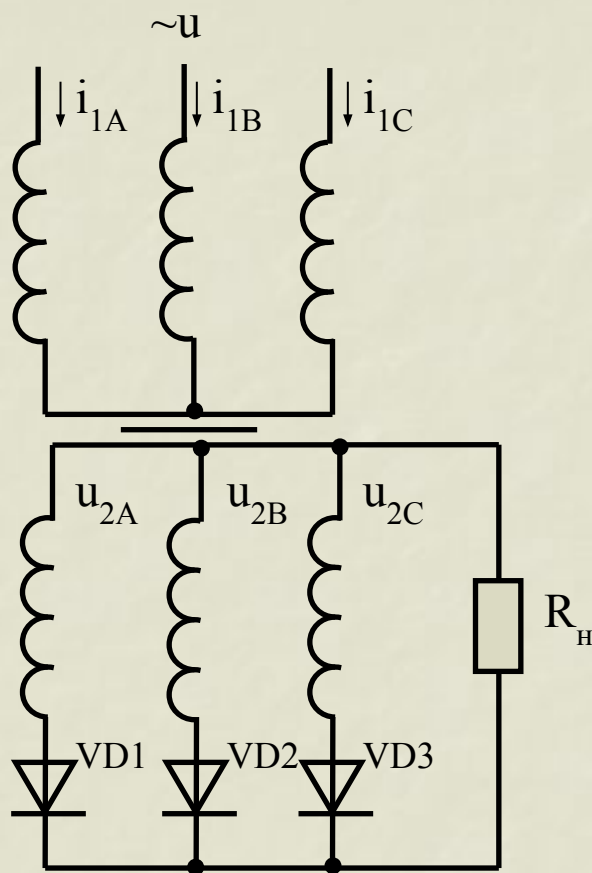
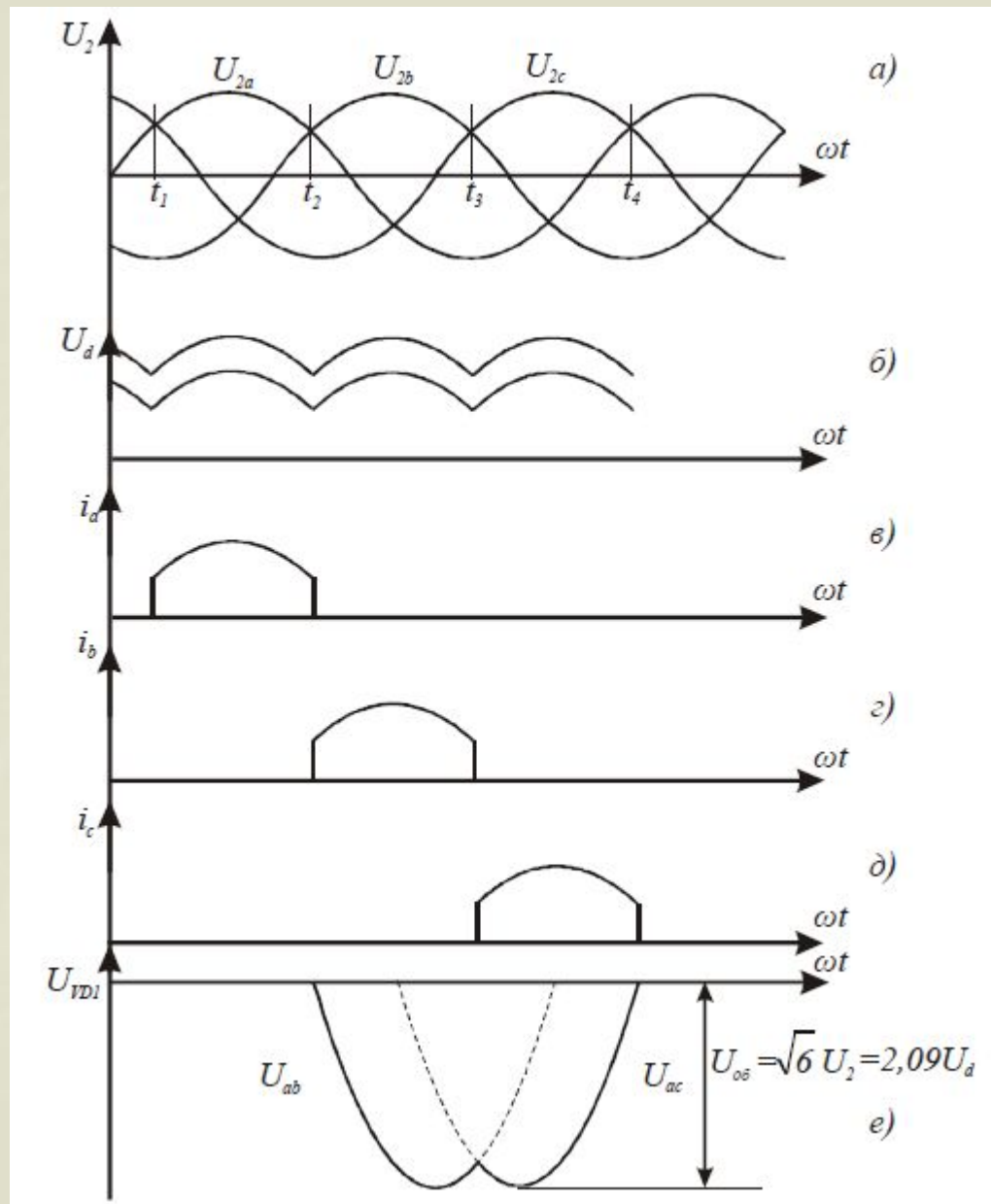


