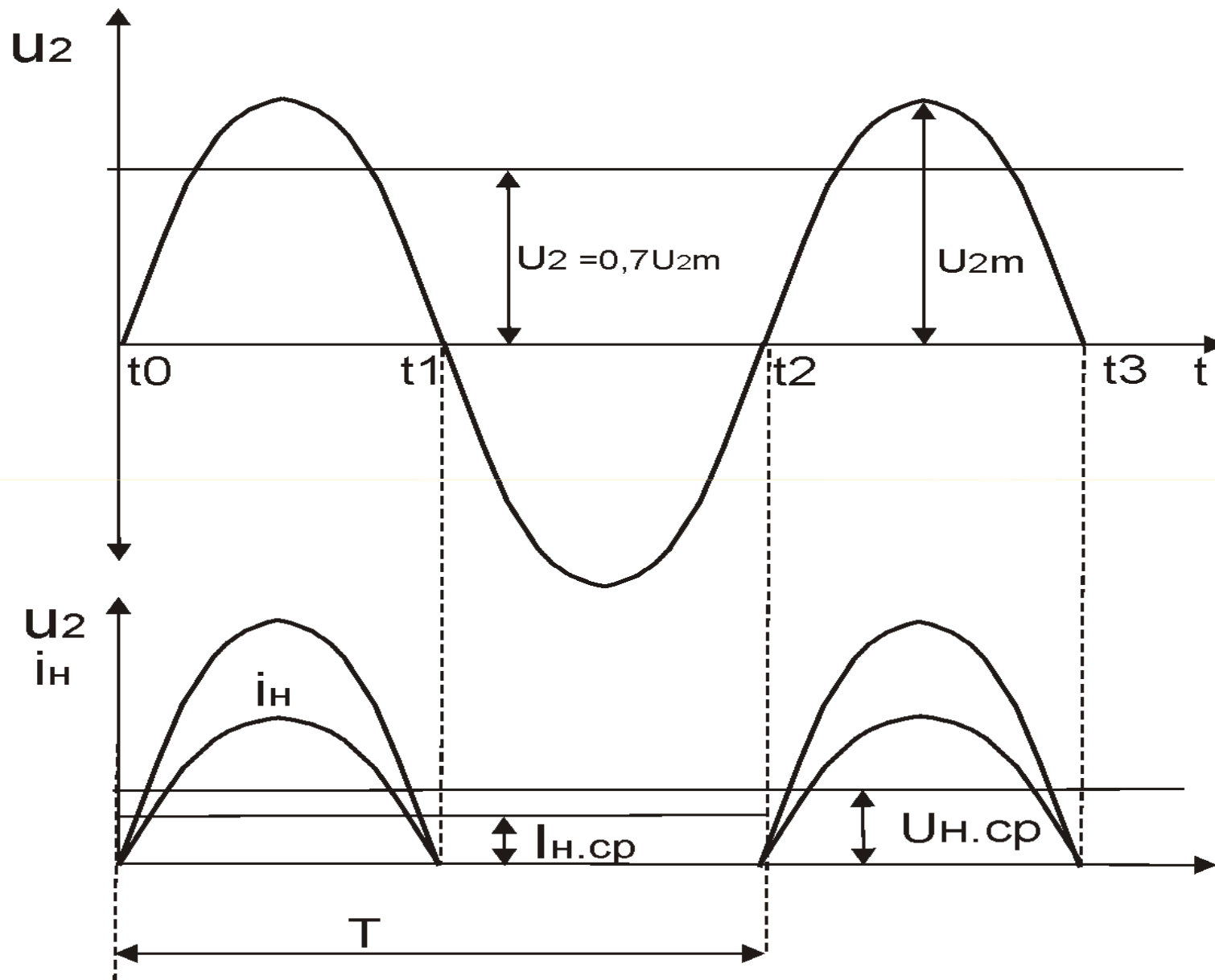
2 – выпрямитель;

3 – сглаживающий фильтр;

4 – стабилизатор напряжения, для стабилизации напряжения при изменении нагрузки или напряжения сети.

Однофазный однополупериодный выпрямитель





- В интервале времени $t_0 \dots t_1$ ток течет от точки (а) через диод VD, нагрузку Rн, к точке (в), так как потенциал точки (а) выше потенциала точки (в).
- В интервале $t_1 \dots t_2$ диод VD закрыт, так как приложено обратное напряжение. Ток в цепи отсутствует.

Основные параметры выпрямителя

1. Среднее значение $I_n \text{ ср}$ выпрямленного тока – это такое значение постоянного тока, при котором за время равное одному периоду пульсации, по цепи протекает тоже количество электричества, что и при пульсирующем токе.

$$I_n \text{ ср} = U_n \text{ ср} / R_n$$

2. $U_n \text{ ср}$ – среднее значение выпрямленного напряжения.

$$U_n \text{ ср} = 0,45U_2,$$

где U_2 – действующее напряжение на вторичной обмотке трансформатора.

3. Коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения

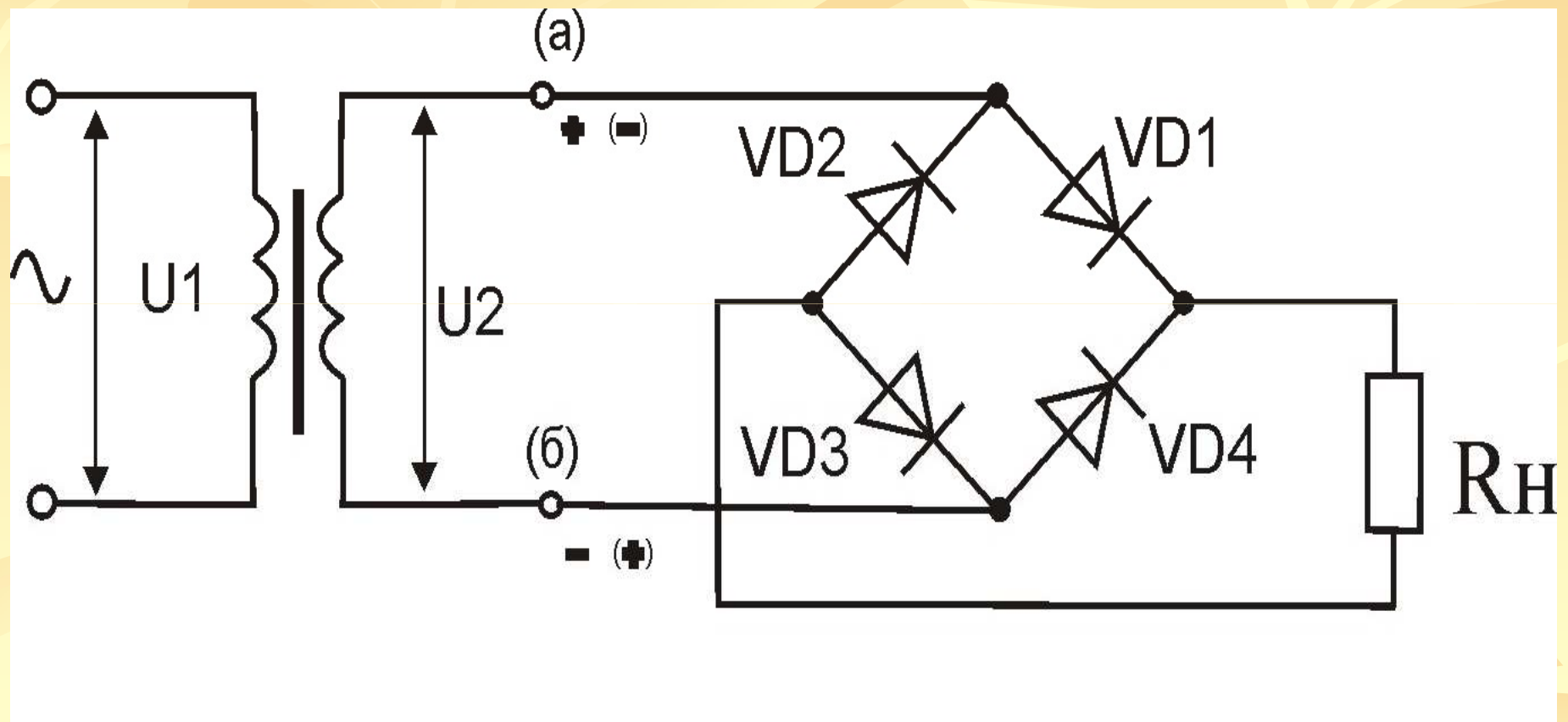
$$K_p = U_{m_1} / U_n \text{ ср},$$

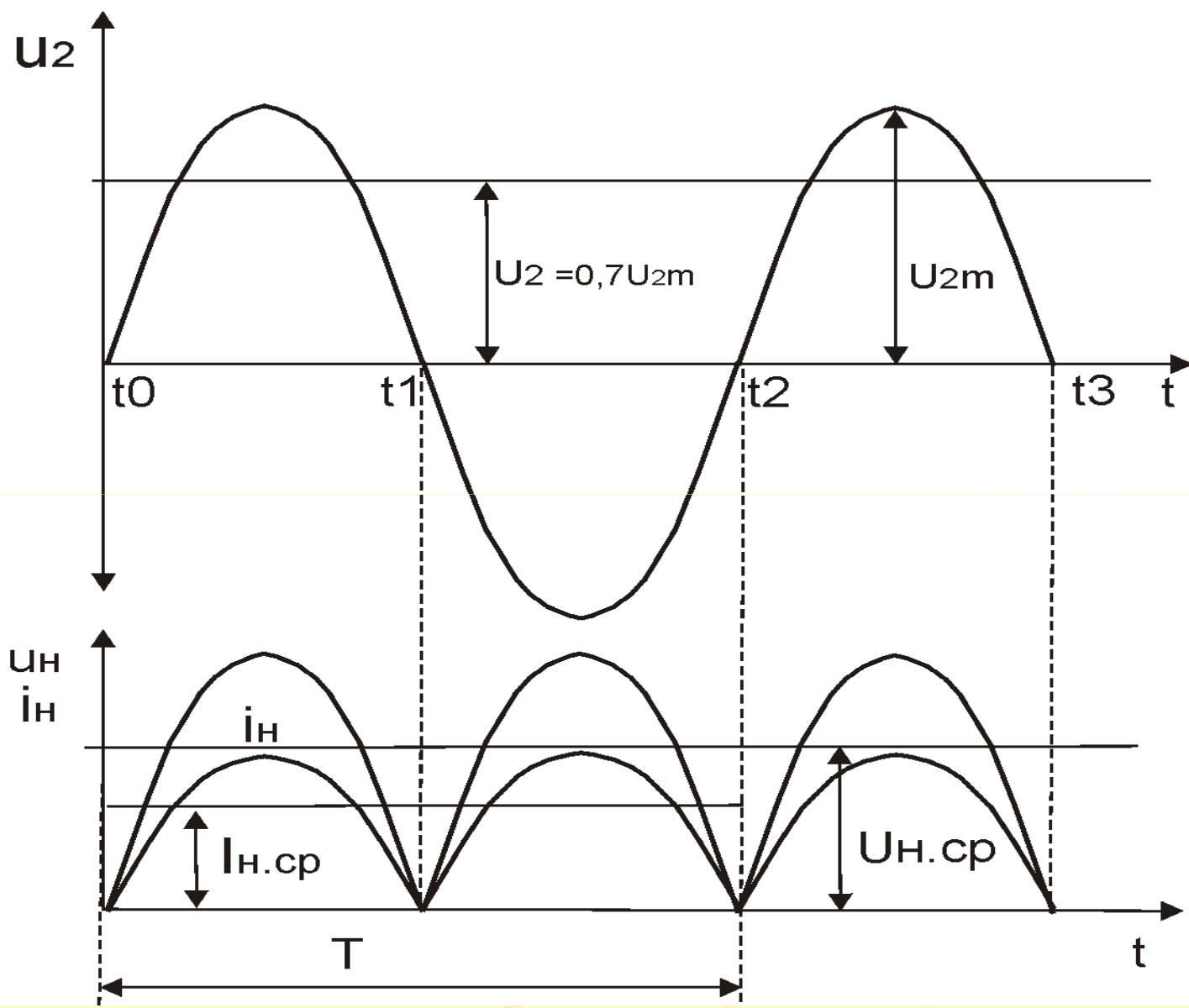
где U_{m_1} – амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения, получают путем разложения выпрямленного напряжения в ряд Фурье.

