

ДИСЦИПЛИНА «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

НАПРАВЛЕНИЕ ООП 140400 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

**СТЕПЕНЬ – БАКАЛАВР
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2010 г.
КУРС – 2 СЕМЕСТР – 4
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ – 5**

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

**Лекции – 27 час.
Лабораторные занятия – 27 час.
Практические занятия – 18 час.
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ – 72 час.
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА – 63 час.
ИТОГО – 135 час.**

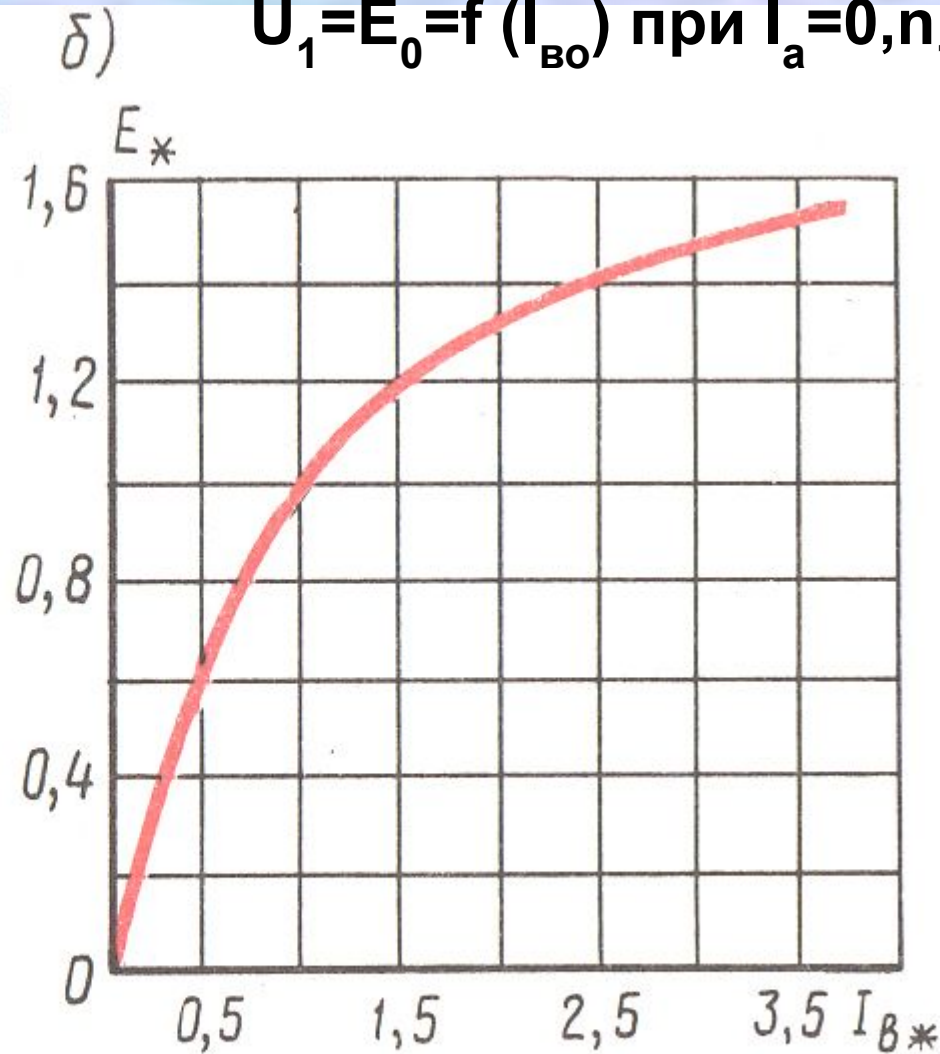
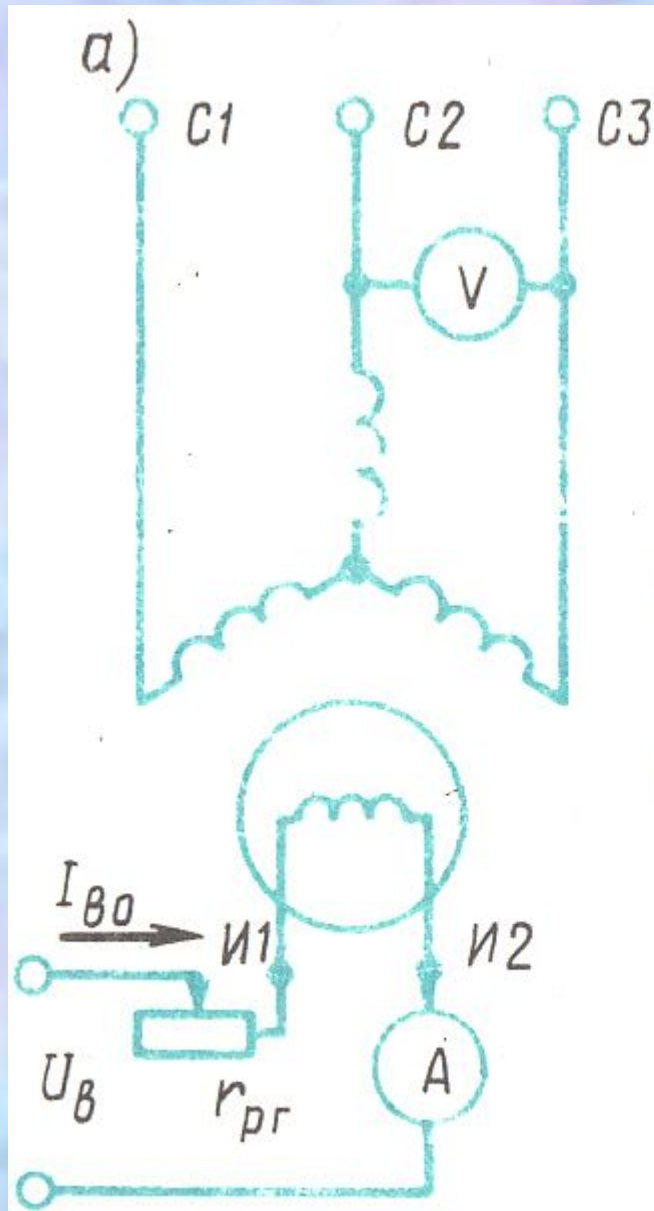
**Лектор: Усачёва Татьяна Владимировна,
к.т.н., доцент кафедры ЭКМ ЭНИН НИ ТПУ**