# 3х фазные неуправляемые выпрямители

# Трехфазная схема выпрямления с нулевым ВЫВОДОМ

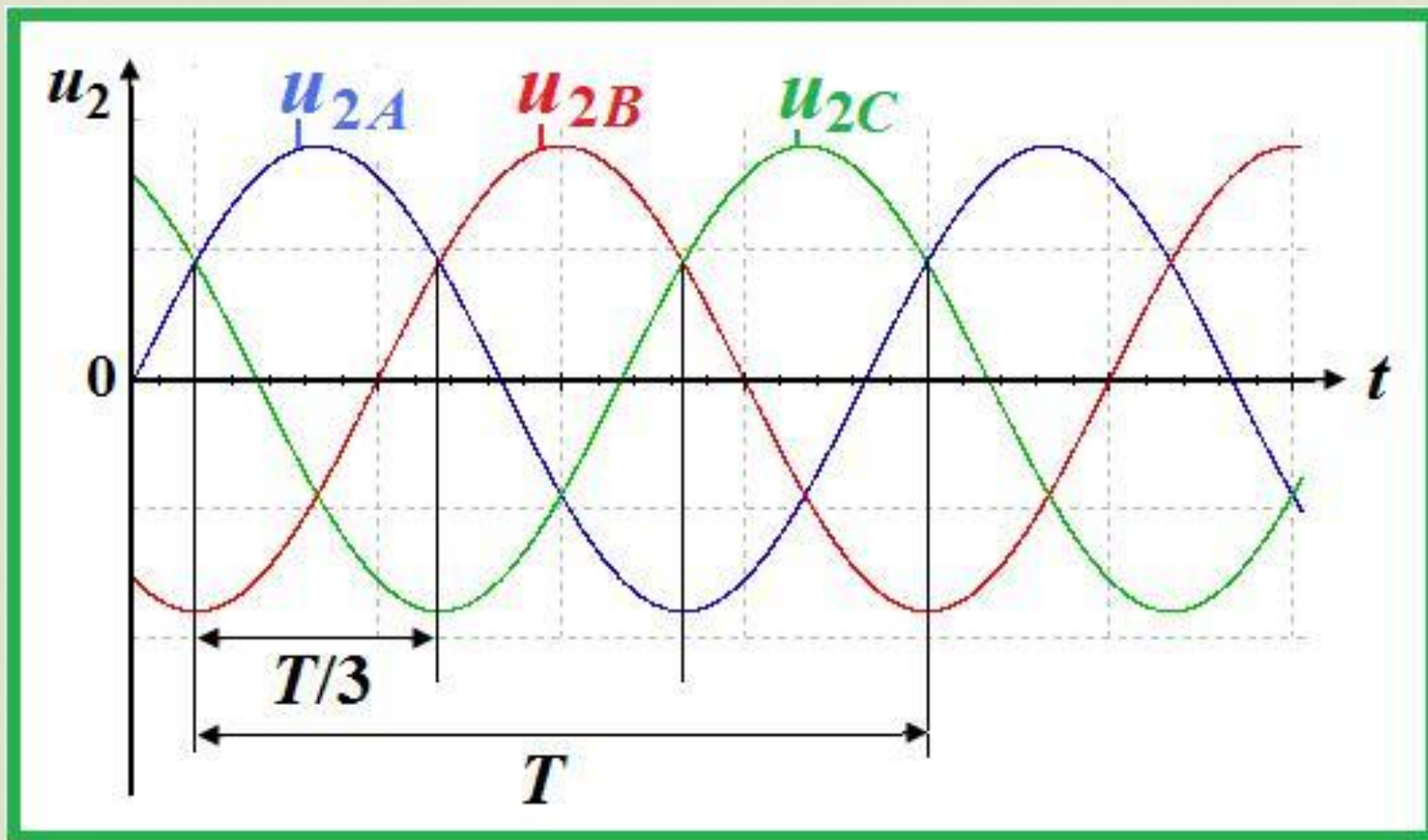


- на интервале  $t_1 - t_2$  открыт  $VD_1$ ;
- на интервале  $t_2 - t_3$  открыт  $VD_2$ ;
- на интервале  $t_3 - t_4$  открыт  $VD_3$ ;
- на интервале  $t_4 - t_5$  открыт  $VD_1$ .