В данном случае $K_p \approx 1,57$

Однополупериодный выпрямитель
применяют для питания высокоомных
нагрузок, допускающих повышенную
пульсацию.

Однофазный двухполупериодный мостовой выпрямитель





- В интервале времени $t_0 \dots t_1$ ток течет от точки (а) через диод VD_1 , нагрузку R_n , диод VD_3 к точке (в), так как потенциал точки (а) выше потенциала точки (в).
- В интервале времени $t_1 \dots t_2$ ток течет от точки (в) через диод VD_4 , нагрузку R_n , диод VD_2 к точке (а), так как потенциал точки (в) выше потенциала точки (а).

В оба полупериода ток через нагрузку R_n имеет одно направление.

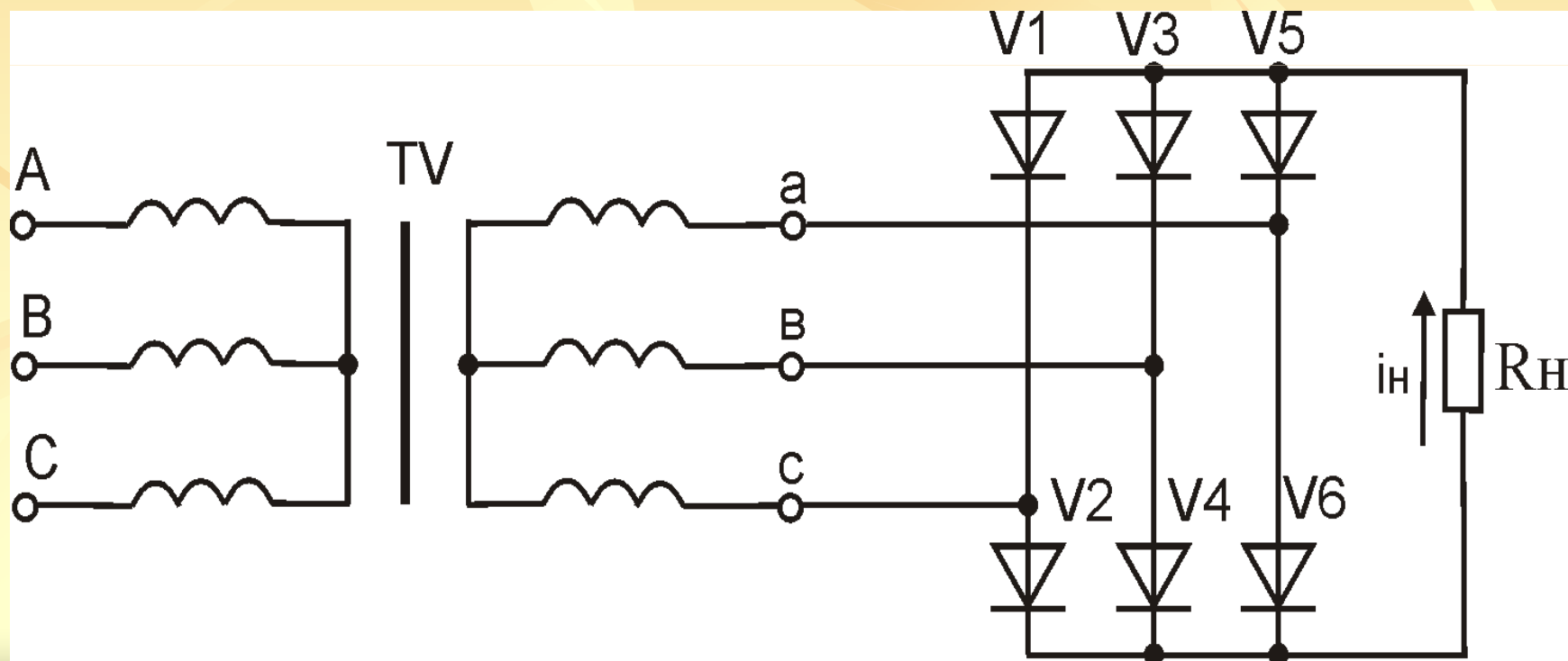
Параметры выпрямителя

- 1. $U_{н.ср} = 0,9U_2$,
- 2. Прямой средний ток диода
 - $I_{пр.ср} = 0,5I_{н.ср}$,
