

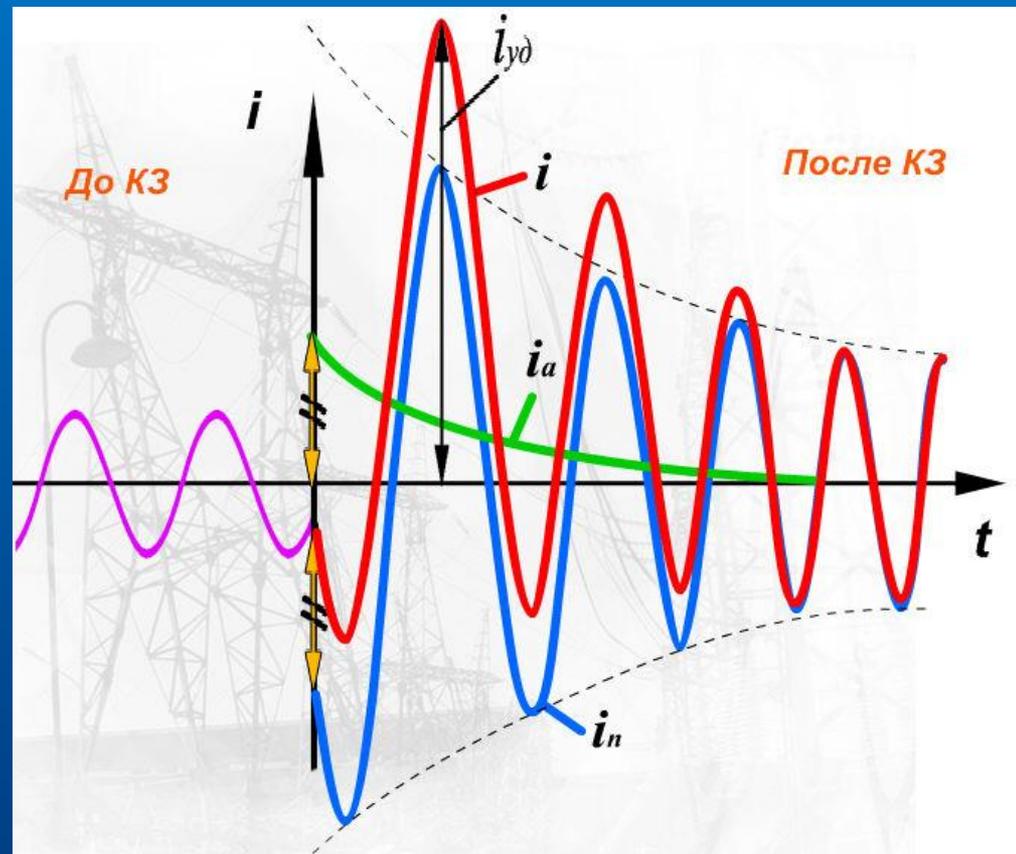
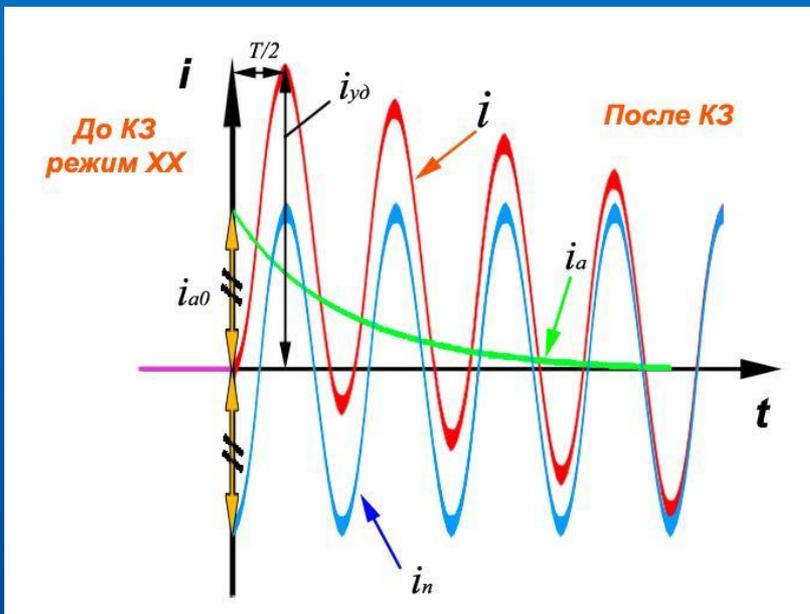
# Электромагнитные переходные процессы