11.02.2021

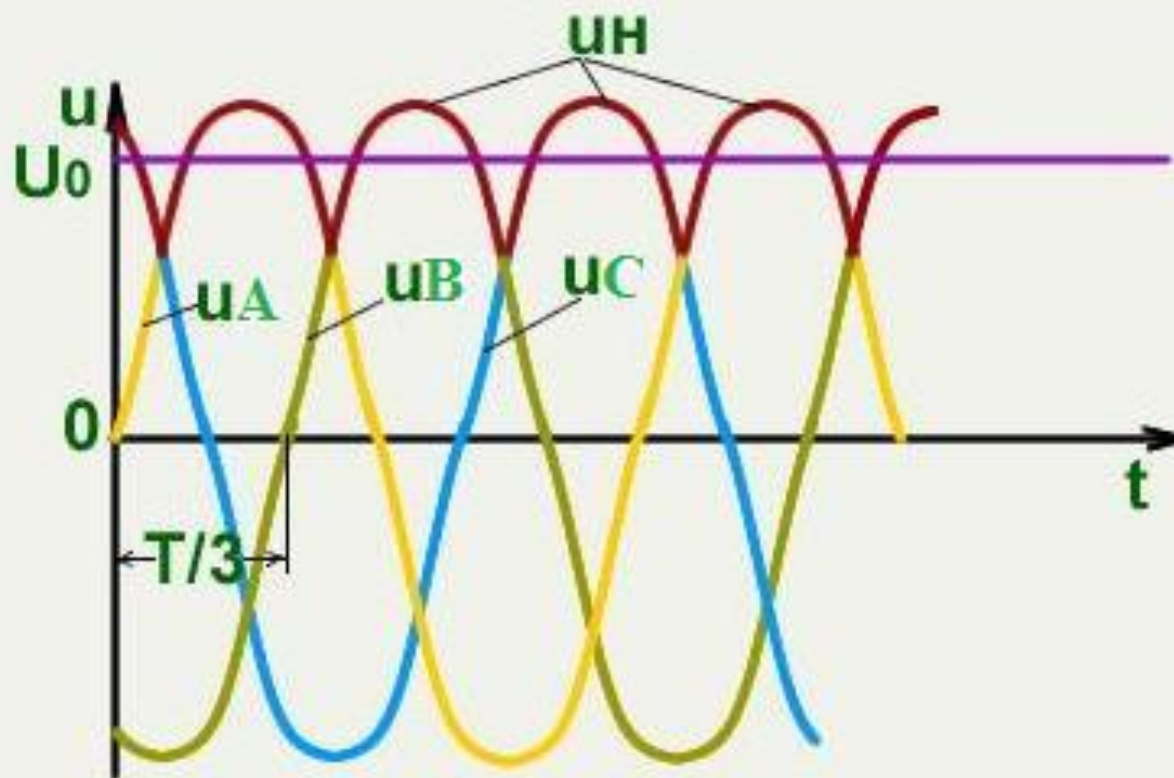
# □ *Временная диаграмма трехфазного напряжения*



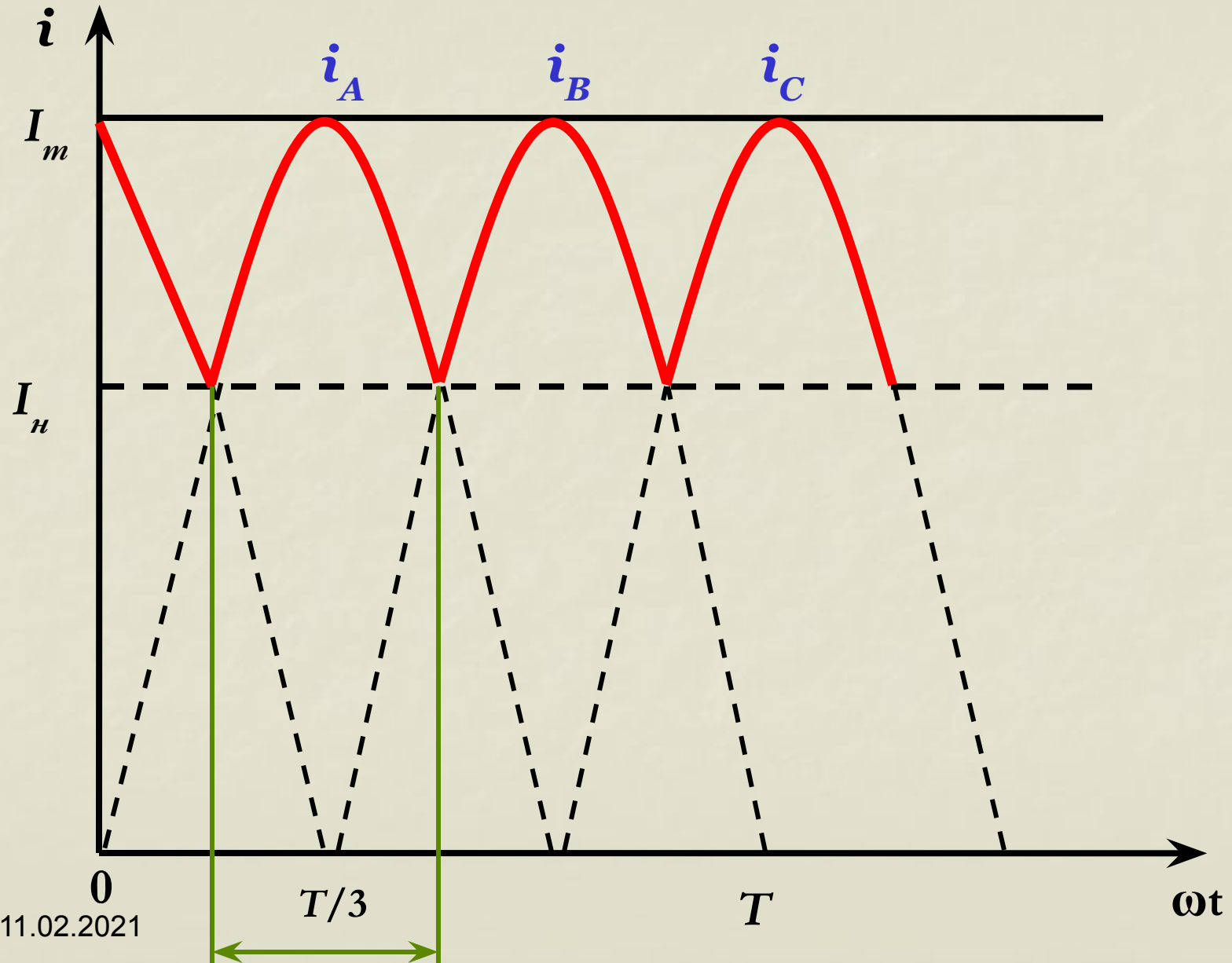
- В данном выпрямителе в любой произвольно выбранный момент времени открыт тот диод, анод которого находится под наибольшим положительным потенциалом.
- Два других диода будут закрыты, так как наибольший потенциал открытого диода окажется запирающим для двух других.
- VD1, VD2, VD3 – работают поочередно в течение  $1/3$  периода