ЛЕКЦИЯ №10 – СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

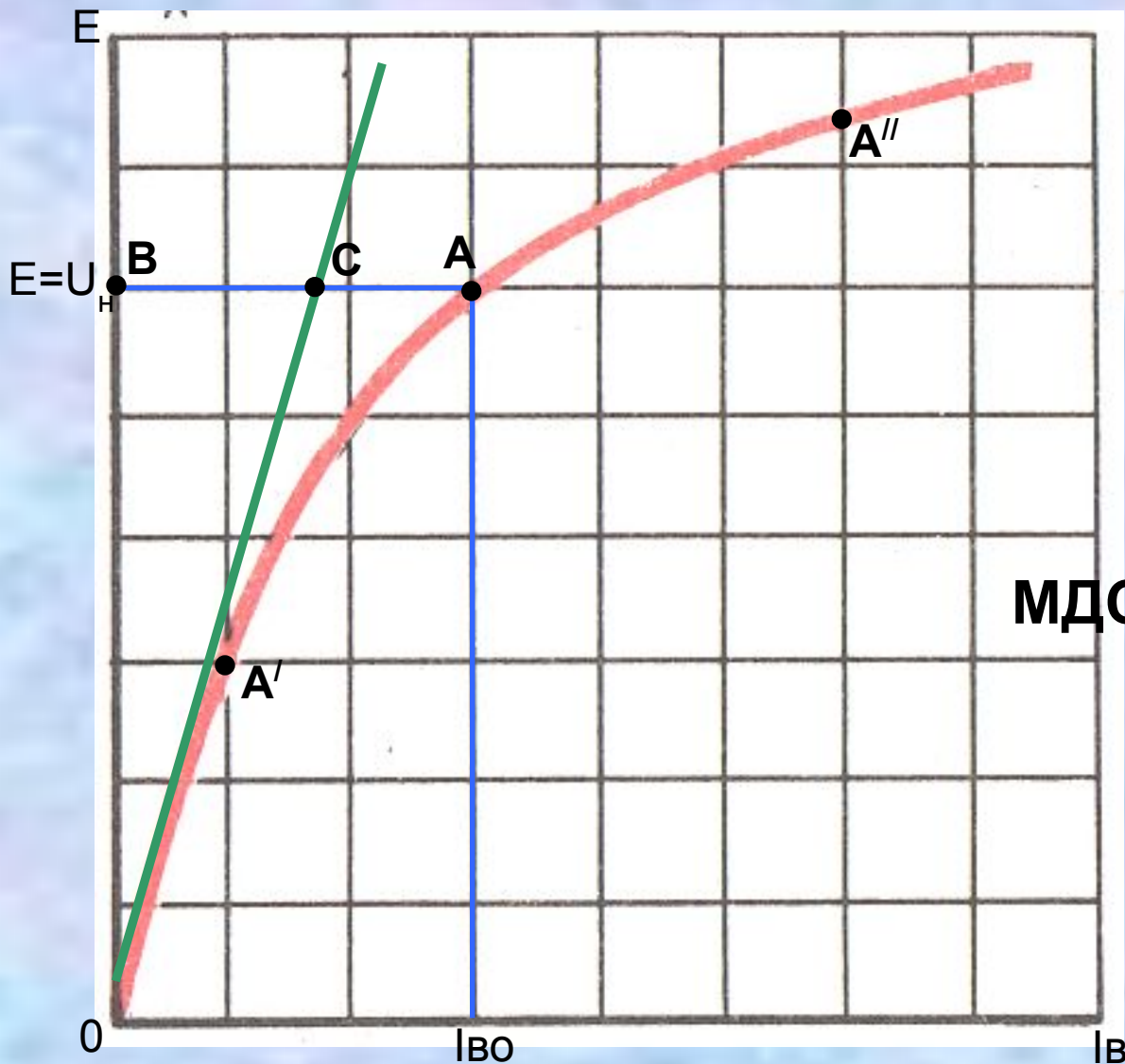
(Характеристики синхронных генераторов. Параллельная работа синхронного генератора с мощной сетью.)

ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЛОСТОГО ХОДА СГ

$$U_1 = E_0 = f(I_{B0}) \text{ при } I_a = 0, n_1 = \text{const}$$



ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЛОСТОГО ХОДА СГ



т.А - рабочая точка

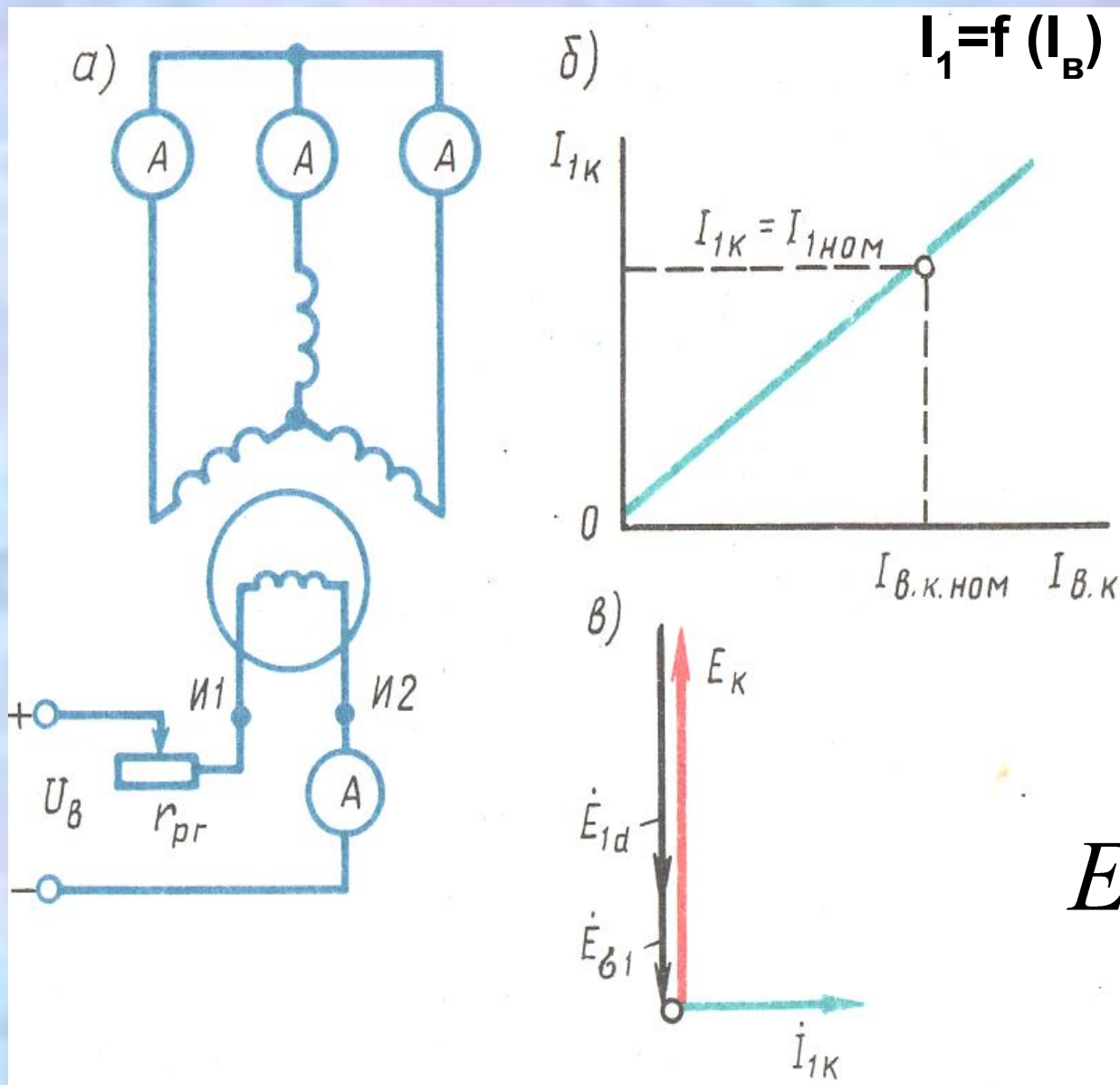
отрезок ВА –
суммарная МДС

отрезок ВС –
МДС воздушного зазора

$$k_{\mu} = \frac{BA}{BC}$$

$$k_{\mu} = 1,1 \div 1,2$$

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕХФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ СГ