 - где $I_{н.ср}$ средний ток через нагрузку
 - $I_{н.ср} = U_{н.ср} / R_{н}$
- 3. Коэффициент пульсаций $K_p = 0,67$

- **Двухполупериодный выпрямитель по отношению к однополупериодному имеет преимущества - средние значения тока и напряжения в два раза больше, а пульсации значительно меньше.**

Трехфазные выпрямители

- Существует два типа выпрямителей с выводом нулевой точки и мостовая схема.
- Мостовая схема по всем показателям превосходит первую. Была предложена в 1923 г. русским ученым А.И. Ларионовым.



**Усилитель – это устройство,
предназначенное для
повышения мощности
входного сигнала**

**Для проведения измерений
требуется усиливать сигналы
низких частот – порядка долей
герц.**

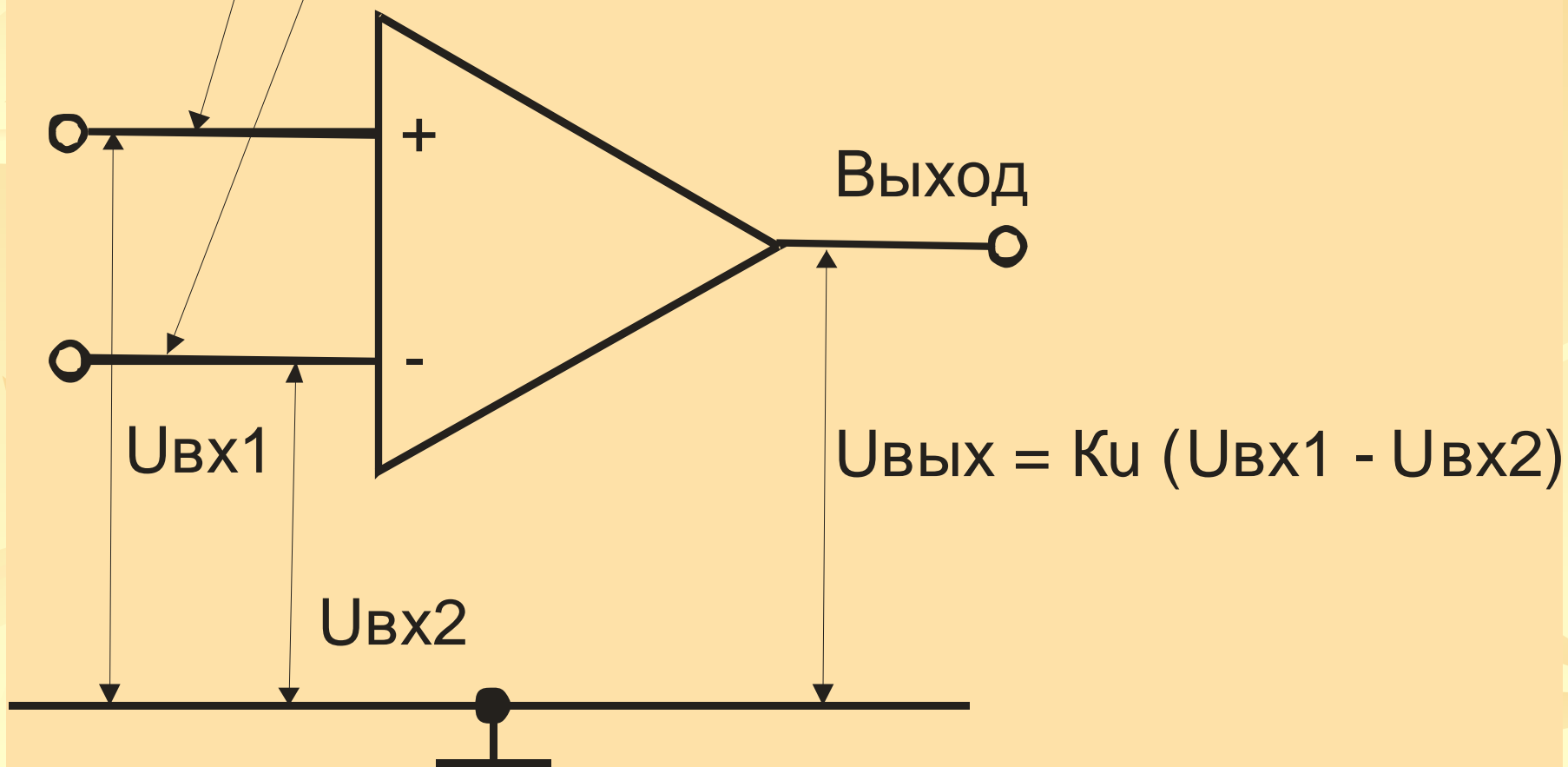
**Такие усилители называют
усилителями постоянного тока.**