## Лекция 4

Электромагнитные ПП: к.т.н, доц. Армеев Денис Владимирович  
Кафедра:

Автоматизированных электроэнергетических систем (АЭЭС II-211)

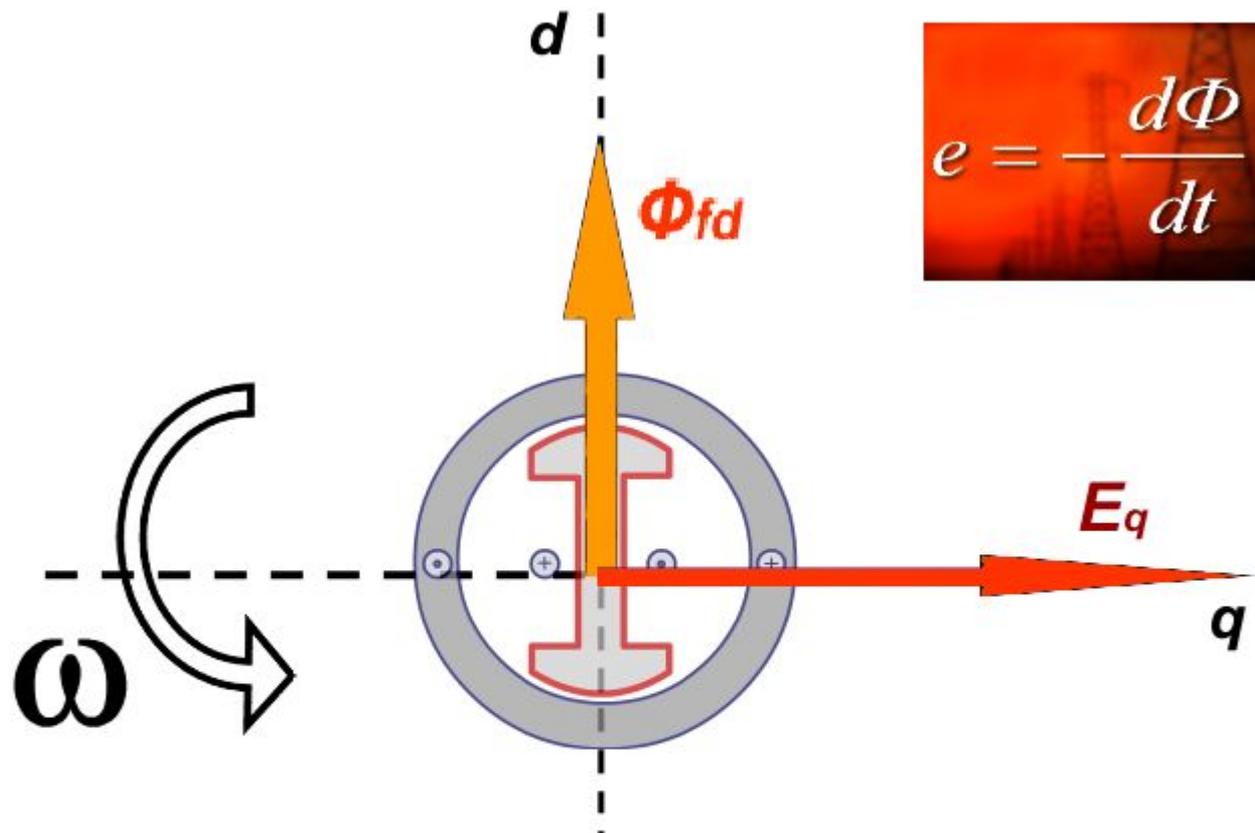




Причина изменения амплитуды периодического тока генератора  $I_{\Pi}$  кроется в изменении его э.д.с.  $E_2$  и сопротивления  $X_2$ .

При этом величина э.д.с. и сопротивления в свою очередь зависят от характера изменения магнитного потока  $\Phi$  их создающего.

