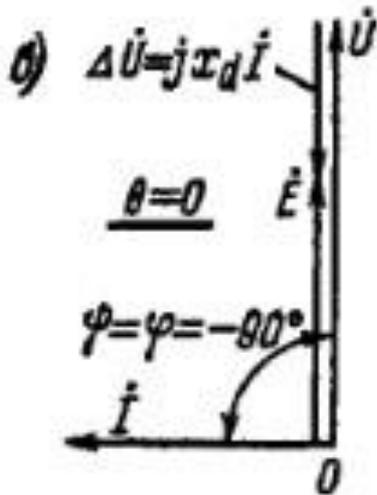
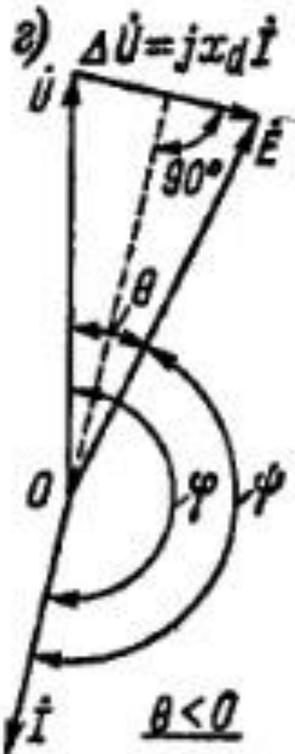
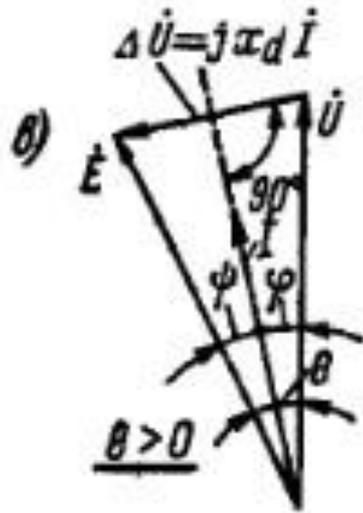
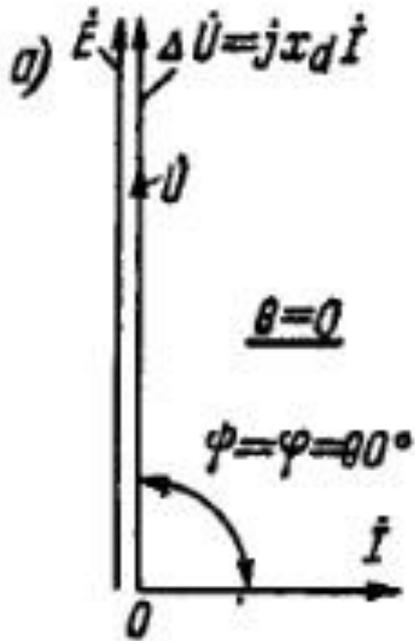


# **Модели генераторов в расчетах УР**



$$\dot{I} = \frac{\dot{E} - U}{jx_d} = \frac{\Delta \dot{U}}{jx_d}$$

$$-90^\circ \leq \phi < 90^\circ$$

$$P = UI \cos \phi > 0$$

$$90^\circ \leq \phi < 270^\circ$$

$$P = UI \cos \phi < 0$$

Изменение тока возбуждения синхронной машины вызовет в ней только реактивные токи или изменение реактивного тока и реактивной мощности. При  $E > U$  синхронная машина называется перевозбужденной, а при  $E < U$  — недовозбужденной. При равенстве активной мощности нулю перевозбужденная синхронная машина по отношению к сети эквивалентна емкости, а недовозбужденная — индуктивности.

# PQ-генератор

Нерегулируемый генератор с заданными значениями генерации активной и реактивной мощности, не зависящими от напряжения в узле (от режима сети). Свободными параметрами режима генераторного узла, которые определяются расчетом, являются модуль и угол напряжения в узле, т. е. вектор напряжения.

