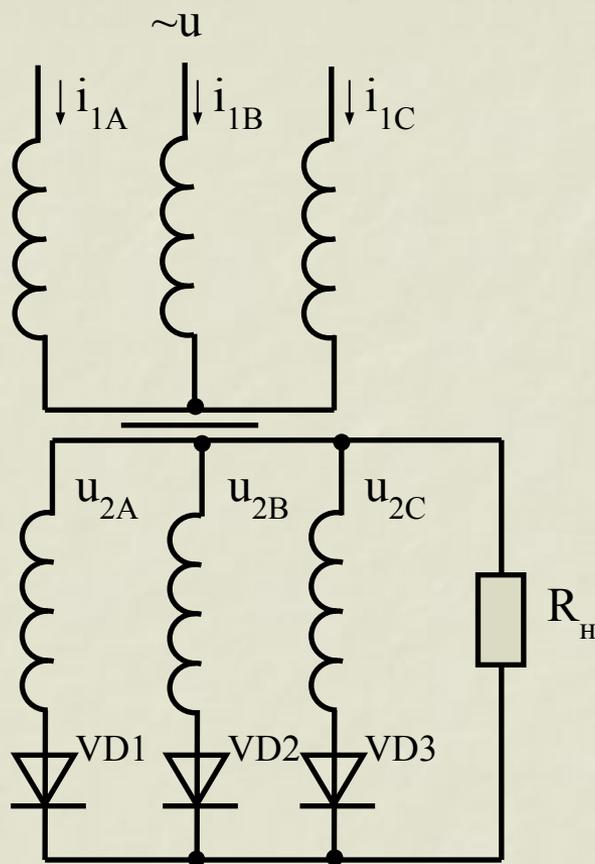
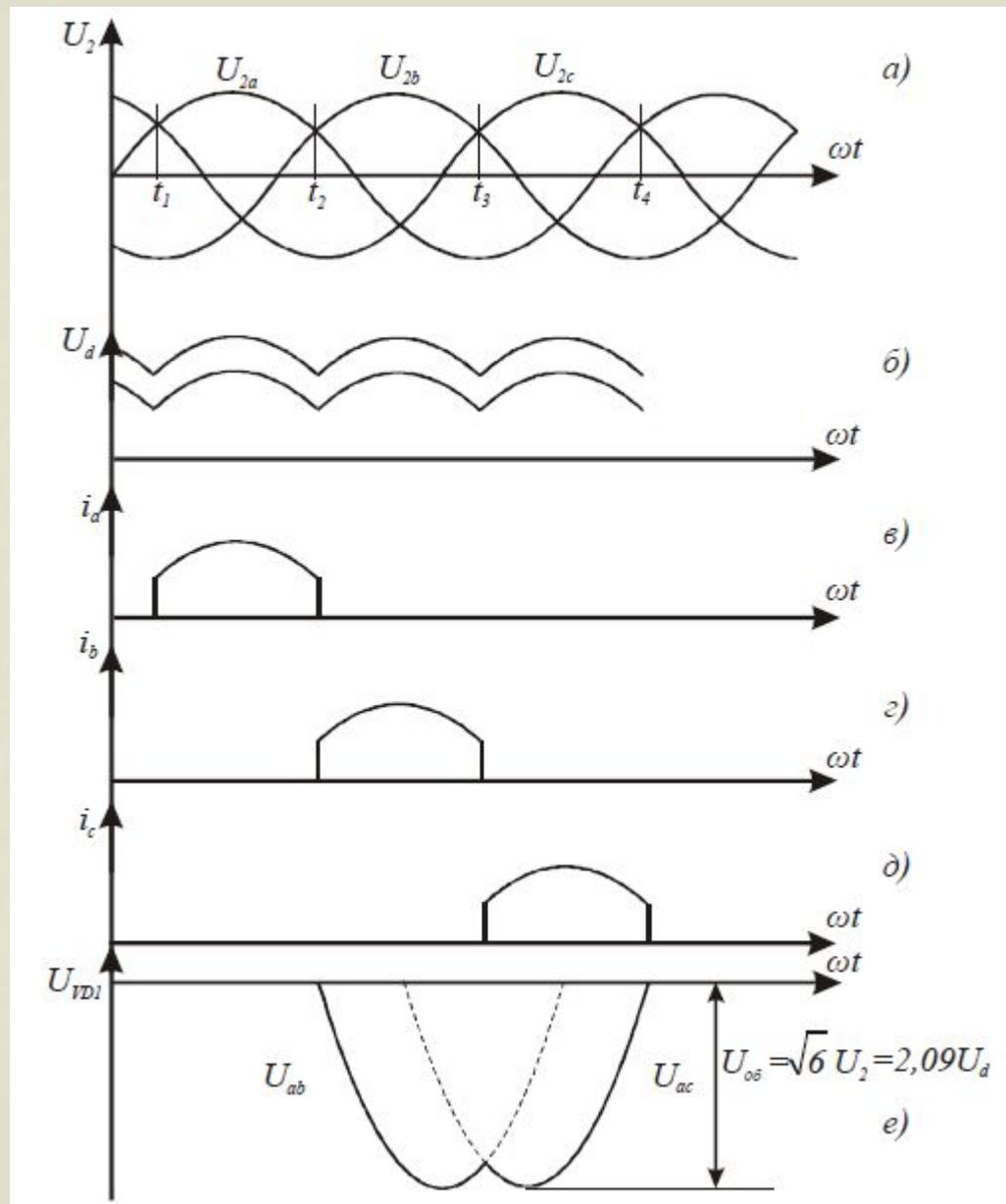