# □ *Временная диаграмма*

## Кривая выпрямленного напряжения



# □ Временная диаграмма выпрямленного трехфазного тока



# Основные расчетные

$$K_{II} \text{ соотношения} = 0,25$$

$$U_{\phi} = 1,17 \cdot U_2$$

$$U_{обр. \max} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot U_2$$

$$f_n = 3 \cdot f_c$$

Недостаток: вынужденное  
подмагничивание магнитопровода

❖ **Среднее выпрямленное напряжение и ток на нагрузке.**

$$U_d = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} \cdot U_{2m} \approx 0,827 \cdot U_{2m} \quad \text{или} \quad U_\phi = 1,17 \cdot U_2$$

$$I_d \approx 0,827 \cdot I_{2m}$$

❖ **Максимальное обратное напряжение**  
на каждом диоде определяется амплитудой  
линейного напряжения:

$$U_{\text{обр.max}} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{2\phi} = \sqrt{6} \cdot U_{2\phi} = \frac{2\pi}{3} \cdot U_{\text{н.ср}} \approx 2,09 \cdot U_d$$



- ❖ В каждом диоде **ток** проходит в течение  $T/3$ , и поэтому его **среднее значение**:

$$I_{\text{пр.ср}} = \frac{I_d}{3}$$

- ❖ **Максимальный прямой ток**:

$$I_{\text{пр.мах}} = \frac{U_{\phi m}}{R_H} = \frac{U_d}{0,827 \cdot R_H} \approx 1,21 \cdot I_d$$

□ **Трехфазный выпрямитель с нейтральным выводом служит для питания нагрузочных устройств, в которых средние значения выпрямленного тока доходят до сотен ампер, а напряжение – до десятков киловольт.**