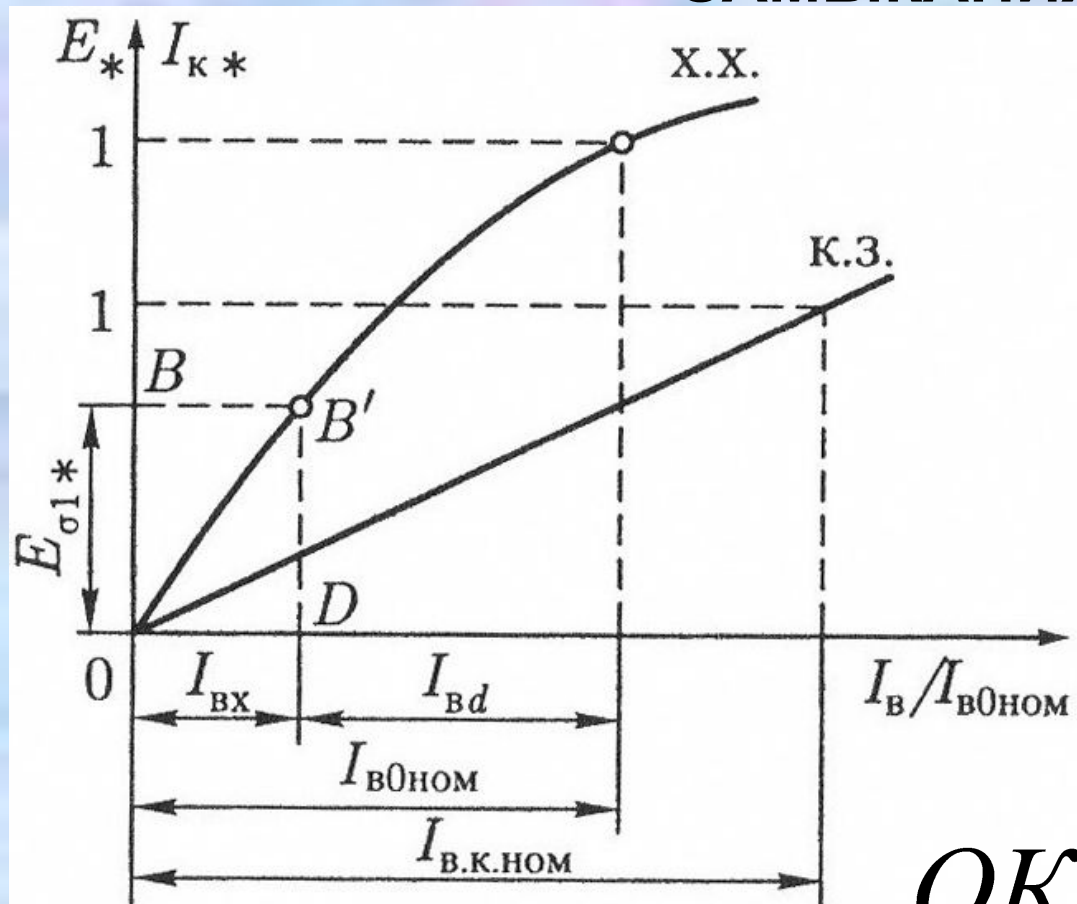


$$E_{1d} = -jI_d x_{ad}$$

$$E_{\sigma 1} = -jI_1 x_1$$

$$E_K = E_{1d} + E_{\sigma 1}$$

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕХФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ СГ



$$E_* = E_0 / U_{1\text{ном}}; I_{к*} = I_{к} / I_{к.\text{ном}}$$

отрезок $OB - E_{\sigma 1*} = -jI_1 x_1 / U_{1\text{ном}}$

$I_{вх}$ – ток возбуждения, необходимый для компенсации падения напряжения

$I_{вd}$ – ток возбуждения, компенсирующий продольно-размагничивающую реакцию якоря

$$OKЗ = I_{в0\text{ном}} / I_{в.к.\text{ном}}$$

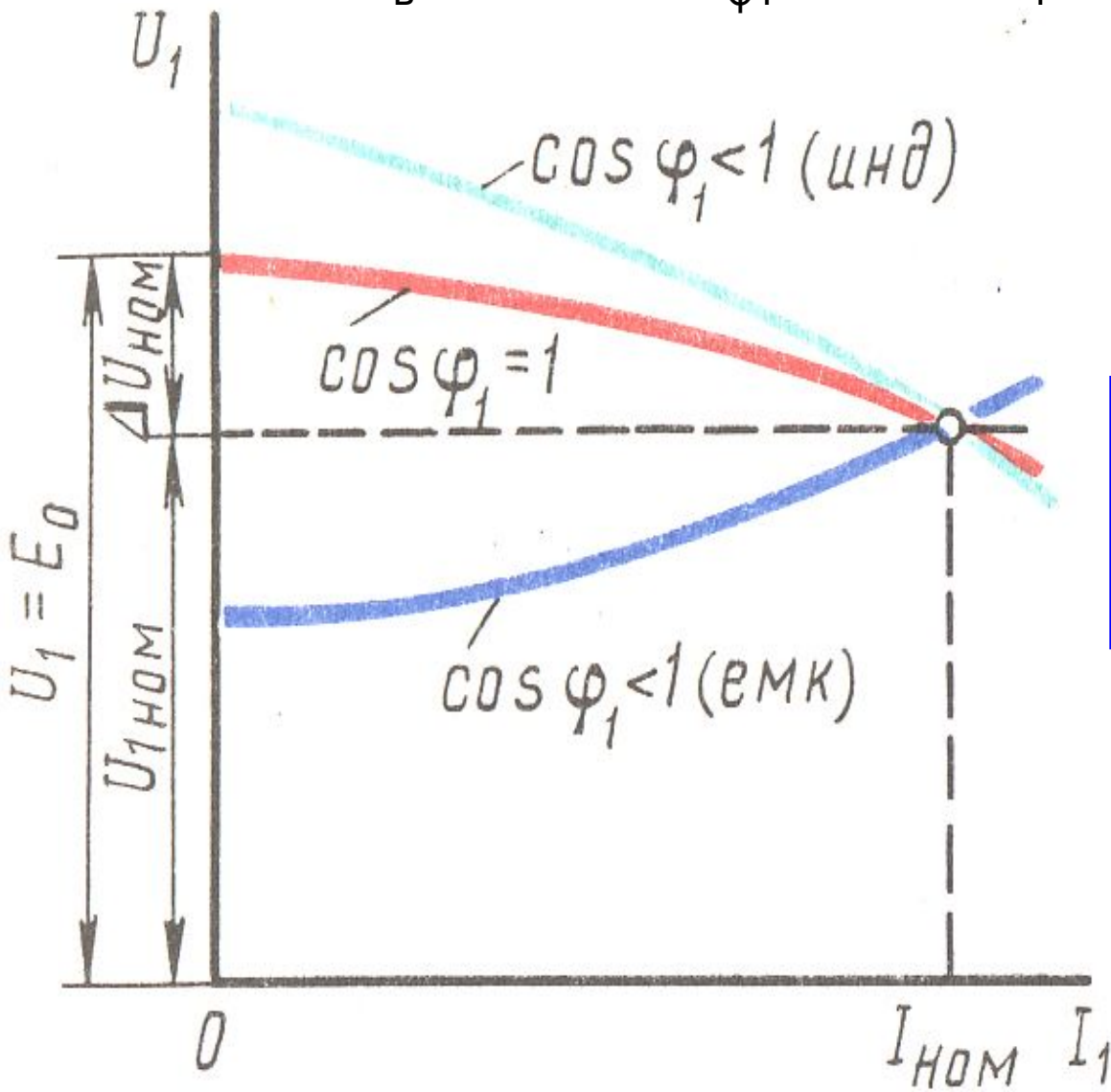
$I_{в0\text{ном}}$ – ток возбуждения, соответствующий номинальному напряжению при ХХ