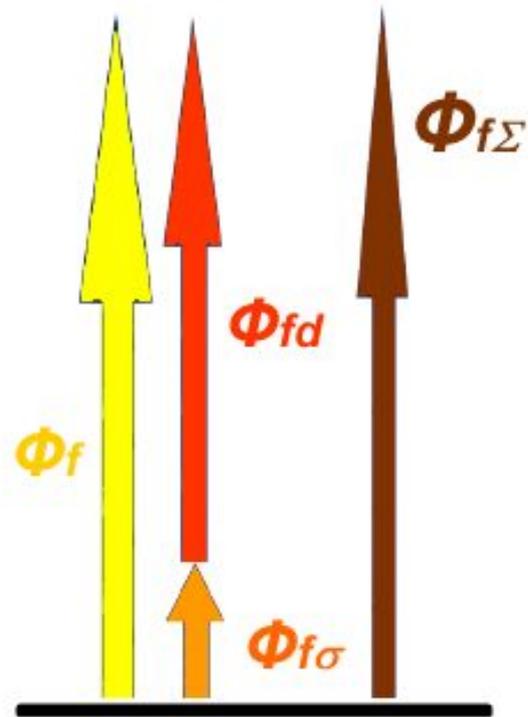
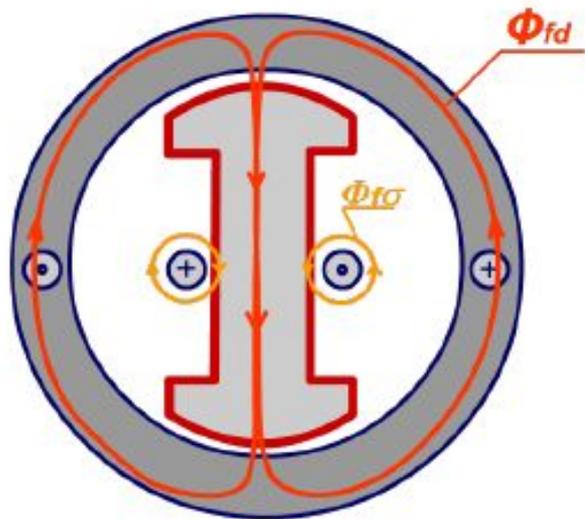
Вывод: необходимо знать картину изменения потоков С.М. для установления закона изменения ее э.д.с. и сопротивления, чтобы далее определить характер эволюции периодического тока машины в переходном процессе.



$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

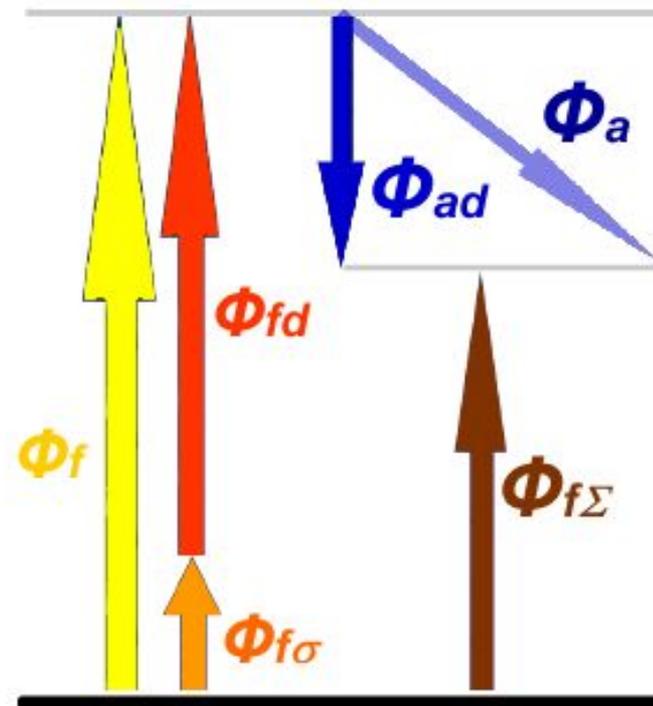
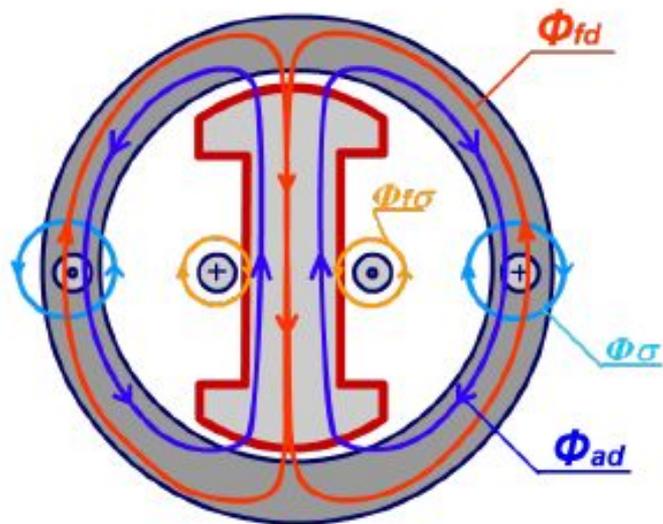
$$f_d = f \cos(\omega t + \gamma)$$