3х фазные неуправляемые выпрямители

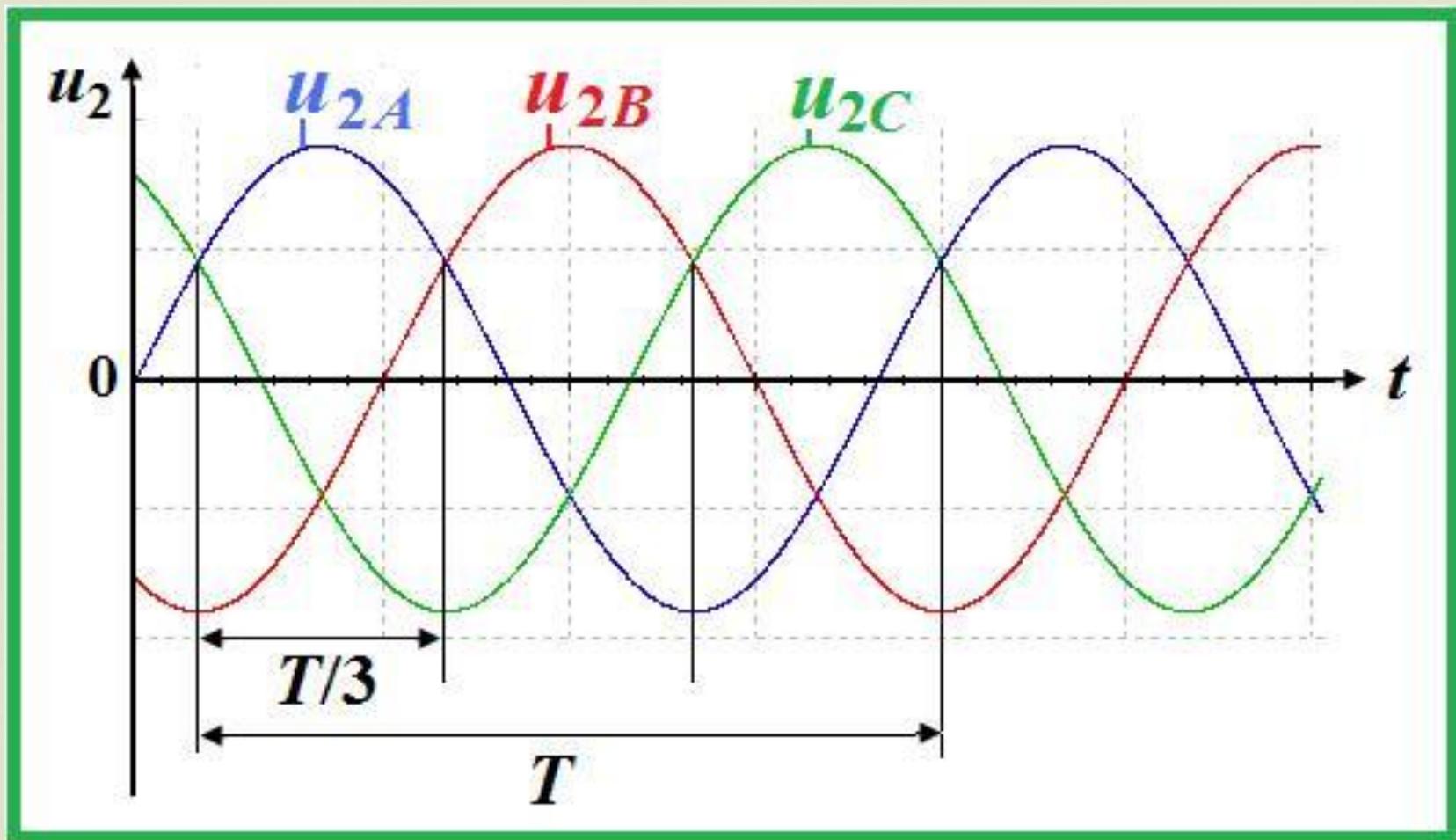
Трехфазная схема выпрямления с нулевым ВЫВОДОМ



- 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 .