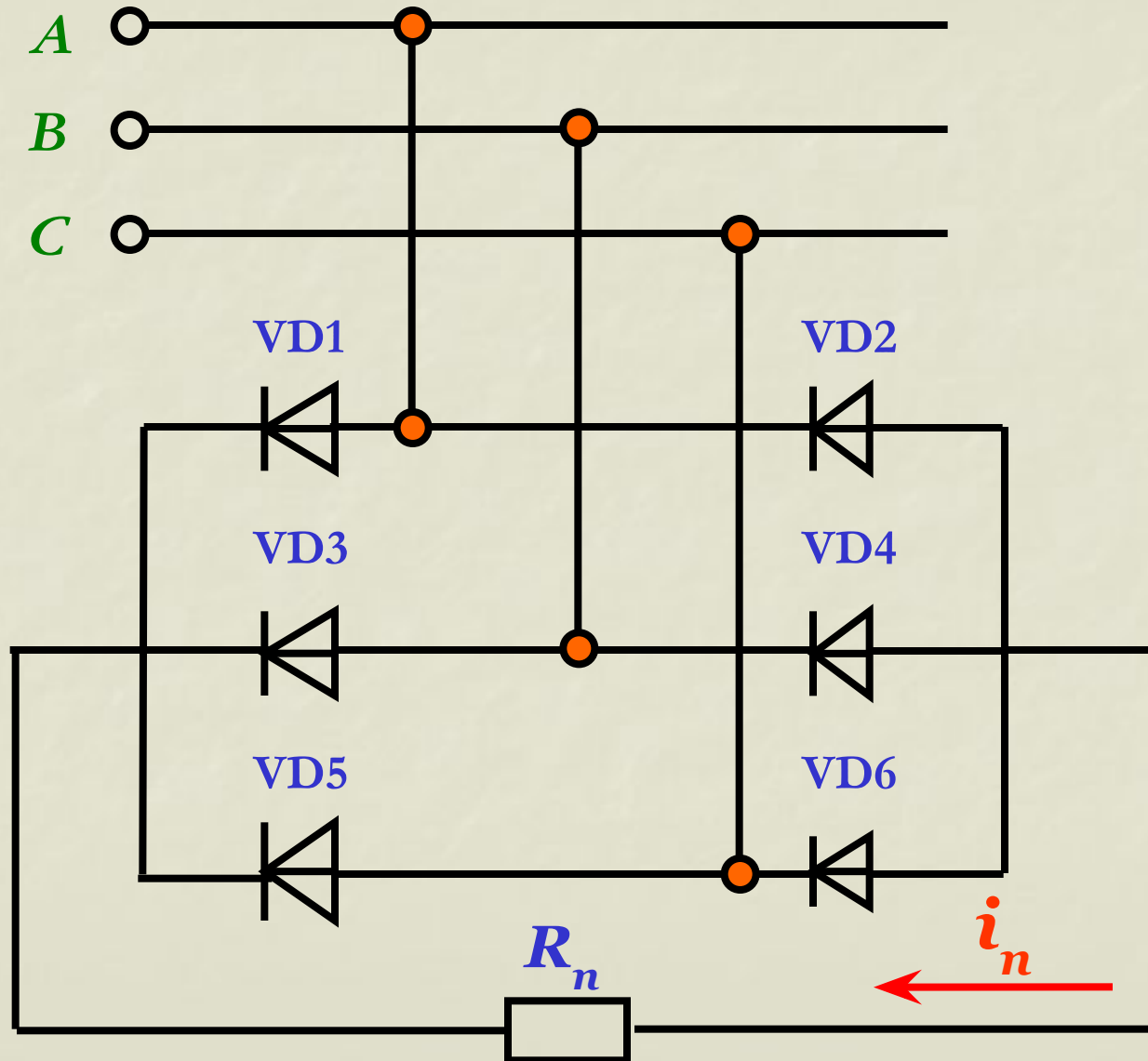
## **□ *Преимущества:***

**достаточно высокая надежность и минимальное количество диодов.**

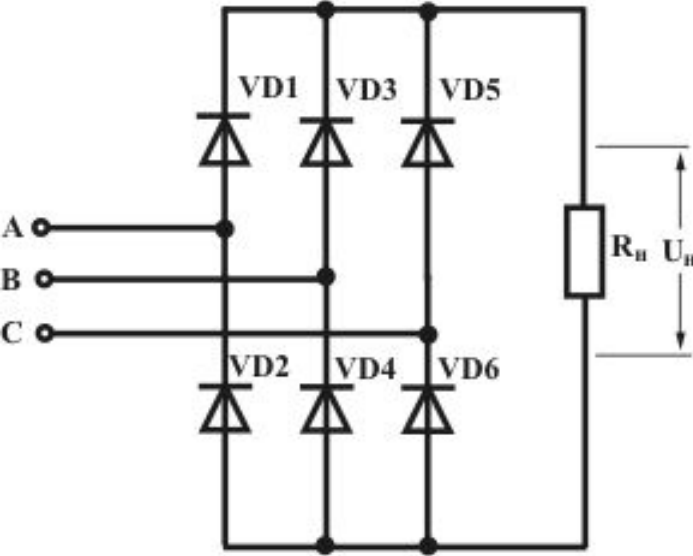
## **□ *Недостатки:***

**подмагничивание сердечника трансформатора постоянным током, что приводит к снижению к.п.д. выпрямителя.**

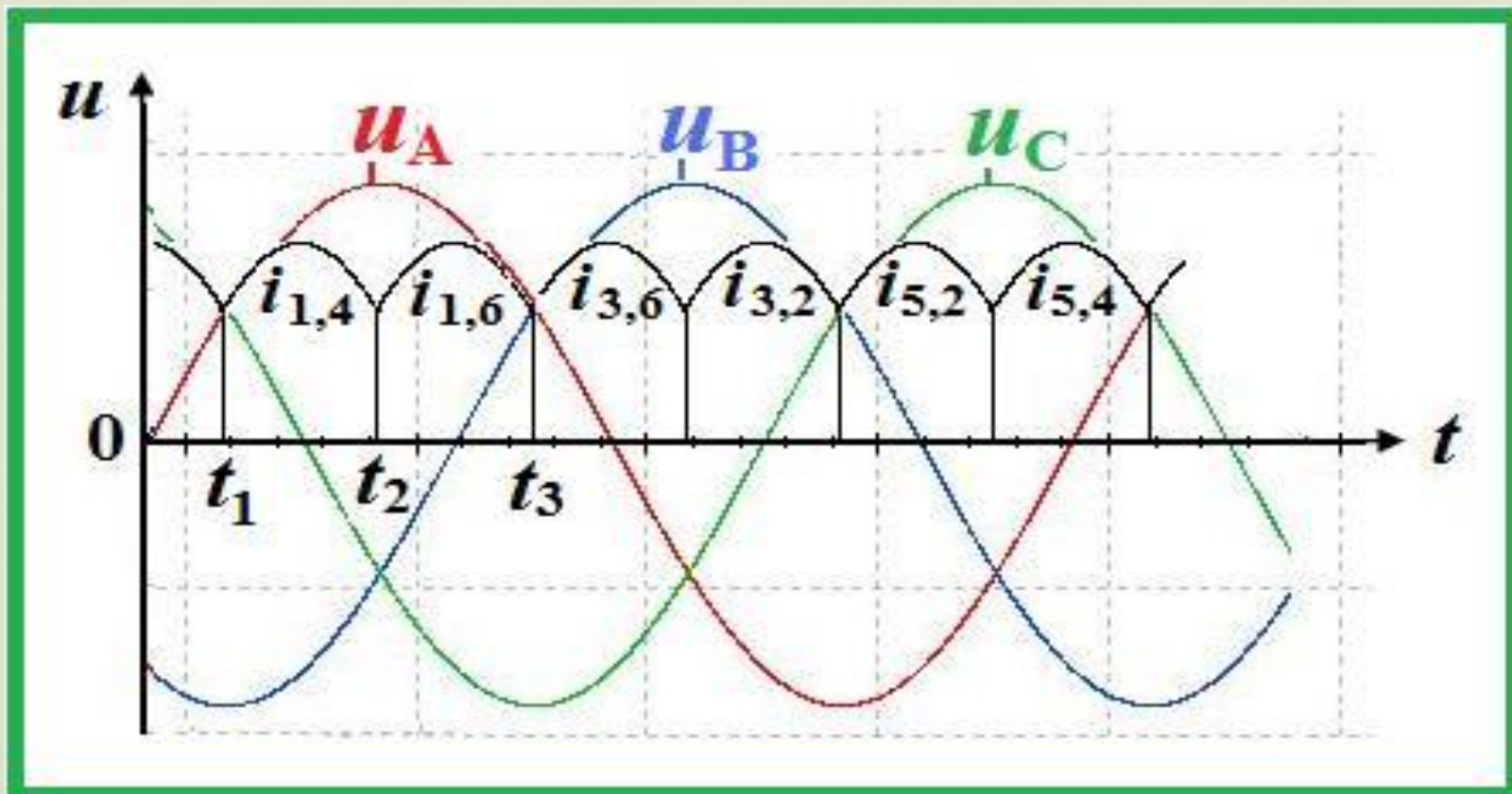
# Схема двухполупериодного выпрямления трехфазного тока