$$f_q = f \sin(\omega t + \gamma)$$

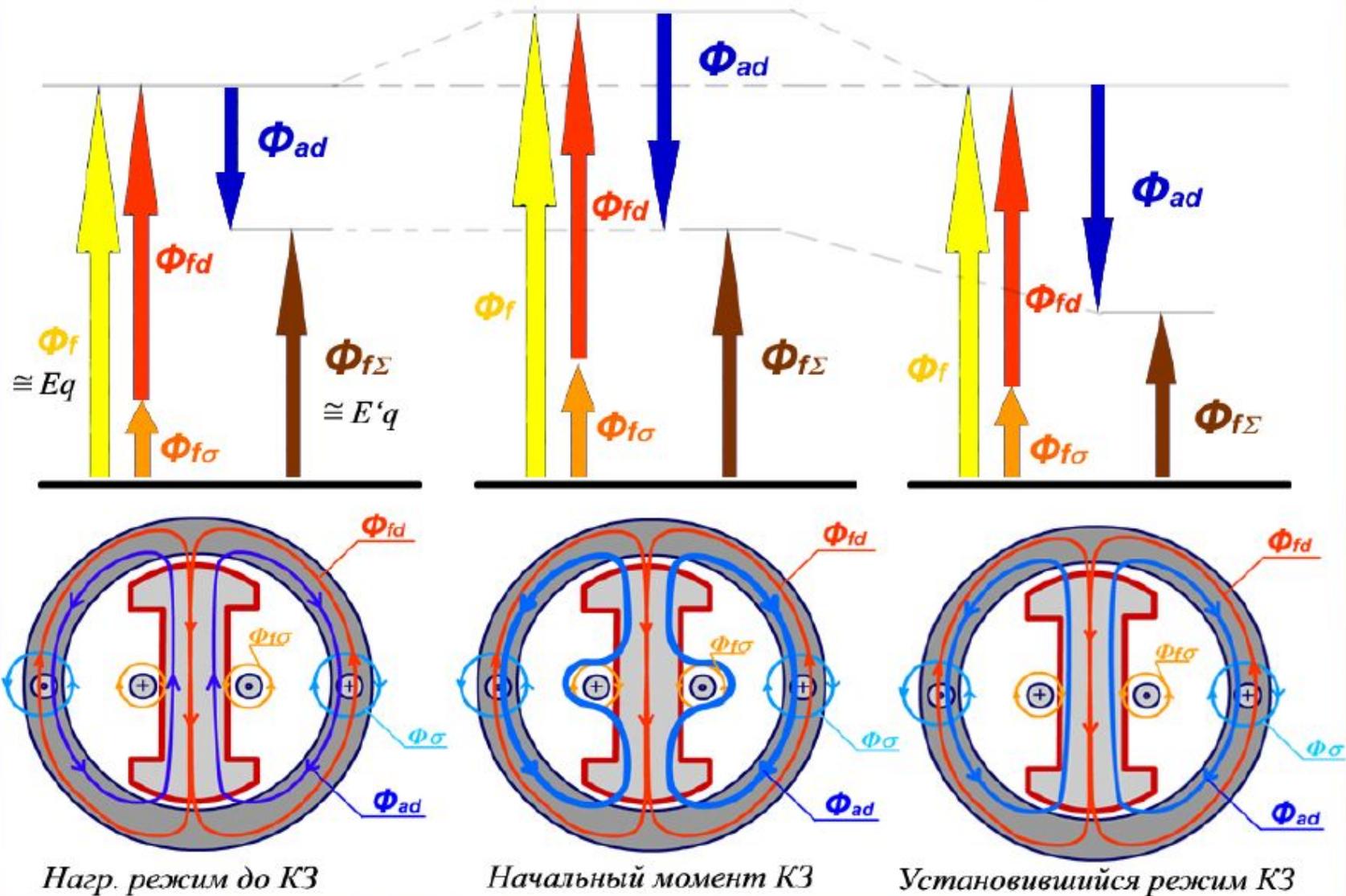


# Режим XX

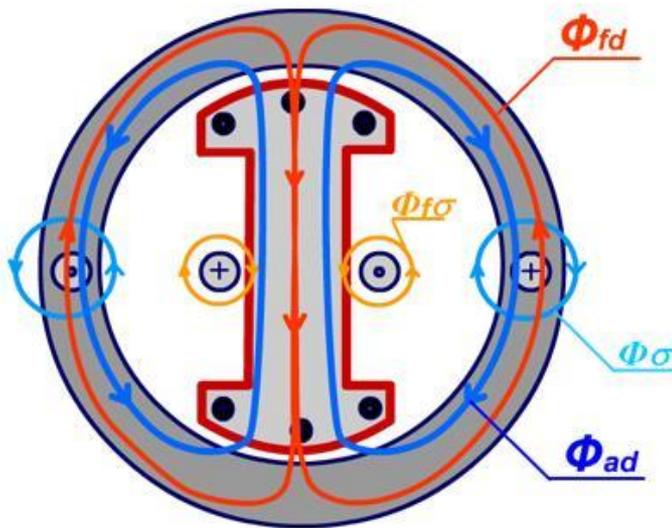
**Поток тока ротора**



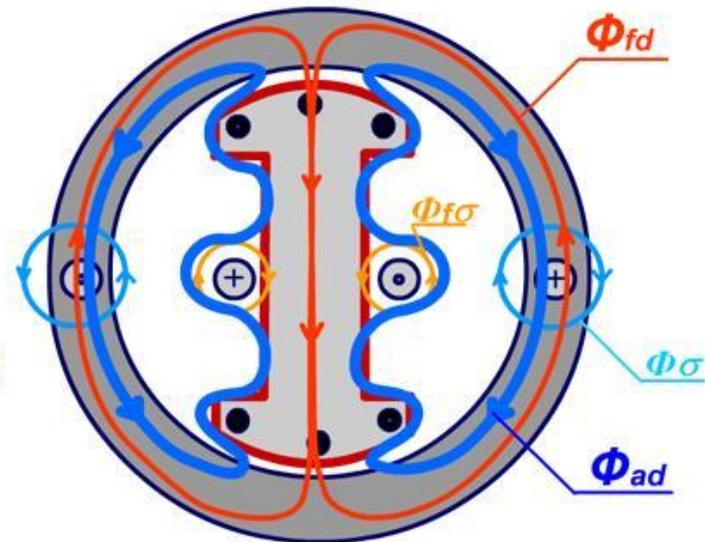
# Нагрузочный режим



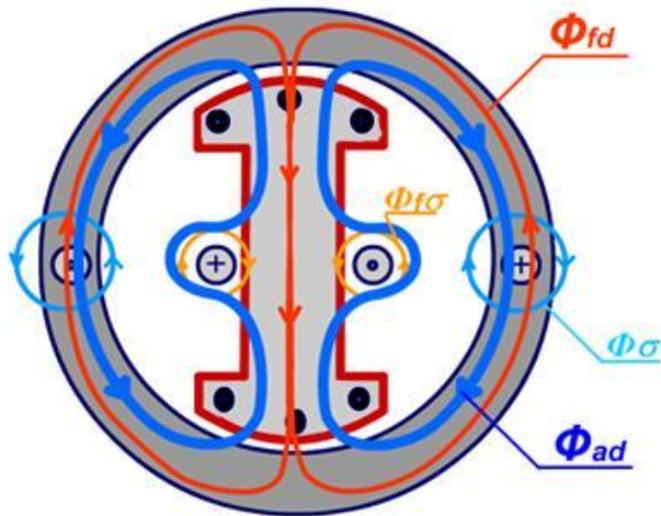
$$X_d = X_\sigma + X_{ad}$$



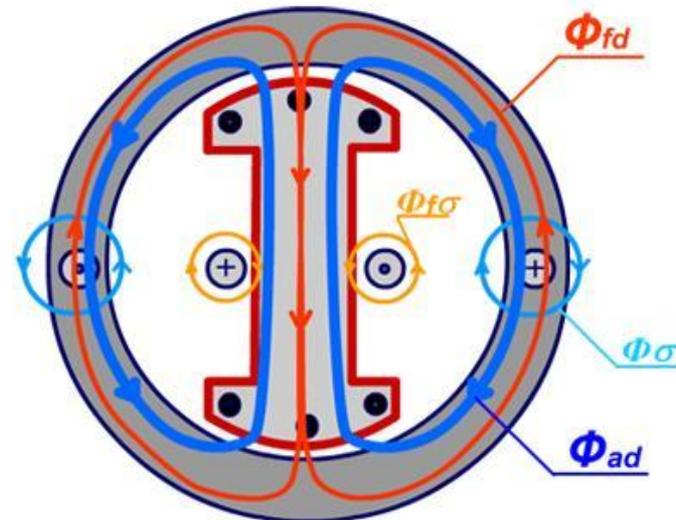
Нагр. режим до КЗ



Начальный момент КЗ  $X_2 = X''d$

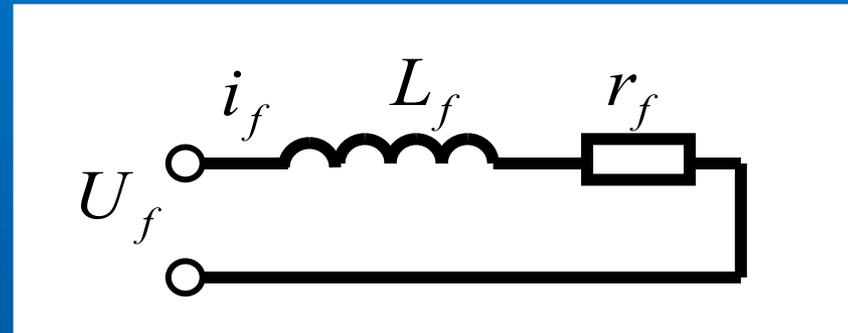


Переходной процесс  $X_2 = X'd$