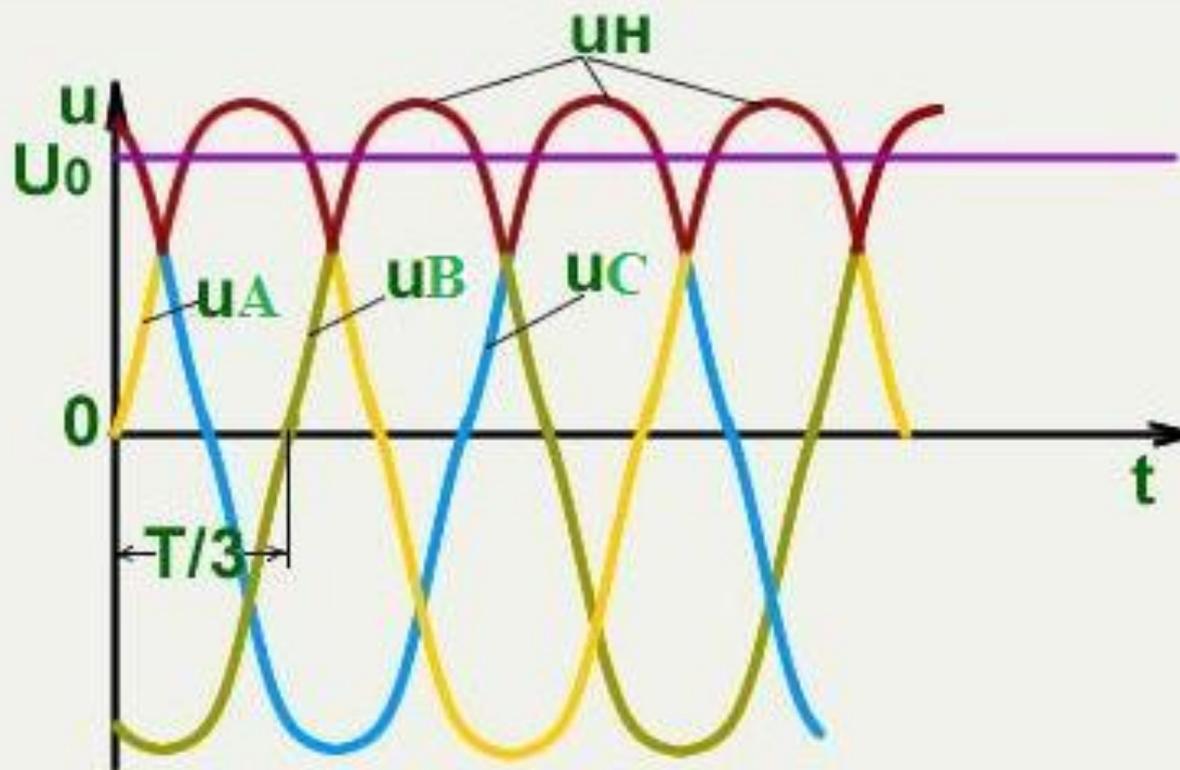
□ *Временная диаграмма трехфазного напряжения*