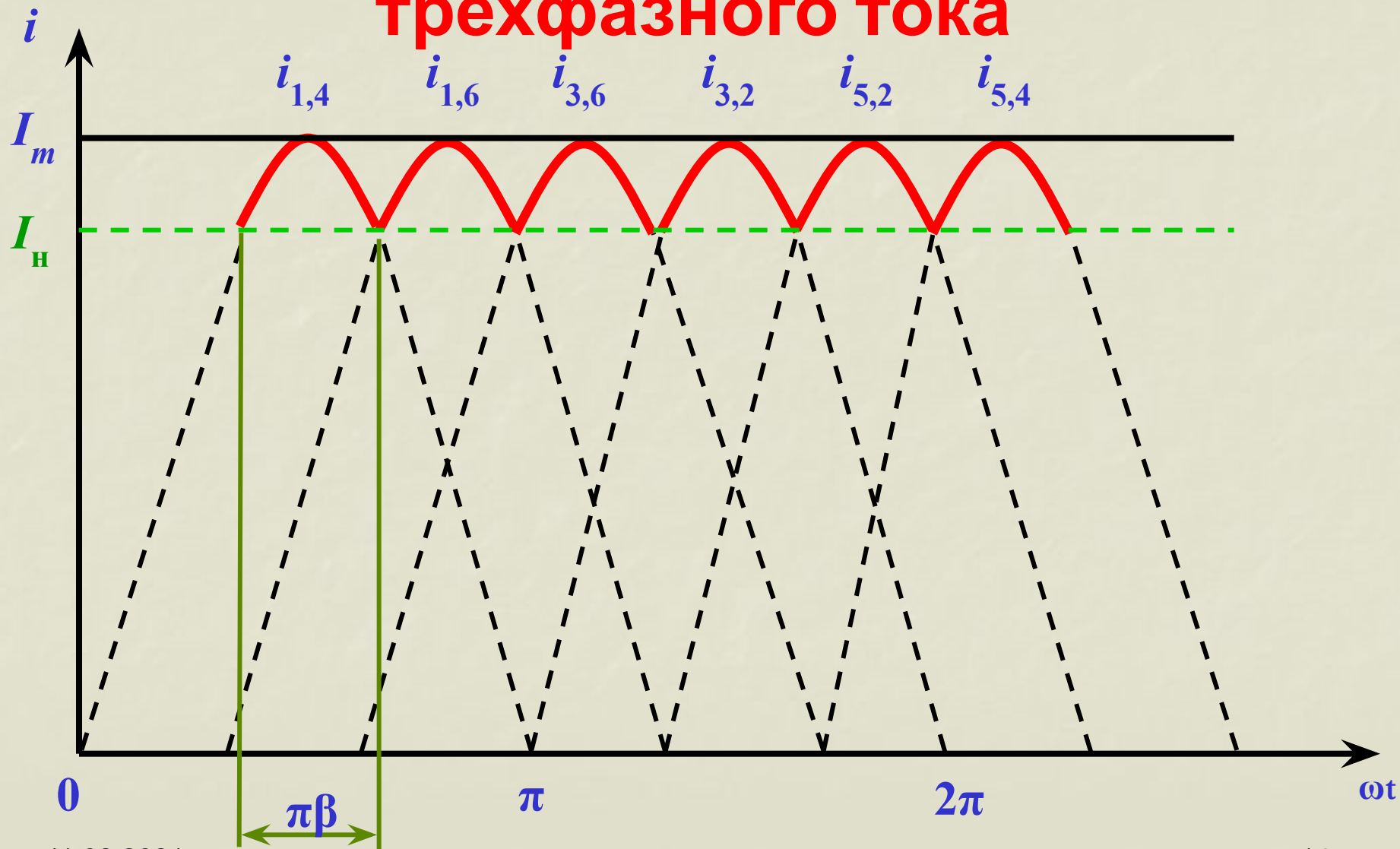




*Временная диаграмма напряжений и токов трехфазного мостового выпрямителя*



# Временная диаграмма выпрямленного трехфазного тока



- Из временных диаграмм видно, что *пульсации* выпрямленного напряжения значительно *меньше*, чем в трехфазном выпрямителе с нейтральным выводом.
- Частота пульсаций выпрямленного напряжения в 6 раз больше сетевой частоты:

$$f_{\text{п}} = 6f_{\text{с}}$$

- *Коэффициент пульсации:*

$$q_{\text{п}} = \frac{2}{m^2 - 1} = \frac{2}{6^2 - 1} = 0,057$$

- где  $m$  – кратность частоты изменения сигнала к частоте тока в сети,  $m = 6$ .

## ❖ *Среднее выпрямленное напряжения*

- ❖ Его значение в рассматриваемом выпрямителе **в 2 раза больше**, чем в выпрямителе с нейтральным выводом.

$$U_d = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{\pi} U_2 = \frac{3 \cdot \sqrt{6}}{\pi} U_2 \approx 2,34 \cdot U$$