1.4 Операционный усилитель – это высококачественный усилитель постоянного тока с дифференциальным входом, выполненный в интегральной микросхеме

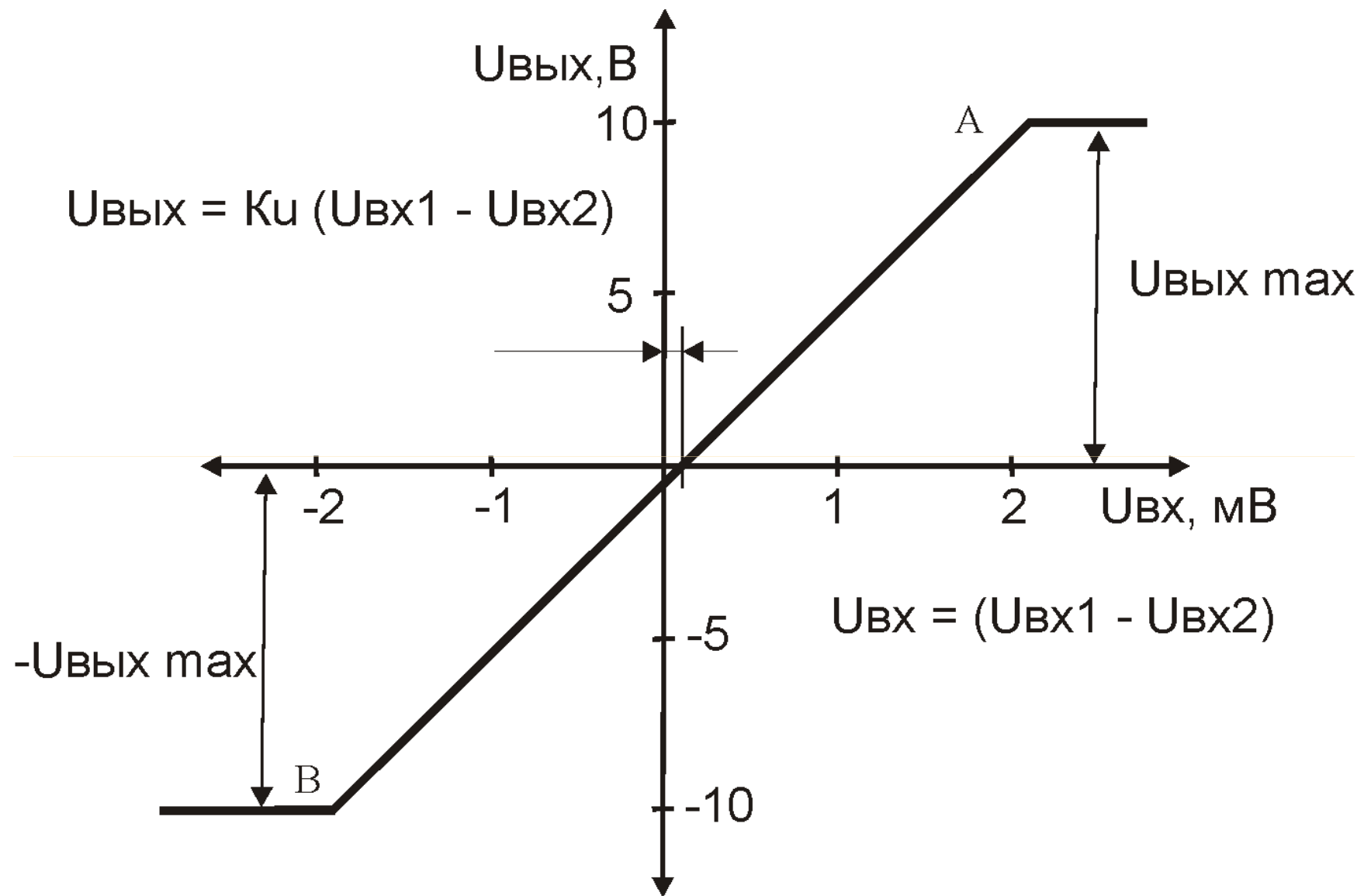


Параметры и характеристики операционного усилителя (ОУ)

Неинвертирующий вход
Инвертирующий вход



**Основная характеристика ОУ — это передаточная, которая отражает зависимость выходного сигнала от входного $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$,
 $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх1}} - U_{\text{вх2}})$.**



Для улучшения параметров усилительных свойств ОУ применяют обратную связь (ОС).