# PU-генератор

Регулируемый генератор с заданными уставками активной мощности и модуля напряжения в узле. Активная мощность генератора постоянна и не зависит от режима сети. Для поддержания заданного модуля напряжения изменяется реактивная мощность генератора в пределах регулировочного диапазона. Свободными параметрами режима являются реактивная мощность генератора и угол напряжения узла. При выходе на ограничения по реактивной мощности фиксируется ее граничное значение, свободными параметрами режима становятся модуль и угол напряжения. PU-генераторы участвуют в сведении баланса реактивной мощности в

# РEq-генератор

Регулируемый генератор с заданными уставками активной мощности и модуля напряжения в узле, участвует в регулировании баланса реактивной мощности в схеме.

Реальный режим работы генератора отражает *PV*-модель, так как можно считать, что напряжение на выводах генератора поддерживается почти неизменным за счет действия автоматического регулятора возбуждения (АРВ), а активная мощность определяется нагрузкой турбины и от электрического режима не зависит.

Фиксация заданного модуля напряжения системой АРВ обеспечивается соответствующей выработкой или потреблением реактивной мощности генератором.

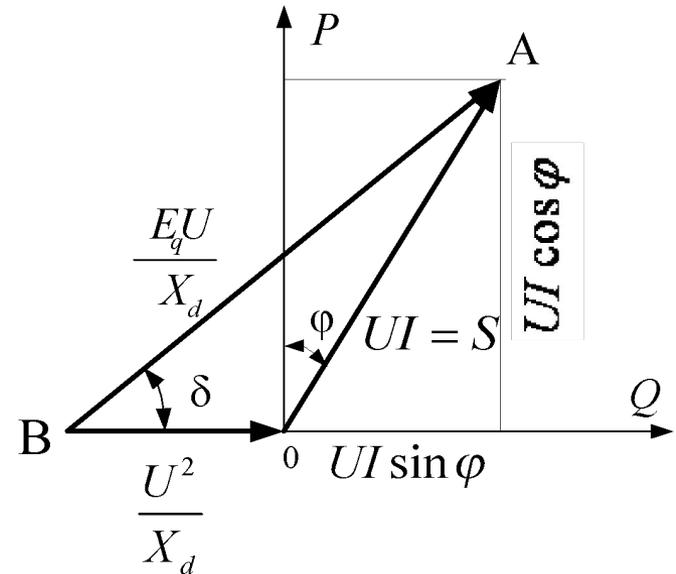
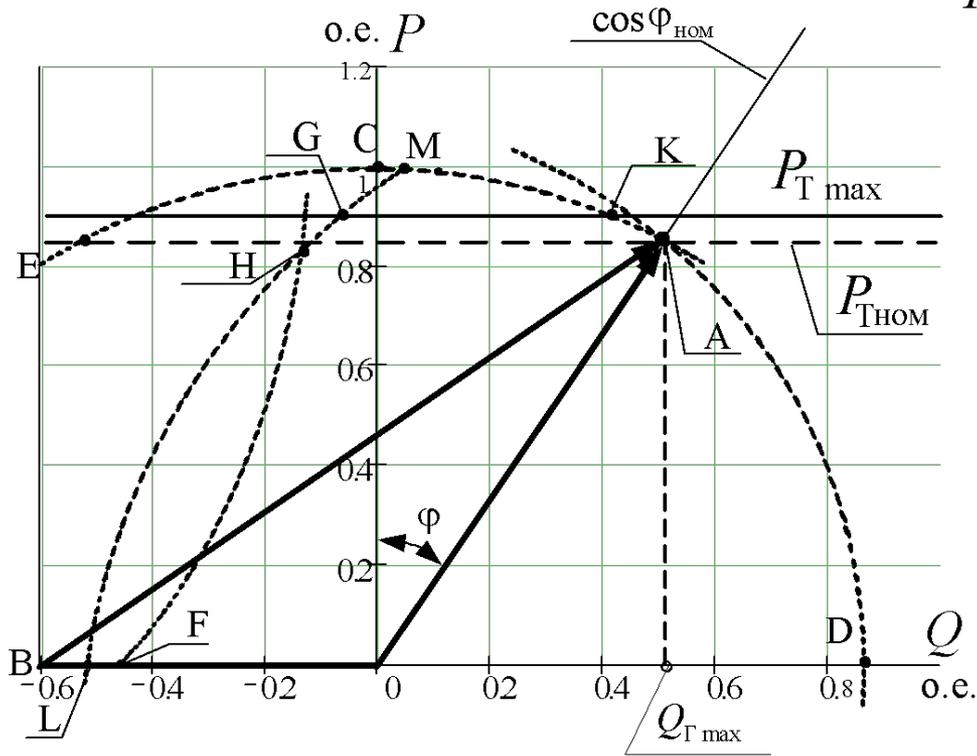
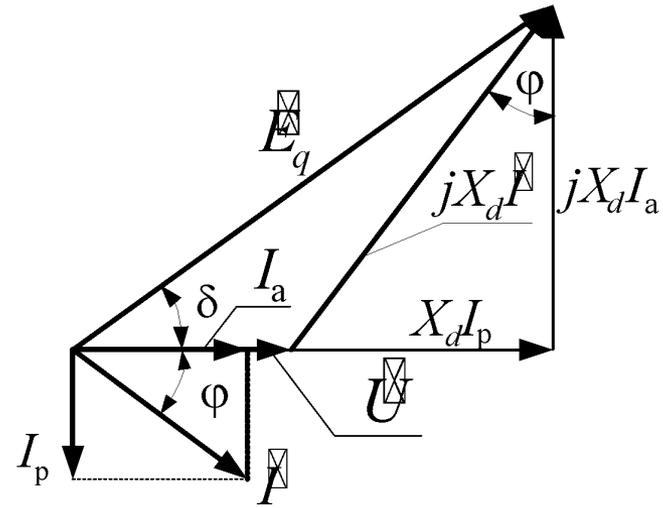
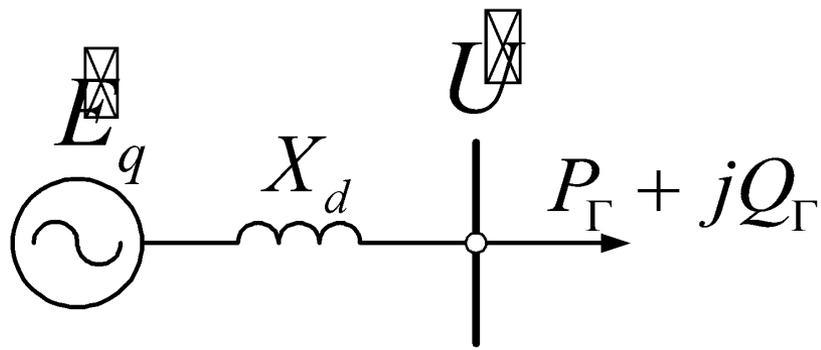
Режим поддержания заданного напряжения при определенной активной мощности возможен лишь до тех пор, пока не будут достигнуты предельные значения:

- по току статора,
- для предотвращения перегрева торцевых зон обмотки статора.

$$I_{\tilde{A}} \leq I_{\hat{i}}$$

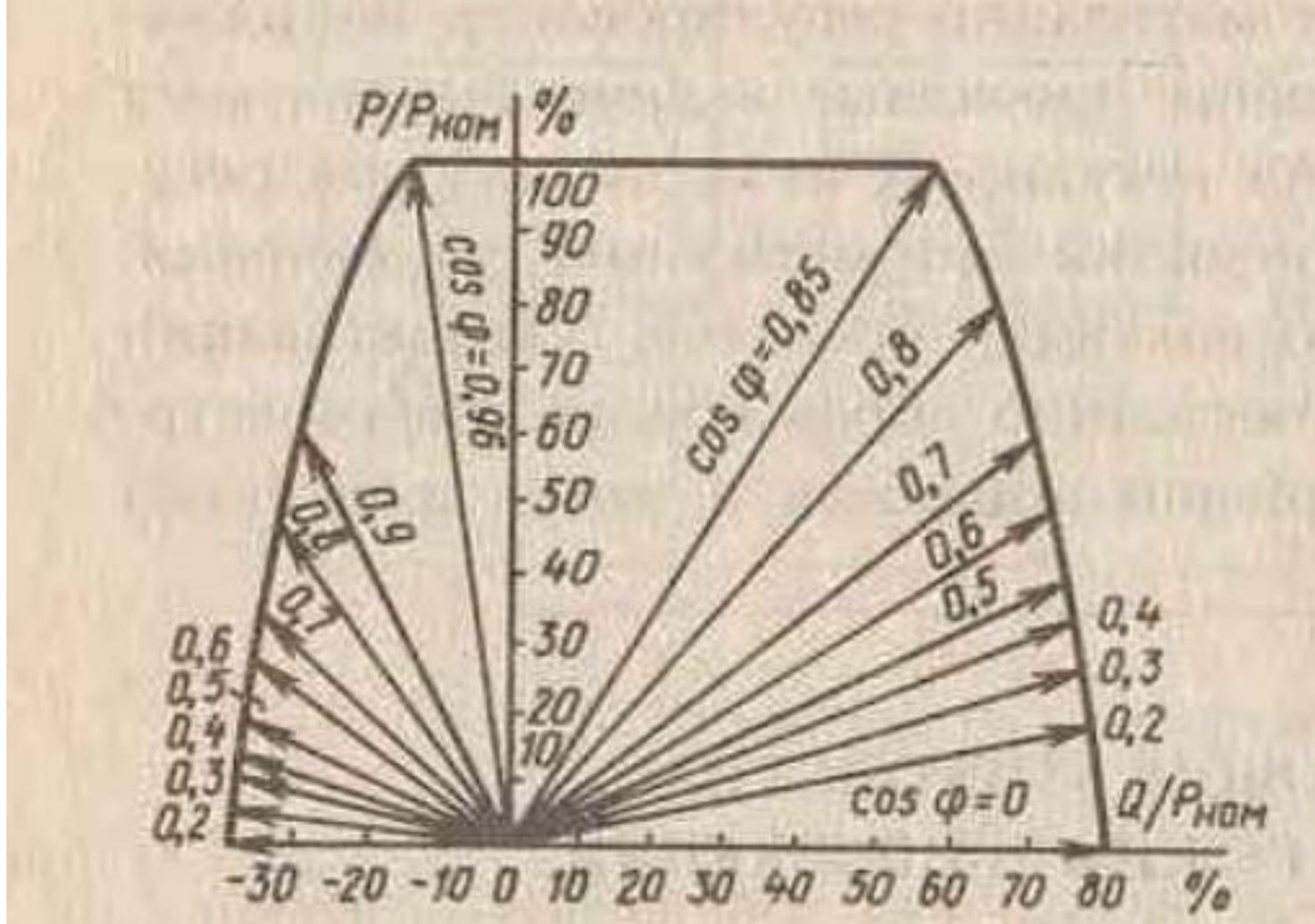
- для предотвращения нарушения устойчивости при глубоком снижении тока возбуждения по внутреннему пределу статической устойчивости генератора.

$$I_{f \min} \leq I_f \leq I_{f \hat{i}}$$



невозбуждение

перевозбуждение



**Диаграмма ограничений выдачи и потребления реактивной мощности для турбогенератора**

$$E_q = \frac{U_\Gamma^4 + Q_\Gamma \cdot U_\Gamma^2 \cdot (X_d + X_q) + (P_\Gamma^2 + Q_\Gamma^2) \cdot X_d \cdot X_q}{U_\Gamma \cdot \sqrt{U_\Gamma^4 + 2 \cdot Q_\Gamma \cdot U_\Gamma^2 \cdot X_q + (P_\Gamma^2 + Q_\Gamma^2) \cdot X_q^2}}$$

$$P_{\tilde{a}} = \frac{E_q U_{\tilde{a}}}{X_d} \sin \delta_{\tilde{a}} + \frac{U_{\tilde{a}}^2}{2} \frac{X_d - X_q}{X_d X_q} \sin 2\delta_{\tilde{a}}$$

$$Q_{\tilde{a}} = \frac{E_q U_{\tilde{a}}}{X_d} \sin \delta_{\tilde{a}} + \frac{U_{\tilde{a}}^2}{2} \frac{X_d - X_q}{X_d X_q} \cos 2\delta_{\tilde{a}} - \frac{U_{\tilde{a}}^2}{2} \frac{X_d + X_q}{X_d X_q}$$