Установившийся режим КЗ  $X_2 = Xd$

$$u_f = i_f r_f + L_f \frac{di_f}{dt} \quad : r_f$$



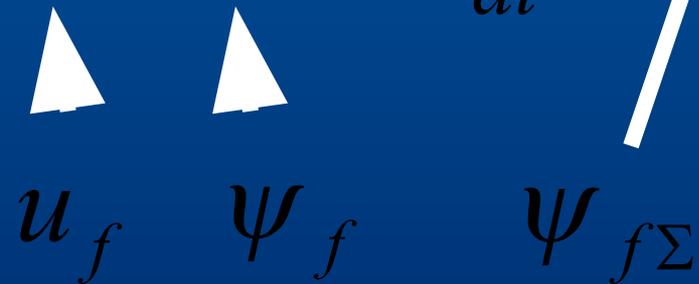
$$\frac{u_f}{r_f} = i_{fe} = i_f + \frac{L_f}{r_f} \frac{di_f}{dt} \quad * X_{ad}$$

$$T_{d0} = \frac{L_f}{r_f} = \frac{X_f}{r_f}$$

$$i_{fe} X_{ad} = i_f X_{ad} + \frac{X_{ad}}{r_f} \frac{d\psi_f}{dt}$$

$$E_{qe} = E_q + T_{d0} \frac{dE'_q}{dt}$$

$$i_{fe} X_{ad} = i_f X_{ad} + \frac{X_{ad}}{r_f} \frac{X_f}{X_f} \frac{d\psi_f}{dt}$$