где:  $U_{2л}$  – линейное напряжение на вторичной обмотке трансформатора

## ❖ *Среднее выпрямленное значение тока:*

$$I_d = \frac{3I_m}{\pi} \approx 0,956 \cdot I_m$$

## ❖ *Максимальное обратное напряжение:*

$$U_{обр.max} \approx 1,045 \cdot U_d$$



## □ *Преимущества:*

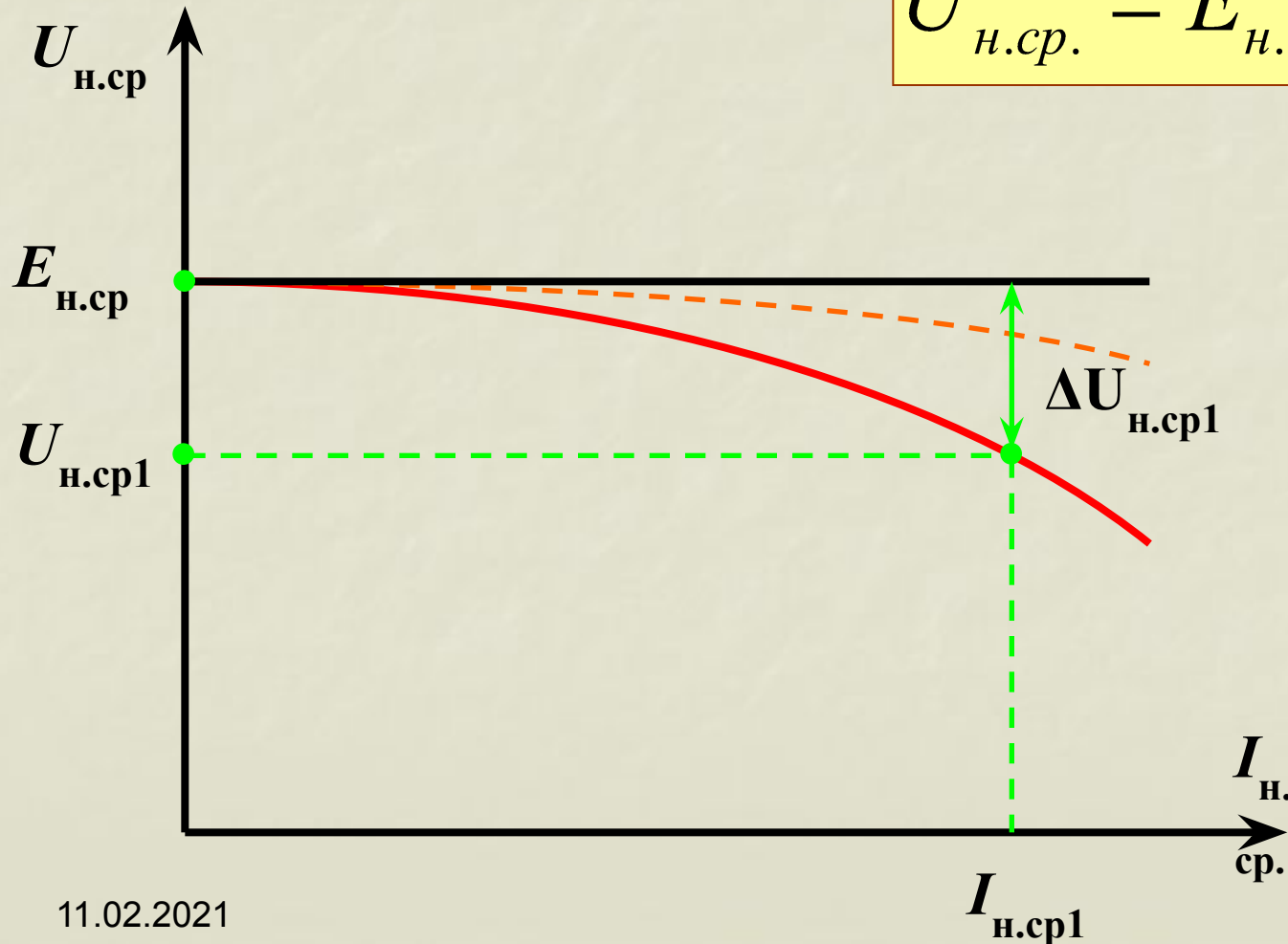
- *Трехфазный мостовой выпрямитель*, несмотря на то что в нем используется в два раза больше диодов, *по всем показателям превосходит* трехфазный выпрямитель.
  
- У него *выше к.п.д. выпрямителя*, т.к. нет подмагничивания сердечника трансформатора постоянным током.

# Основные расчетные соотношения в выпрямителях

Параметры	Однополупериодный однофазный выпрямитель	Двухполупериодный однофазный выпрямитель с выводом средней точки трансформатора	Двухполупериодный мостовой однофазный выпрямитель	Трехфазный выпрямитель с нейтральным выводом	Трехфазный мостовой выпрямитель
Среднее значение выпрямленного напряжения $U_d$	$0,45 \cdot U_2$ $\sqrt{2} \cdot U_2$	$0,9 \cdot U_2$ $2\sqrt{2} \cdot U_2$	$0,9 \cdot U_2$ $\sqrt{2} \cdot U_2$	$1,17 \cdot U_{2\phi}$ $\sqrt{6} \cdot U_2$	$2,34 \cdot U_{2\phi}$ $\sqrt{6} \cdot U_2$
Обратное максимальное напряжение $U_{обр.мах}$					
	$3,14 \cdot U_d$	$3,14 \cdot U_d$	$1,57 \cdot U_d$	$2,09 \cdot U_d$	$1,045 \cdot U_d$
Среднее значение выпрямленного тока $I_d$	$0,318 \cdot I_{2m}$	$0,636 \cdot I_{2m}$	$0,636 \cdot I_{2m}$	$0,83 \cdot I_{2m}$	$0,96 \cdot I_{2m}$
Частота пульсаций $f_n$	$f_c$	$2f_c$	$2f_c$	$3f_c$	$6f_c$
Коэффициент пульсации $K_n$	$1,57$	$0,67$	$0,67$	$0,25$	$0,057$
Мощность трансформатора	$3,09 \cdot P_d$	$1,48 \cdot P_d$	$1,23 \cdot P_d$	$1,35 \cdot P_d$	$1,045 \cdot P_d$