$I_{в.к.\text{ном}}$ – ток возбуждения, соответствующий номинальному току статора при опыте КЗ

ВНЕШНЯЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СГ

$$U_1 = f(I_1)$$

$$I_B = \text{const}; \cos \varphi_1 = \text{const}; n_1 = n_{\text{НОМ}} = \text{const.}$$



Номинальное изменение
напряжения (%):

$$\Delta U_{\text{НОМ}} = \frac{E_0 - U_{1\text{НОМ}}}{U_{1\text{НОМ}}}$$

РЕГУЛИРОВОЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СГ

$$I_B = f(I_1)$$

$$U_1 = U_{\text{НОМ}} = \text{const}; n_1 = n_{\text{НОМ}} = \text{const} \text{ и } \cos \varphi_1 = \text{const}$$

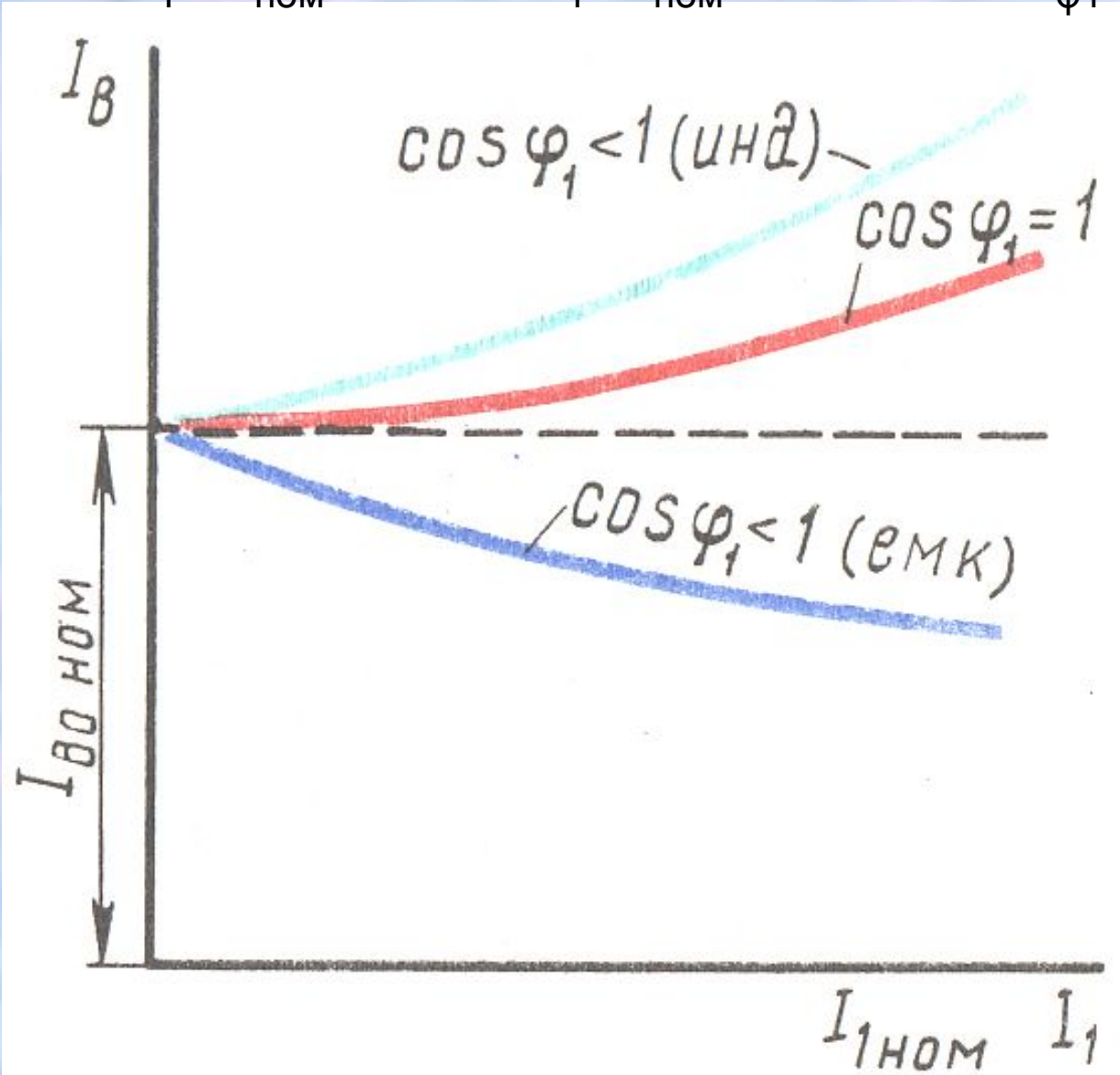


ДИАГРАММА ПОТЪЕ

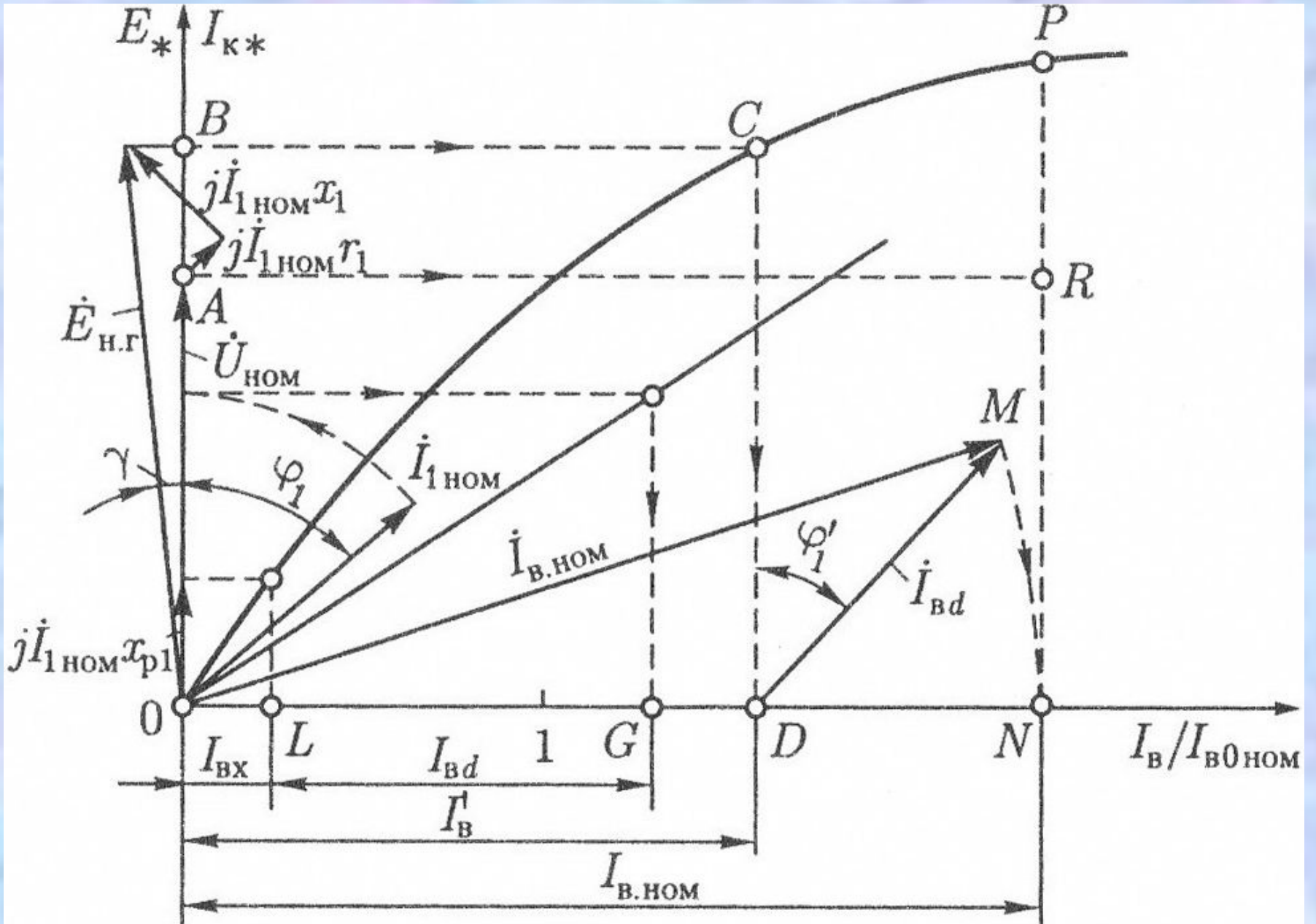
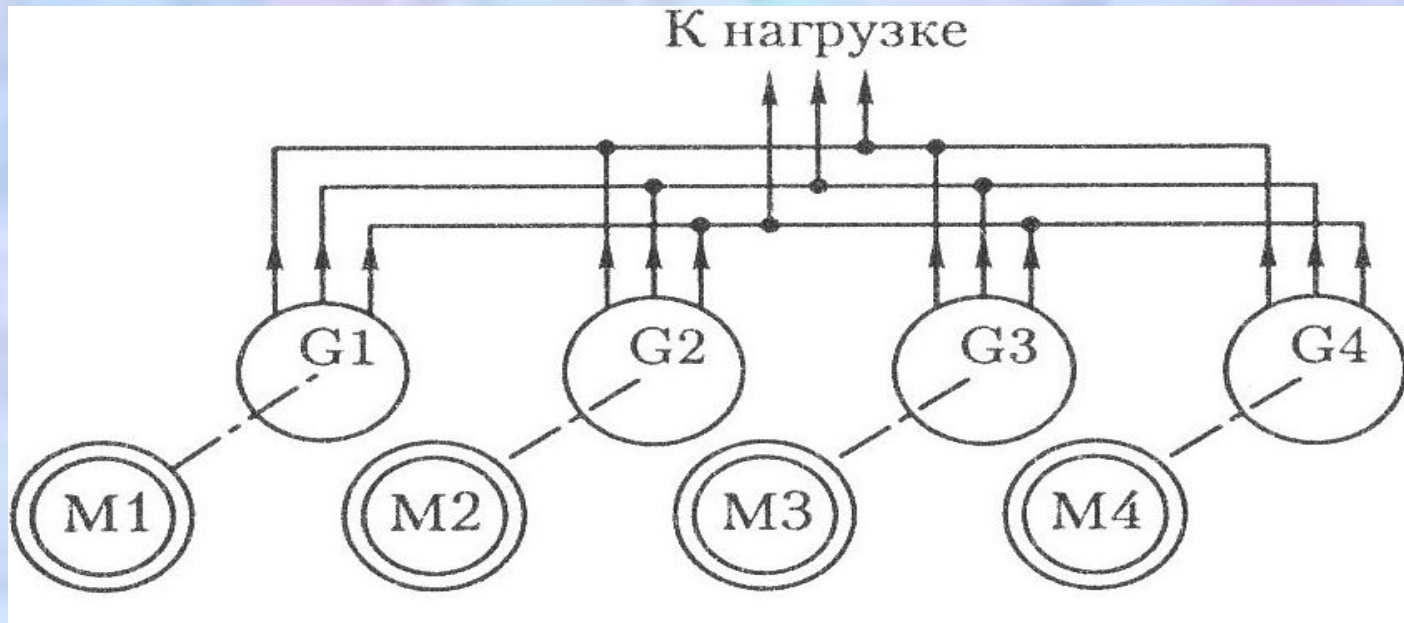


ДИАГРАММА ПОТЬЕ

ПОРЯДОК ПОСТРОЕНИЯ

1. Строится хар-ка ХХ и КЗ в одних осях координат;
2. По оси ординат откладывают вектор номинального напряжения $OA=U_{1ном}$, а под углом φ к нему вектор тока якоря $I_{1ном}$;
3. Суммируются вектор $U_{1ном}$ и векторы падения напряжения: на индуктивном сопротивлении рассеяния фазы обмотки якоря $I_{1ном} X_1$ и на активном сопротивлении $I_{1ном} r_1$ и находится ЭДС нагруженного генератора - $E_{нг}$.
4. Переносим точку В на хар-ку ХХ (в точку С), проведем ординату CD. Полученный отрезок OD определяет ток возбуждения I'_B , необходимый для создания ЭДС нагруженного генератора $E_{нг}$.
5. Для учета E_{1d} определим ток в обмотке возбуждения $I_{bd}=DM$.
6. Отрезок OM – ток возбуждения необходимый для обеспечения заданного режима работы СГ.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА СГ



Преимущества:

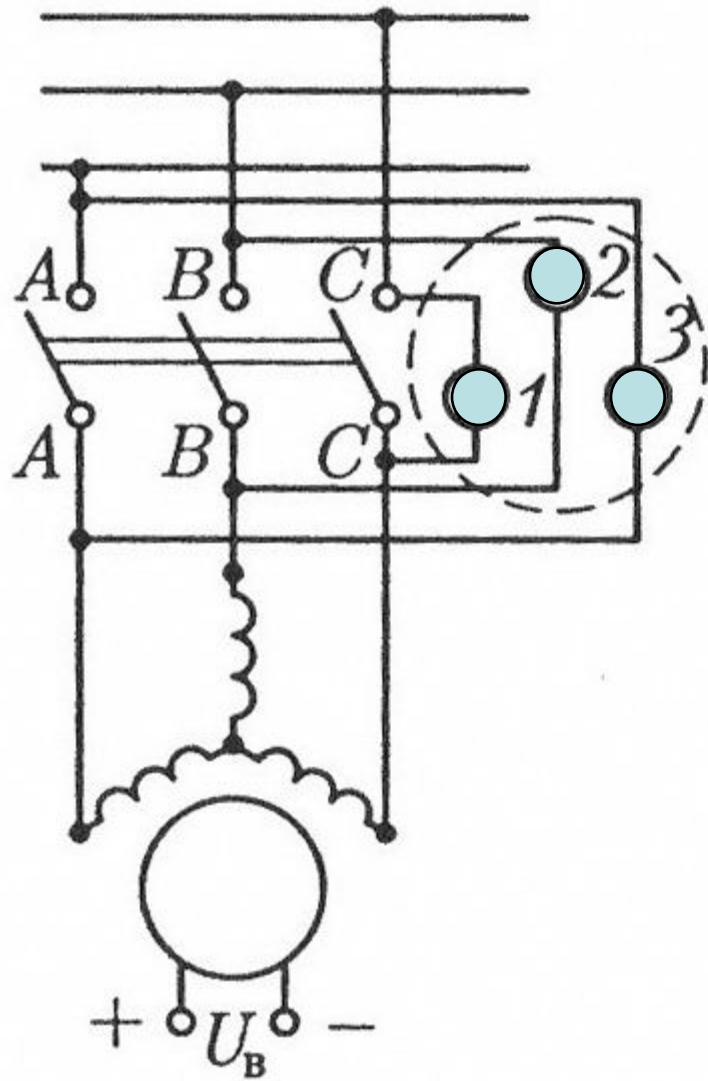
- А) обеспечение бесперебойного энергоснабжения в случае аварии на какой-либо энергетической установке или отключении ее для ремонта;
- Б) при работе электростанции с переменным графиком нагрузки – появляется возможность отключить часть энергоустановок, с тем, чтобы оставшиеся установки работали с нагрузкой, близкой к номинальной с более высоким КПД.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА СГ

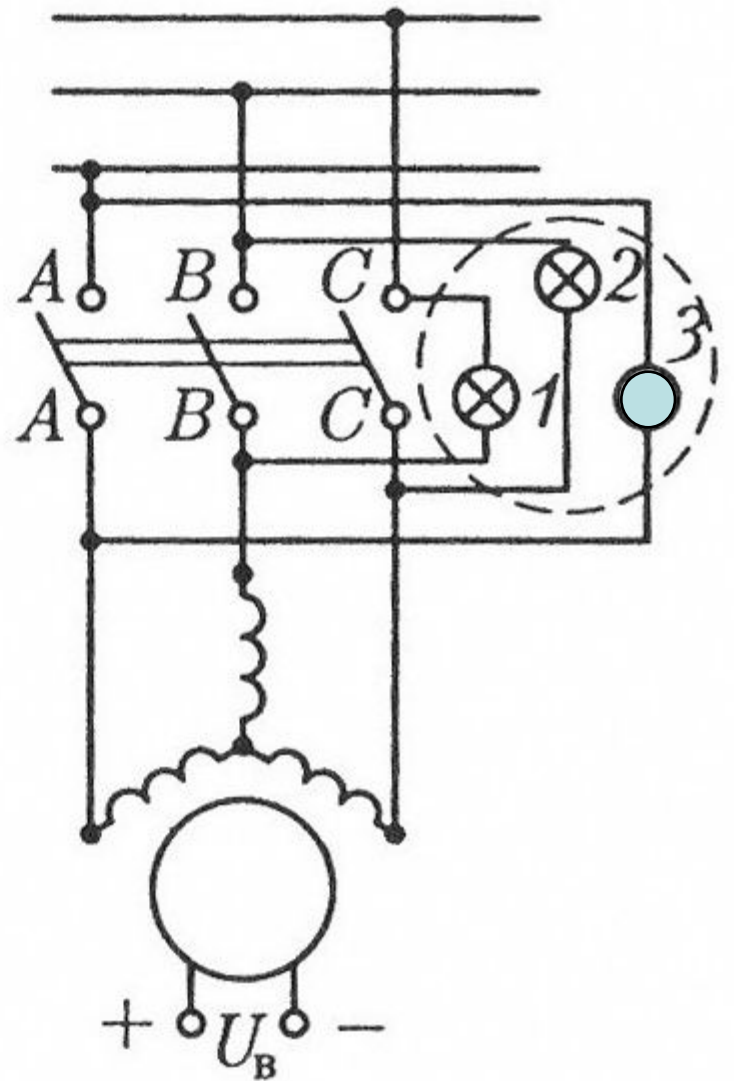
При включении СГ в сеть на параллельную работу необходимо соблюдать условия:

1. ЭДС генератора E_0 в момент подключения его к сети должна быть равна напряжению сети ($E_0 = U_1$)
2. Частота ЭДС генератора f_r должна быть равна частоте переменного тока сети f_c
3. Порядок следования фаз на выводах генератора должна быть таким же, что и на зажимах сети

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА СГ СПОСОБ ТОЧНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ



a



б

УГЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГ

Угловой характеристикой активной мощности СМ называется зависимость $P=f(\theta)$ при $E=\text{const}$ и $U=\text{const}$.