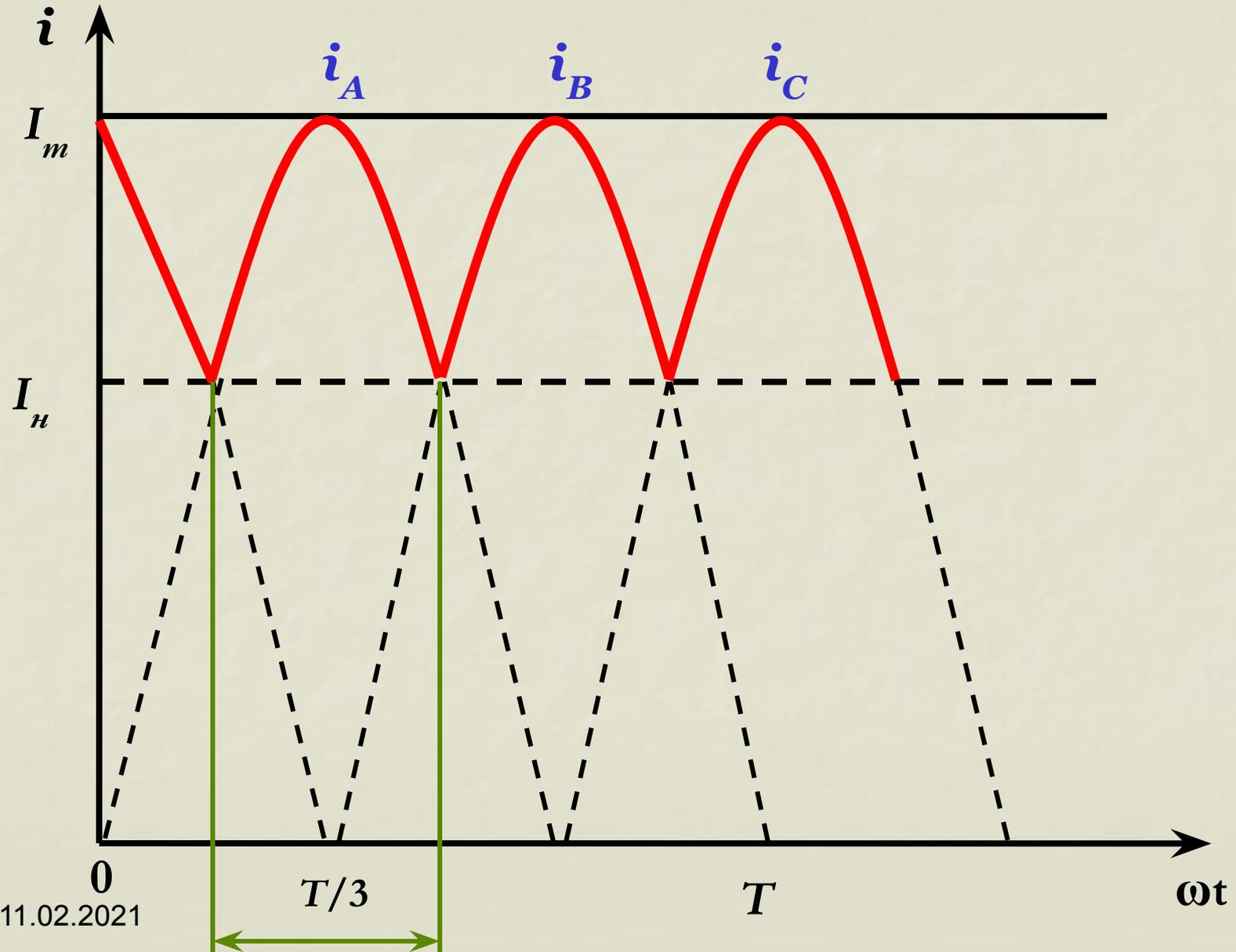
- В данном выпрямителе в любой произвольно выбранный момент времени открыт тот диод, анод которого находится под наибольшим положительным потенциалом.
- Два других диода будут закрыты, так как наибольший потенциал открытого диода окажется запирающим для двух других.
- VD1, VD2, VD3 – работают поочередно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

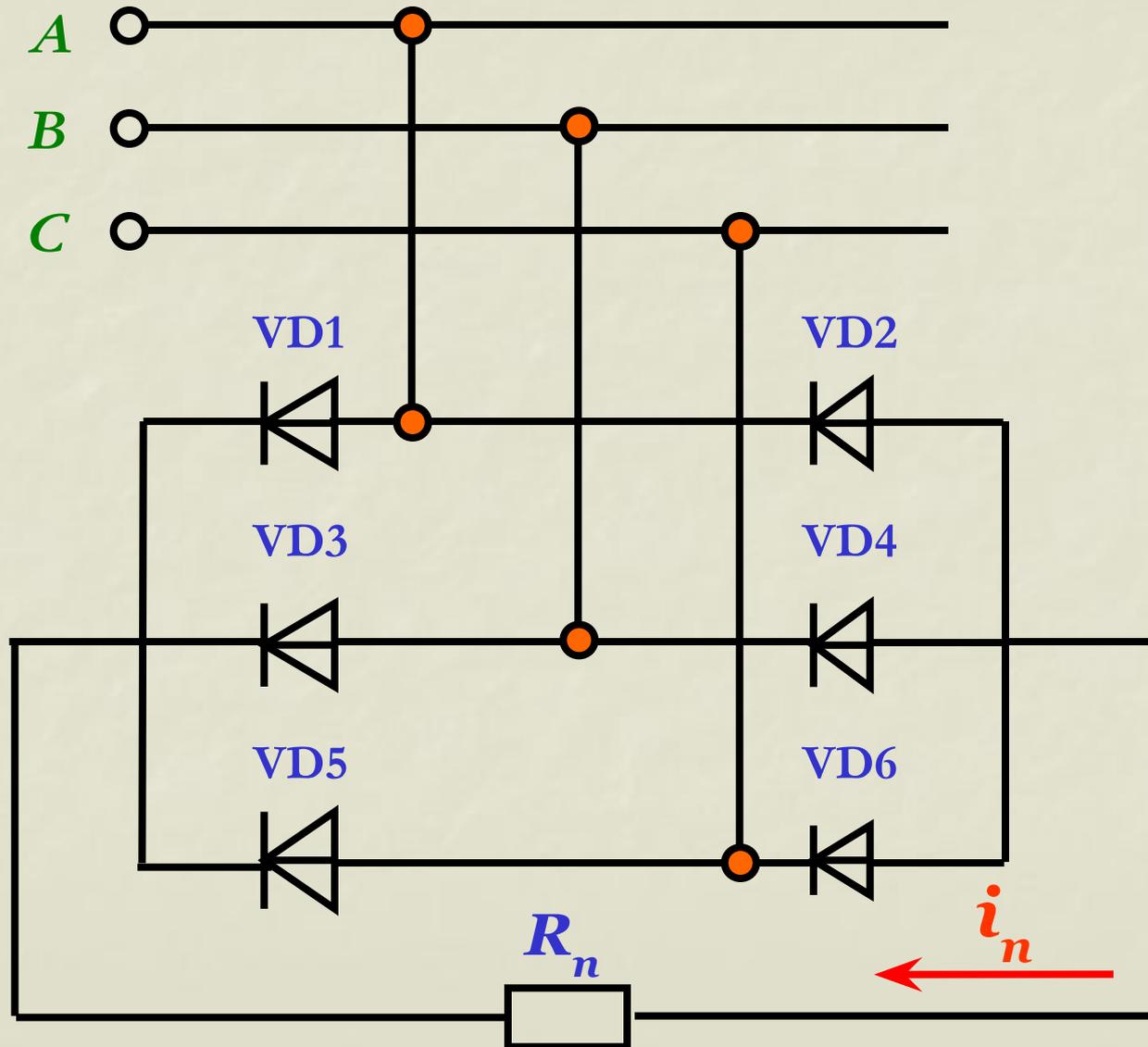
□ Преимущества:

достаточно высокая надежность и минимальное количество диодов.

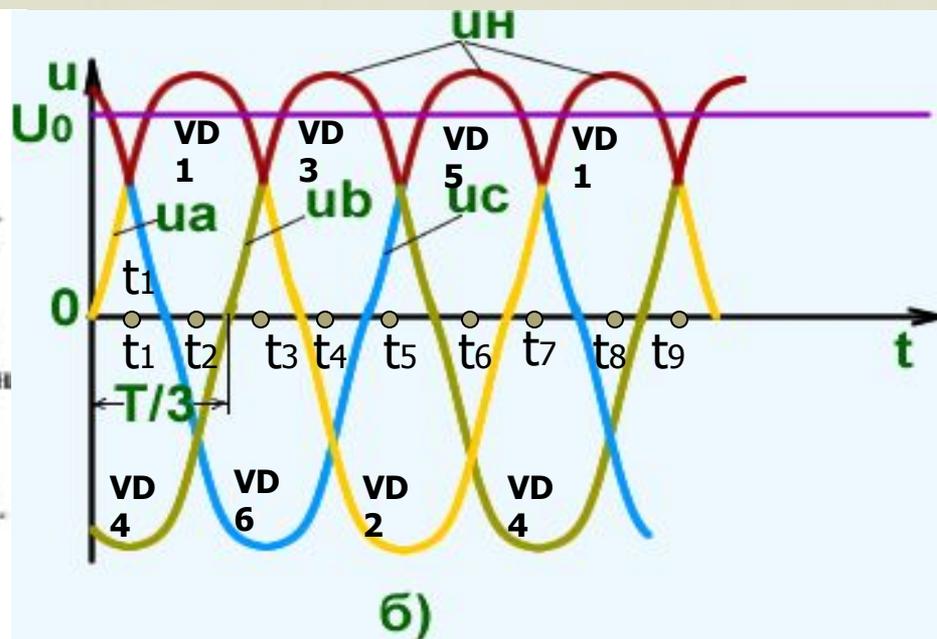
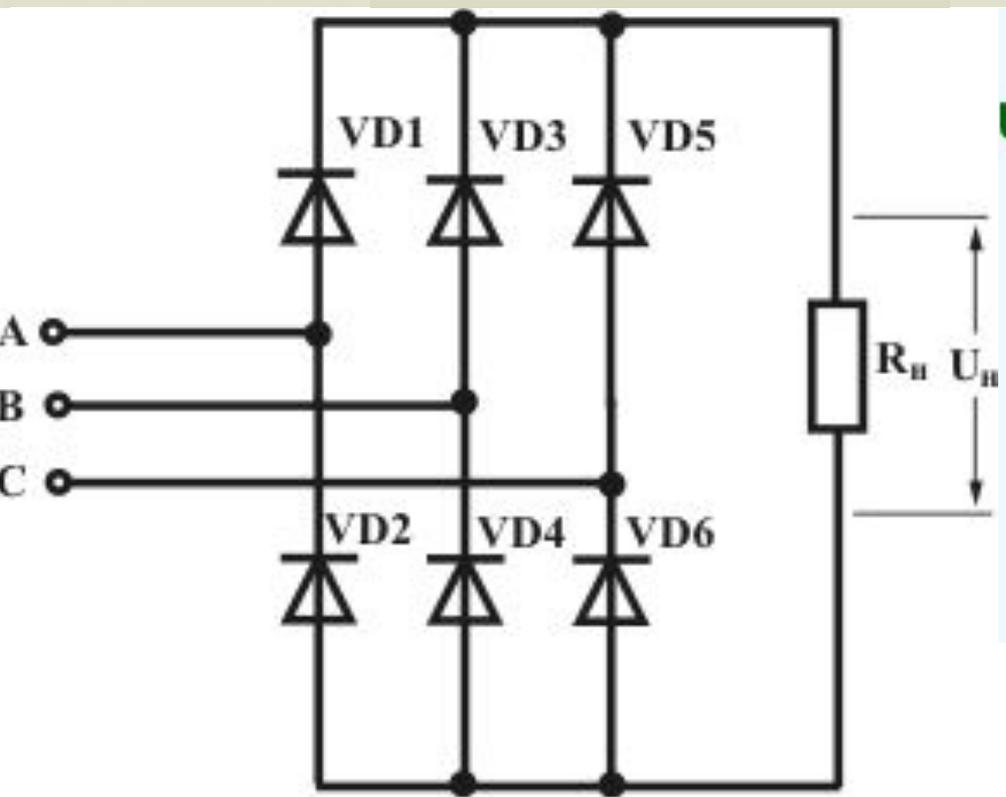
□ Недостатки:

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

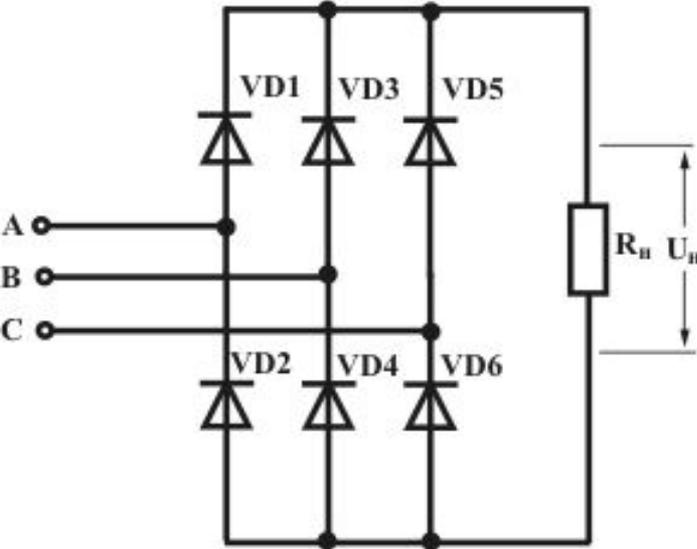
Схема двухполупериодного выпрямления трехфазного тока



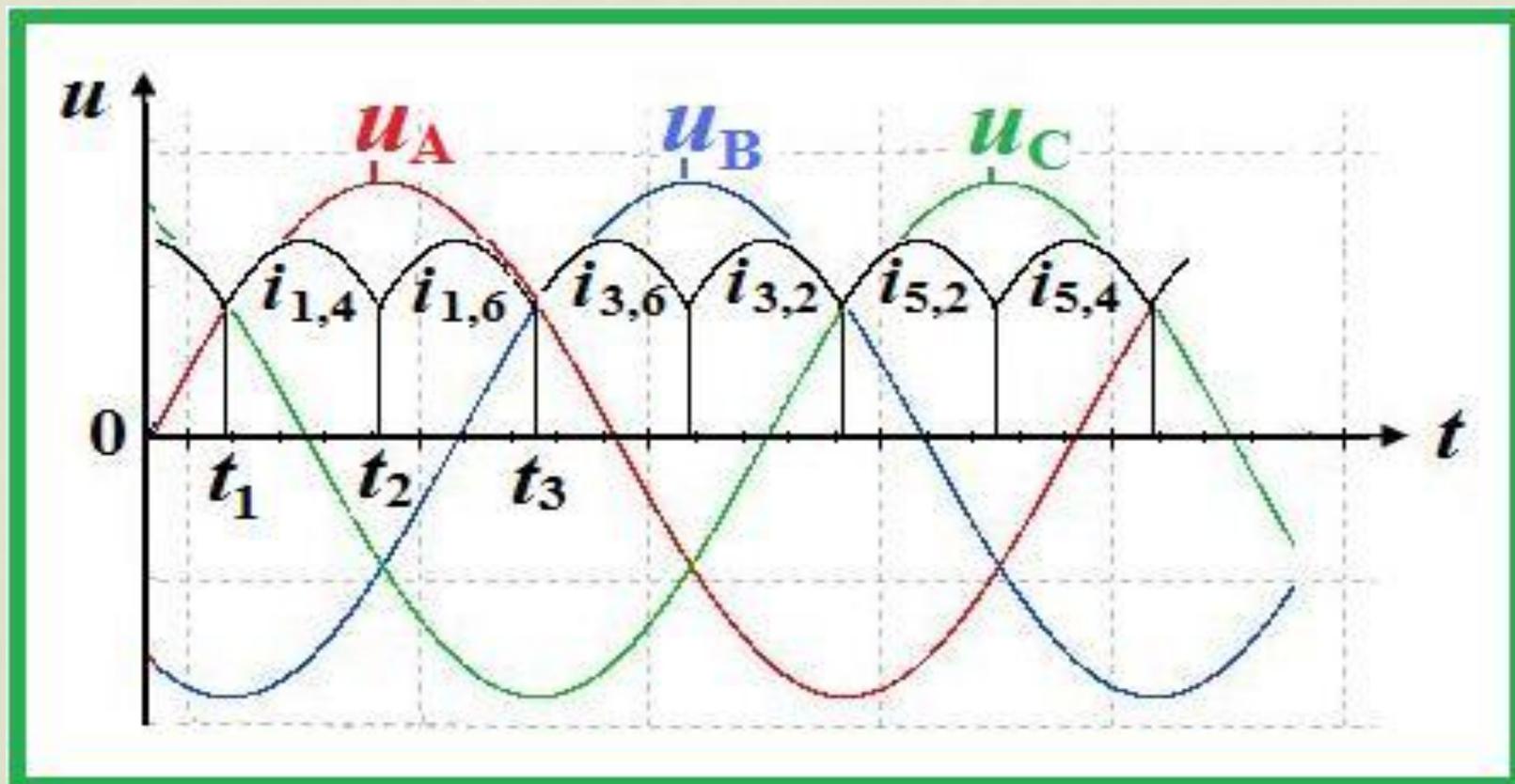
Трёхфазный двухполупериодный выпрямитель (схема Ларионова)