$$E_q = \frac{\sqrt{\left(U_{\tilde{a}}^2 + Q_{\tilde{a}} \cdot X_d\right)^2 + P_{\tilde{a}}^2 \cdot X_d^2}}{U_{\tilde{a}}}$$

$$P_{\tilde{a}} = \frac{E_q U_{\tilde{a}}}{X_d} \sin \delta_{\tilde{a}} \quad Q_{\tilde{a}} = \frac{E_q U_{\tilde{a}}}{X_d} \cos \delta_{\tilde{a}} - \frac{U_{\tilde{a}}^2}{X_d}$$

$$I_{\tilde{A}} = \frac{\sqrt{P_{\tilde{A}}^2 + Q_{\tilde{A}}^2}}{\sqrt{3}U_{\tilde{A}}} \quad Q_{\tilde{a} \max}^{(I)} = \sqrt{S_{\tilde{a} \hat{i} \ddot{i}}^2 - P_{\tilde{a}}^2}$$

$$Q_{\tilde{a} \max}^{(I)} = S_{\hat{i} \hat{i}} \sqrt{\frac{S_{\hat{a} \hat{i}}^2}{S_{\hat{i} \hat{i}}} - \frac{P_{\tilde{a}}^2}{S_{\hat{i} \hat{i}}}}$$

$$Q_{\Gamma \max}^{(I)} = S_{\text{НОМ}} \cdot \sqrt{K_I^2 \cdot \left(\frac{U_{\Gamma}}{U_{\text{НОМ}}}\right)^2 - \left(\frac{P_{\Gamma}}{P_{\text{НОМ}}}\right)^2 \cdot \cos \varphi_{\text{НОМ}}}$$

$$Q_{\tilde{A} \max}^{(E)} = \frac{E_{q \hat{a} \hat{i}} U_{\tilde{A}}}{X_d} \cos \delta_{\tilde{a}} - \frac{U_{\tilde{A}}^2}{X_d} P_{\Gamma} = \frac{E_{\varrho \varnothing n} \cdot U}{X_d} \cdot \sin \delta_{\Gamma}$$

$$\cos \delta_{\tilde{A}} = \sqrt{1 - \sin^2 \delta_{\tilde{A}}} = \sqrt{1 - \left( \frac{P_{\tilde{A}} \tilde{O}_d}{E_{q\hat{a}\hat{i}} U_{\tilde{A}}} \right)^2}$$

$$\cos \delta_{\tilde{A}} = \sqrt{1 - \sin^2 \delta_{\tilde{A}}} = \sqrt{1 - \left( \frac{P_{\tilde{A}} \tilde{O}_d}{E_{q\hat{a}\hat{i}} U_{\tilde{A}}} \right)^2}$$

$$I_{\check{\delta} \min} = I_{\check{\delta} \min}^{(0)} - KI_a$$

$$\frac{Q_{\tilde{A} \min}}{U_{\tilde{A}}} = \frac{Q_{\tilde{A} \min(0)}}{U_{\hat{i} \hat{i} \hat{i}}} - K \frac{P_{\tilde{A}}}{U_{\tilde{A}}}$$

$$Q_{\tilde{a} \min} = Q_{\tilde{a} \min(0)} \frac{U_{\tilde{a}}}{U_{\hat{i} \hat{i} \hat{i}}} - KP_{\tilde{a}}$$

$$Q_{\tilde{a} \min} = Q_{\tilde{a} \min(0)} \frac{U_{\tilde{a}}}{U_{\hat{i} \hat{i} \hat{i}}} - KP_{\tilde{a}}$$

$$K = \frac{Q_{\tilde{a} \min(0)} - Q_{\tilde{a} \min(\hat{i} \hat{i} \hat{i})}}{P_{\tilde{A} \hat{i} \hat{i} \hat{i}}}$$

$$Q_{\tilde{a} \min} = Q_{\tilde{a} \min(0)} \frac{U_{\tilde{a}}}{U_{\hat{i} \hat{i} \hat{i}}} - \left( Q_{\tilde{a} \min(0)} - Q_{\tilde{a} \min(1)} \right) \frac{P_{\tilde{a}}}{P_{\hat{i} \hat{i} \hat{i}}}$$