$$E_{qe} = E_q + \frac{X_{ad}}{r_f} \frac{X_f}{X_f} \frac{d\psi_f}{dt}$$



Д.У. э.д.с. С.М.

$$E_{qe} = E_q + T_{d0} \frac{dE'_q}{dt}$$

или

$$E_{qe} = E_q + T'_d \frac{dE_q}{dt}$$

$$\frac{E'_q}{E_q} = \frac{X'_d}{X_d};$$

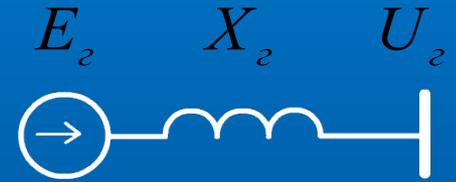
$$T'_d = T_{d0} \frac{X'_d}{X_d};$$

$$E'_q = E_q \frac{X'_d}{X_d};$$

Решение может быть получено в виде:

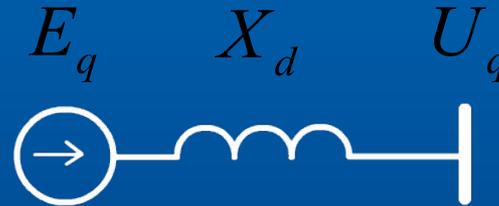
$$E_q(t) = E_{q\infty} + (E_{q0+} - E_{q\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$