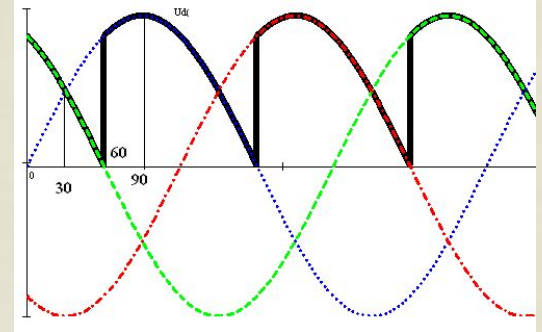
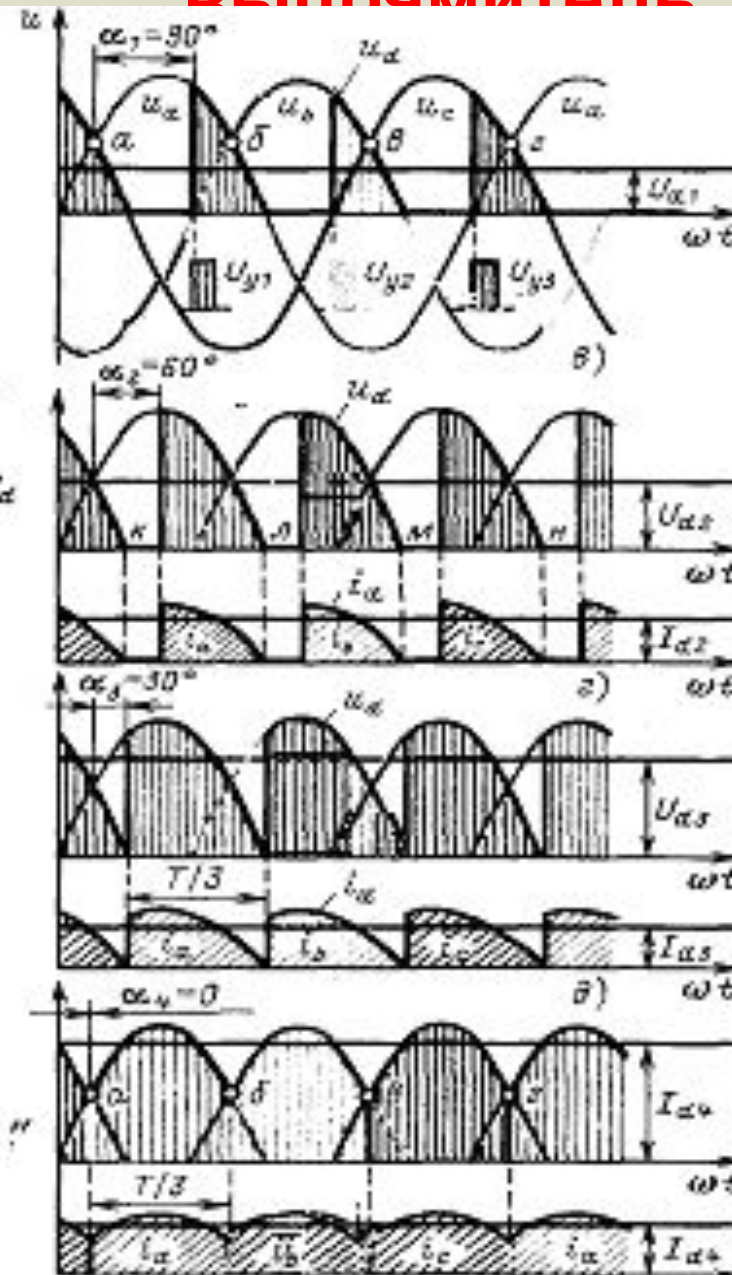
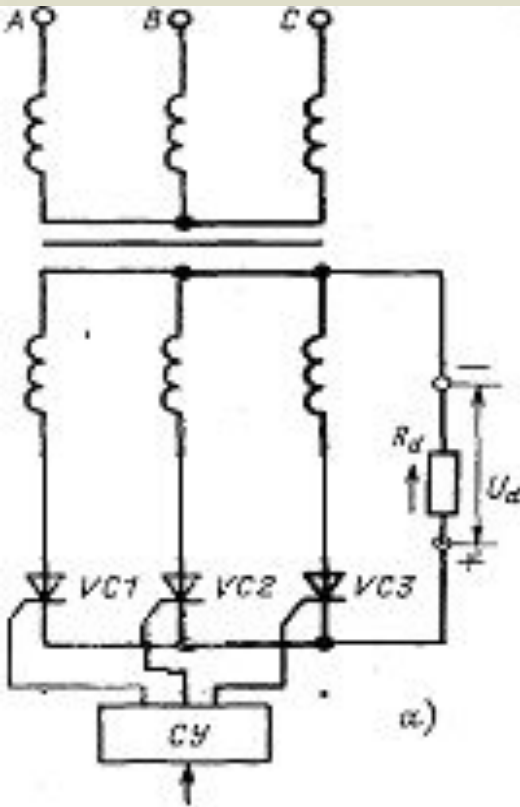
# Внешняя характеристика выпрямителя

$$U_{н.ср.} = E_{н.ср.} - \Delta U_{н.ср.}$$



# Трёхфазный нулевой управляемый выпрямитель

## ВЫПРЯМИТЕЛЬ



# Трёхфазный мостовой управляемый выпрямитель

## Выпрямитель