$$r_a = 0 \quad \varphi = \psi - \theta$$

$$P = mUI \cos \varphi = m UI \cos(\psi - \theta) = mUI(\cos \psi \cos \theta + \sin \psi \sin \theta) =$$

$$= mU(I_q \cos \theta + I_d \sin \theta)$$

$$I_d = \frac{E - U \cos \theta}{x_d}$$

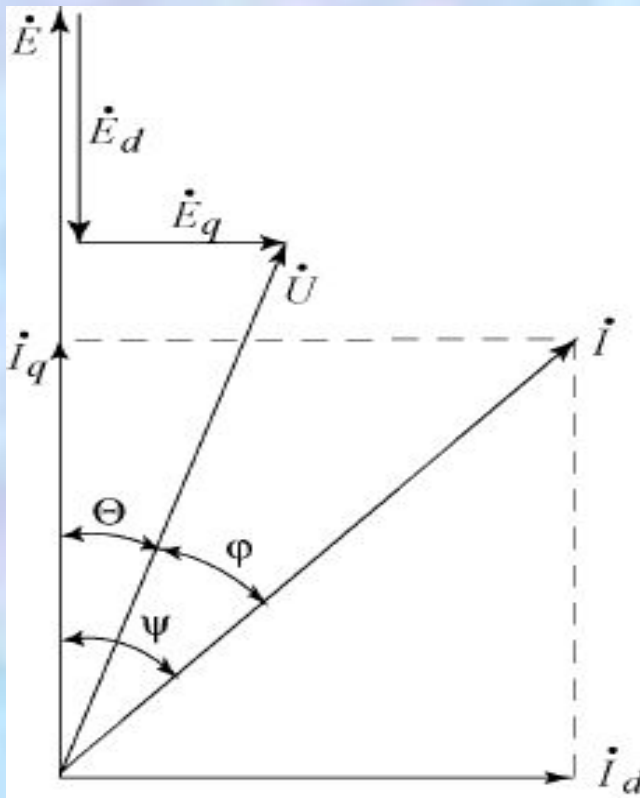
$$I_q = \frac{U \sin \theta}{x_q}$$

неявнополюсный СГ :

$$P_H = (m_1 U_1 E_1 \sin \theta) / x_c$$

явнополюсный СГ:

$$P_{\text{я}} = \frac{mEU}{x_d} \sin \theta + \frac{mU^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta$$



УГЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГ

Для получения выражений электромагнитных моментов надо выражения мощности разделить на угловую частоту вращения ω :

$$M = P / \Omega = pP / \omega$$

Неявнополюсный СГ:

$$M_H = \frac{P_{эм.н}}{\omega} = \frac{m_1 U_1 E_0}{\omega x_c} \sin \Theta$$

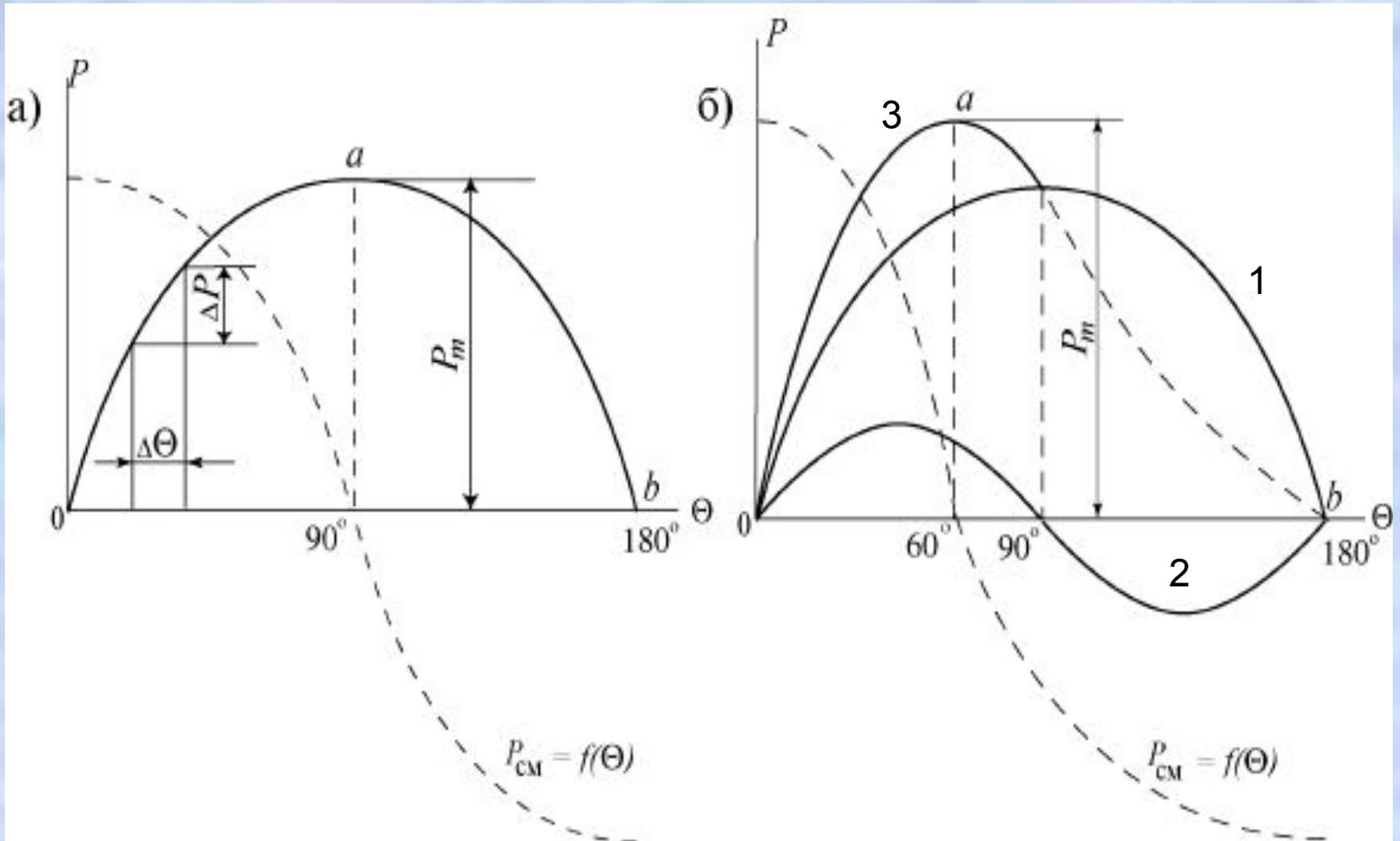
$$P_H = (m_1 U_1 E_1 \sin \Theta) / x_c$$

Явнополюсный СГ:

$$M_я = \frac{P}{\omega} = \frac{mEU}{\omega x_d} \sin \Theta + \frac{mU^2}{2\omega} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\Theta$$

$$P_я = \frac{mEU}{x_d} \sin \Theta + \frac{mU^2}{2} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\Theta$$