# КЗ на шинах генератора



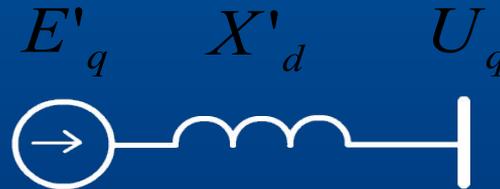
Для уст. режима:

$$U_q = E_q - jX_d I_d$$



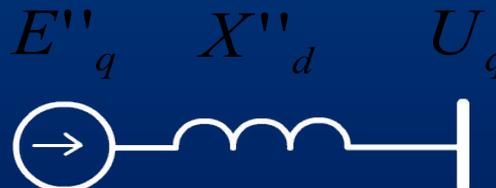
Для переход. режима:

$$U_q = E'_q - jX'_d I_d$$

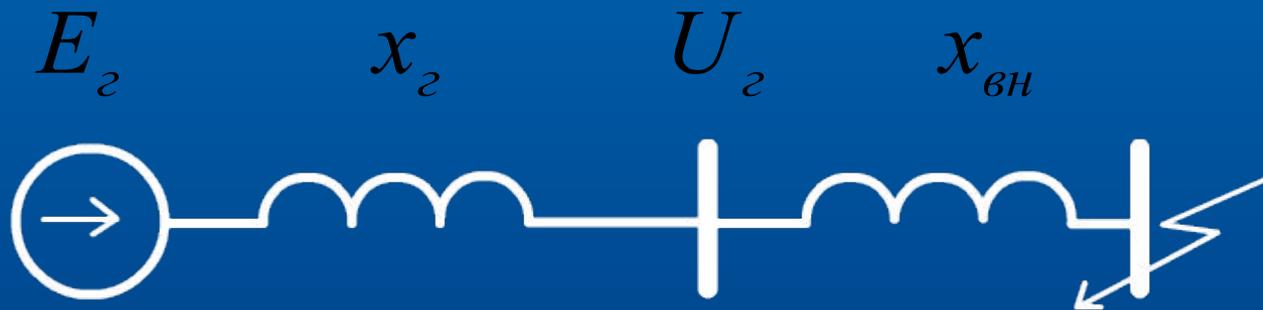


При наличии успокоительной обмотки  
для определения сверхпереходного тока:

$$U_q = E''_q - jX''_d I_d$$



# КЗ за внешним сопротивлением



$$x_{d\Sigma} = x_d + x_{BH}$$

$$x'_{d\Sigma} = x'_d + x_{BH}$$

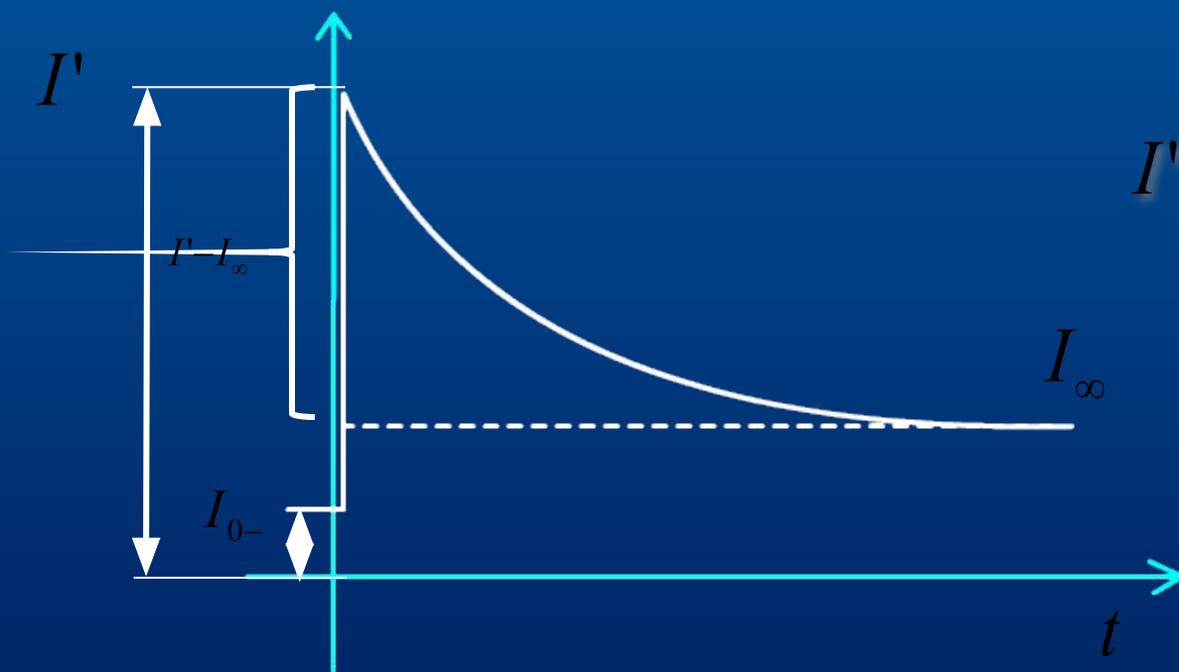
$$x''_{d\Sigma} = x''_d + x_{BH}$$

$$E_q(t) = E_{q\infty} + (E_{q0+} - E_{q\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$



$$I(t) = I_{\infty} + (I' - I_{\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$

закон изменения  
периодического тока С.М.