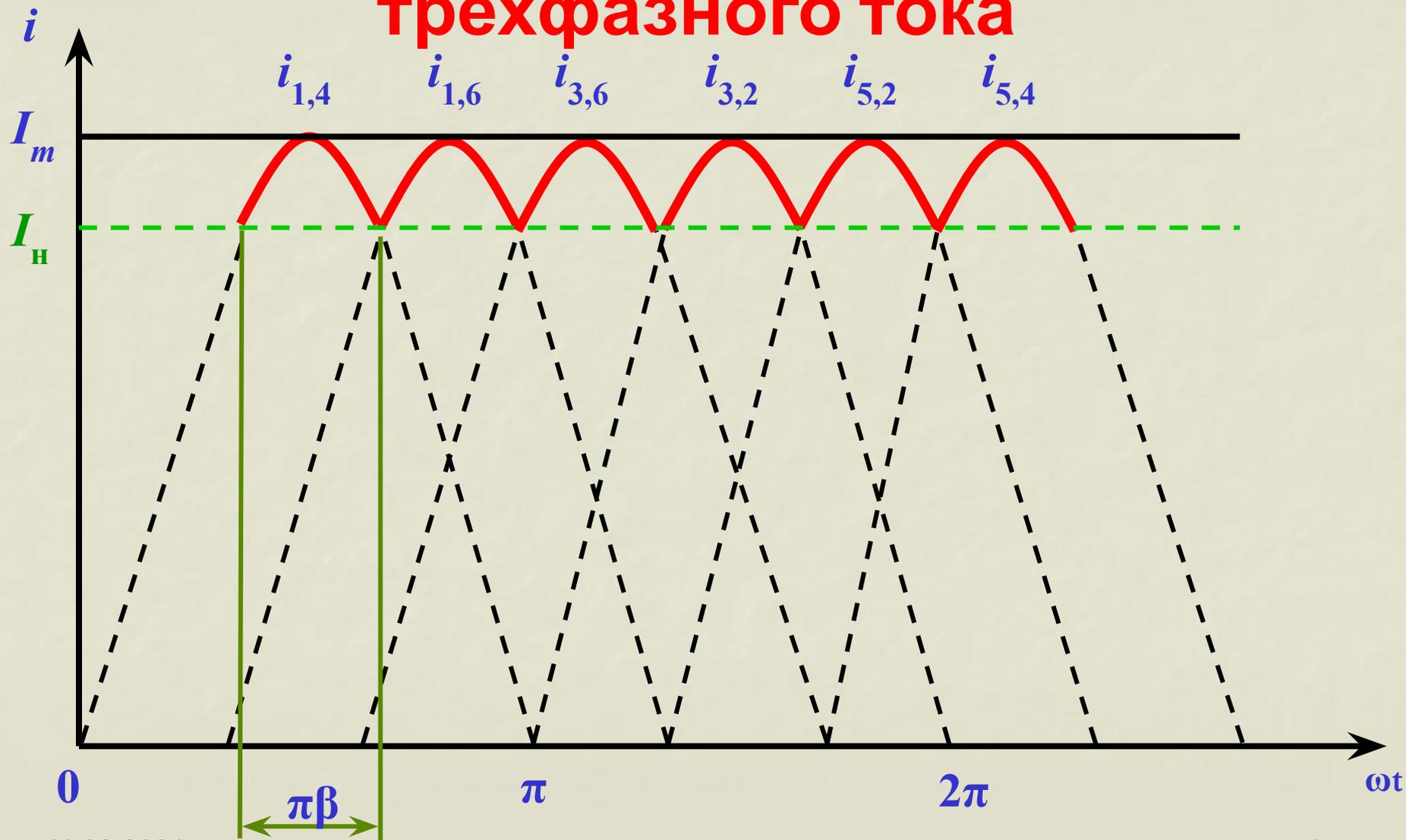
t_1	—	VD ₁ , VD ₄
t_2	—	VD ₃ , VD ₆
t_3	—	VD ₅ , VD ₂
t_4	—	VD ₁ , VD ₄
t_5	—	VD ₃ , VD ₆
t_6	—	VD ₅ , VD ₂
t_7	—	VD ₁ , VD ₄
t_8	—	VD ₃ , VD ₆
t_9	—	VD ₅ , VD ₂