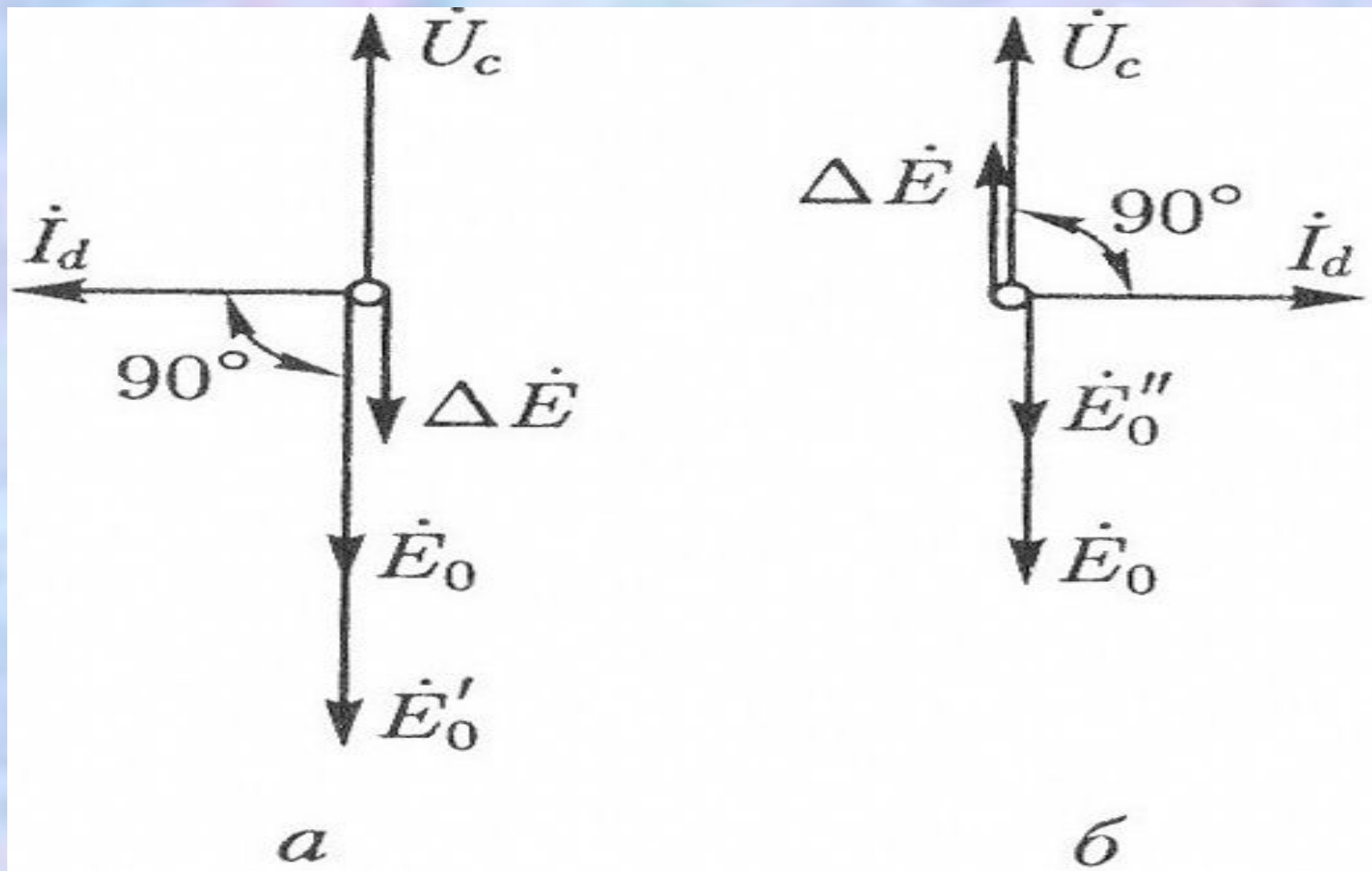
УГЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГ



Неявнополюсный СГ:

Явнополюсный СГ:

U-ОБРАЗНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГ



При перевозбуждении СГ
(увеличение тока возбуждения)

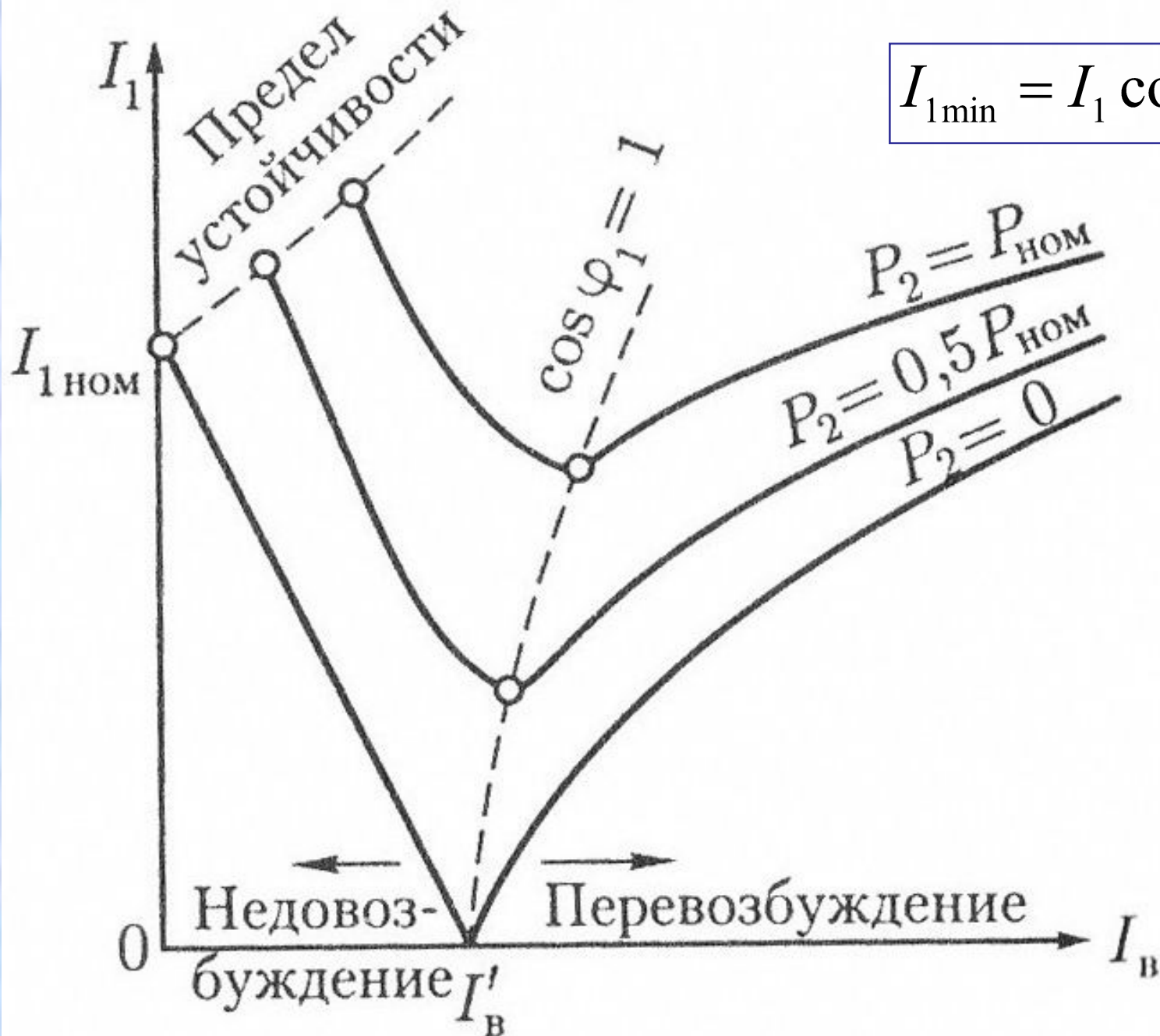
$$\Delta E = E_0' - U_c$$

При недовозбуждении СГ
(уменьшение тока возбуждения)

$$\Delta E = U_c - E_0''$$

U-ОБРАЗНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГ

$$I_{1\min} = I_1 \cos \varphi_1 = I_q$$



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**