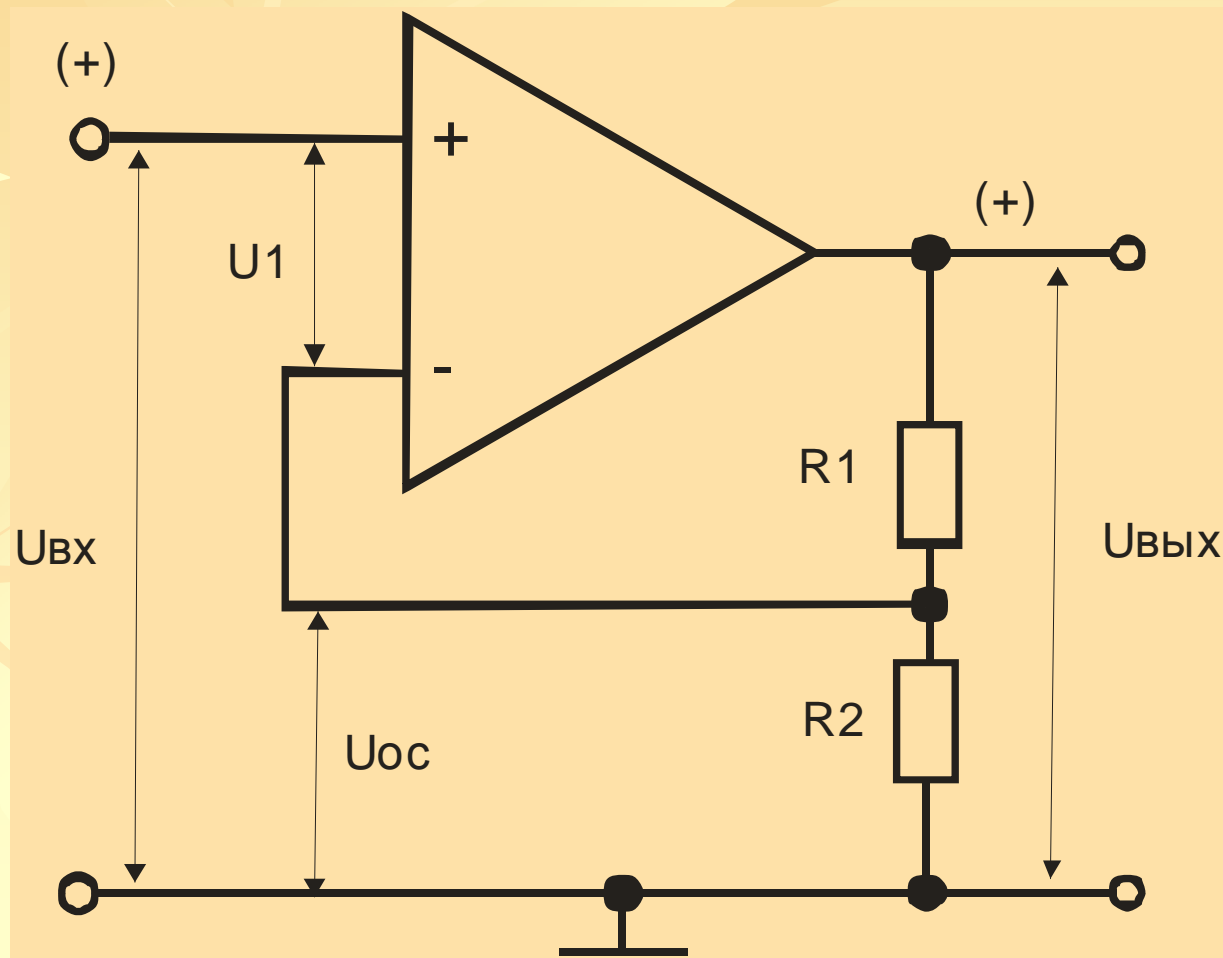
ОС называется передача части энергии из выходной цепи усилителя во входную

Если амплитуды сигналов входного и ОС складываются – это **положительная ОС (ПОС)**, если вычитаются – **отрицательная ОС (ООС)**.

Существуют две основные схемы включения ОУ с ООС

1. Неинвертирующий ОУ
2. Инвертирующий ОУ

Неинвертирующий ОУ



С выхода ОУ напряжение ОС $U_{ос}$ подают, используя делитель R_1, R_2 , на инвертирующий вход. Выходное напряжение зависит от разности ($U_{вх} - U_{ос}$), т.е. осуществляется ООС.