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.

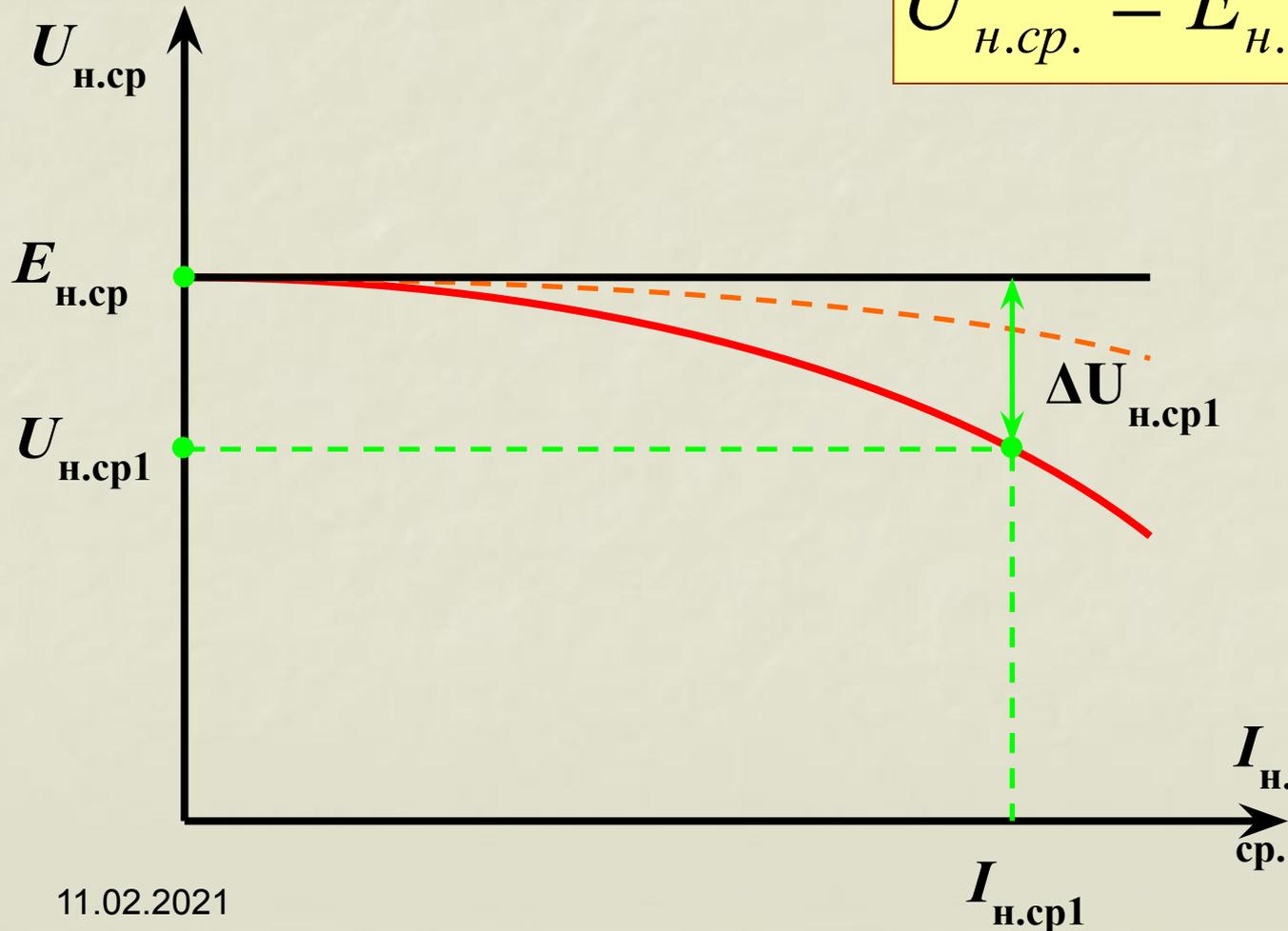
- У него *выше к.п.д. выпрямителя*, т.к. нет подмагничивания сердечника трансформатора постоянным током.

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