Коэффициент усиления по напряжению с ООС определяется выражением

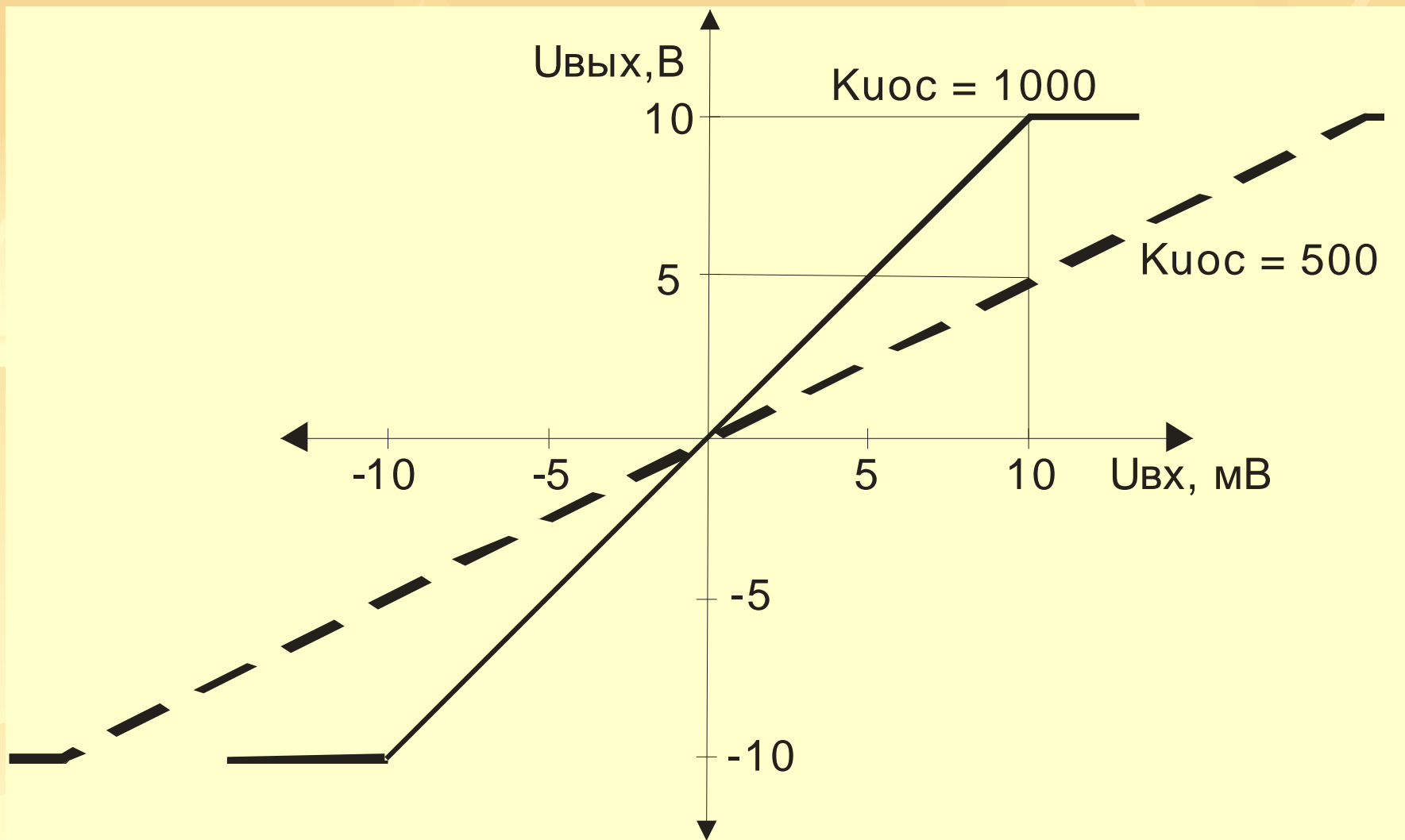
$$K_{иос} = R1/R2, \text{ или } K_{иос} = U_{вых}/U_{вх},$$

где $U_{вх} = U1 + U_{ос}$.

■ ООС в ОУ позволяет расширить линейную область передаточной характеристики

Коэффициент усиления ОУ без ООС

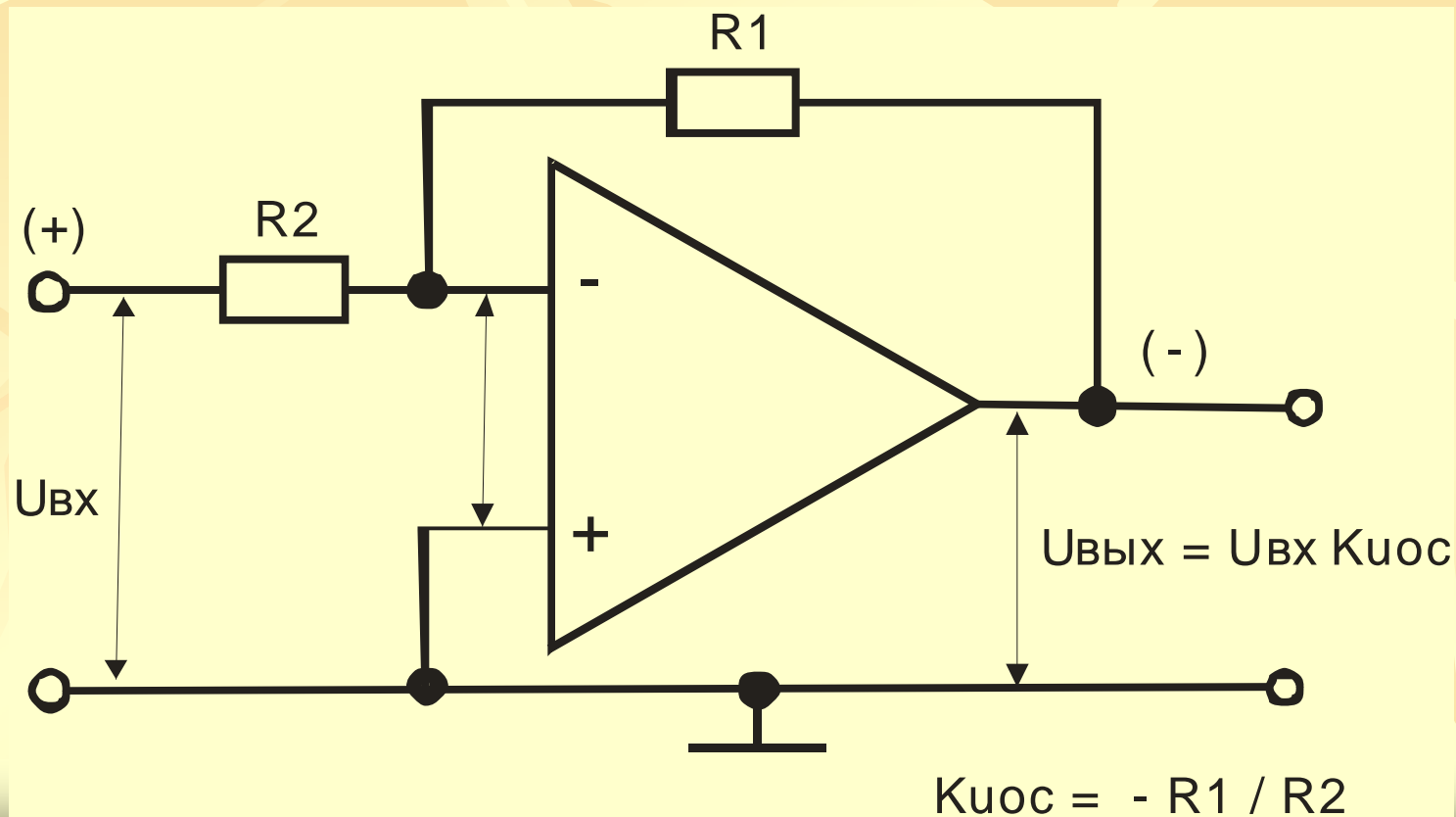
$$K_{и} = U_{вых} / U1$$

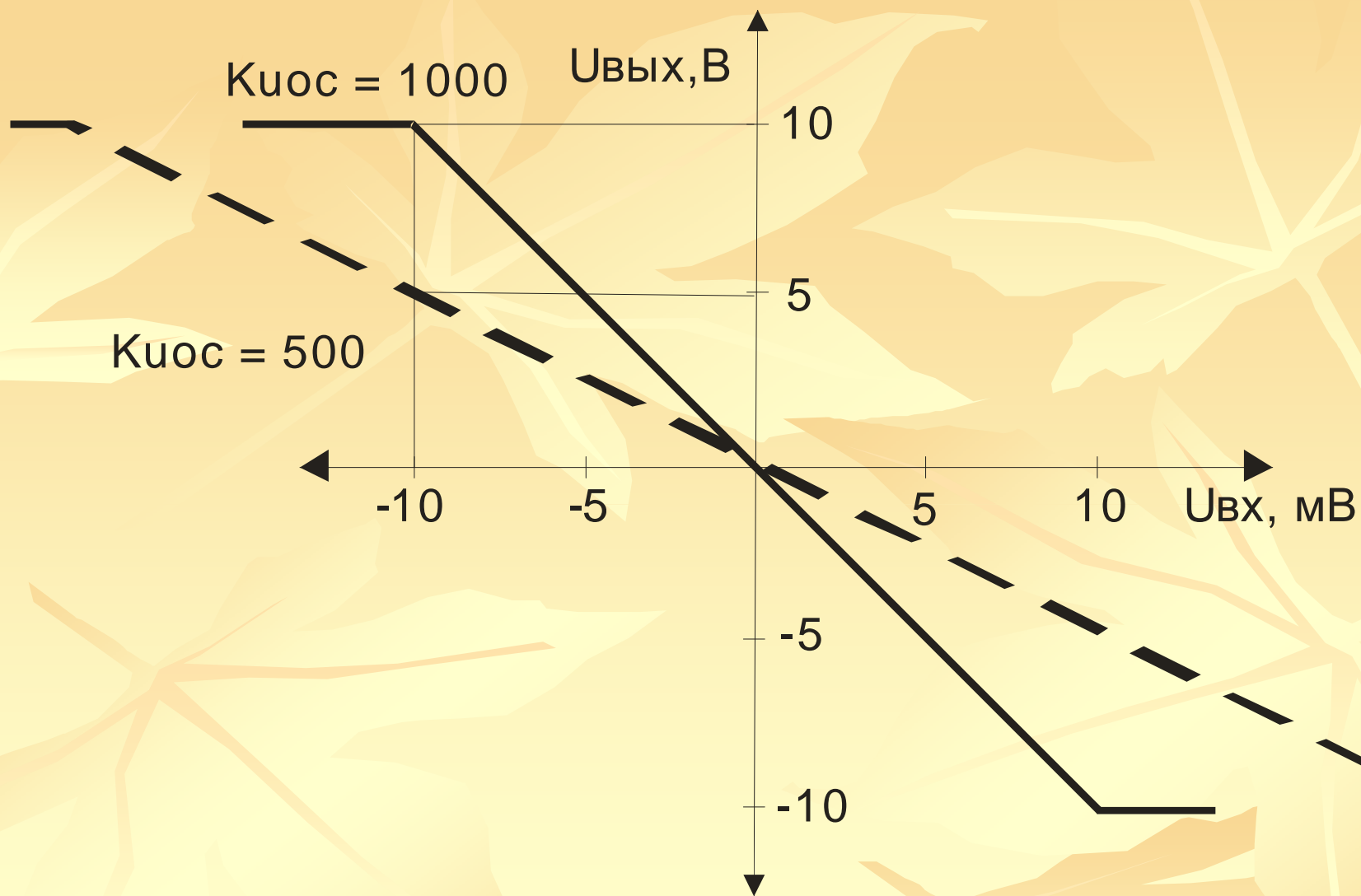


Передаточная характеристика неинвертирующего усилителя

Инвертирующий усилитель

При подаче сигнала на инвертирующий вход ОУ на выходе полярность будет противоположной.





Передаточная характеристика инвертирующего усилителя 58

Введение ООС в схему инвертирующего ОУ позволяет улучшить его параметры, например расширить линейную область ПХ, повысить стабильность коэффициента усиления, уменьшить выходное сопротивление.



Спасибо за внимание!!!