$I_{0-}$  Ток предшествующего режима

$I' = I_{0+}$  Начальное значение переходного тока КЗ

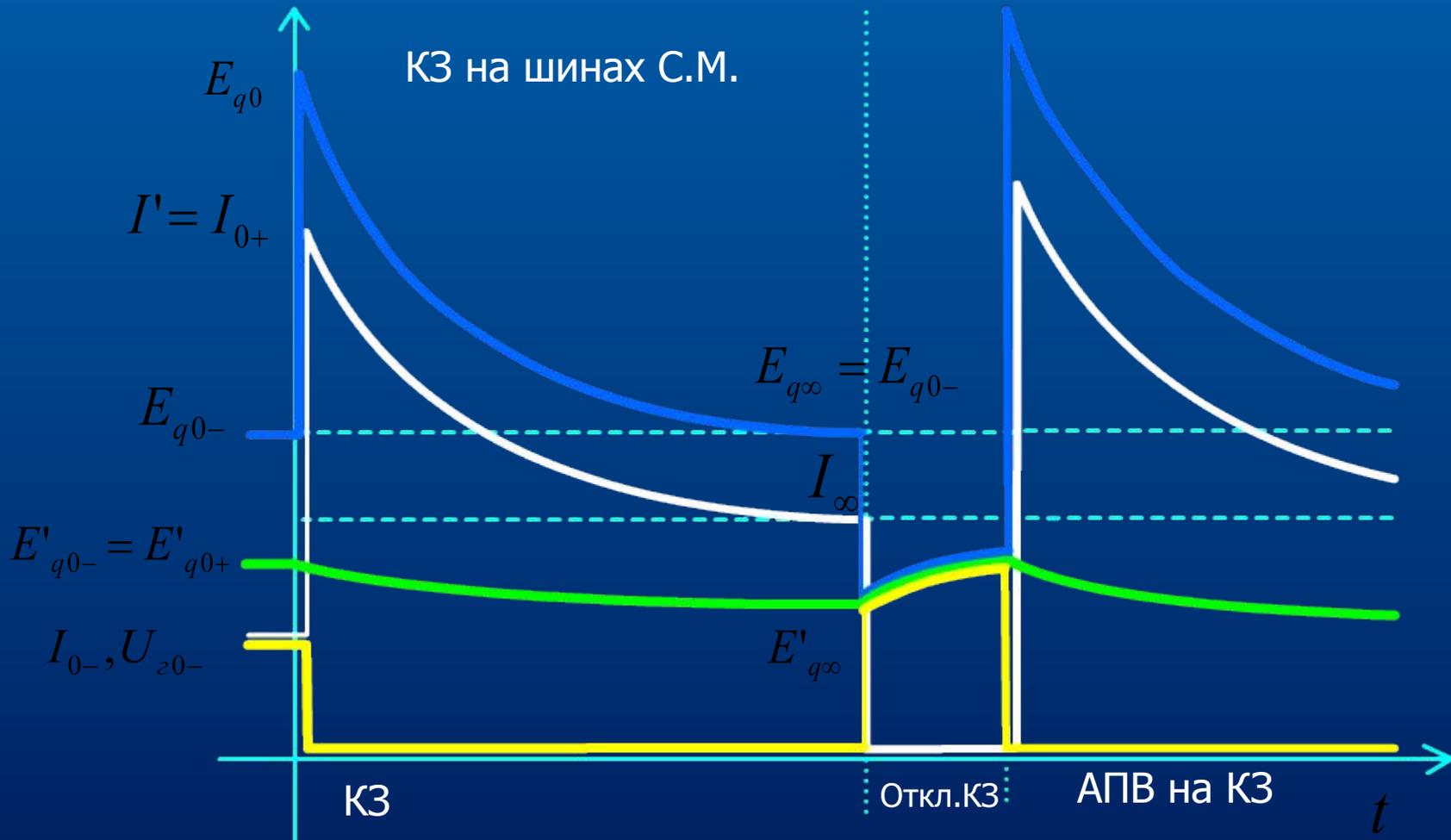
$I_{\infty}$  Установившийся ток КЗ

$$E_q(t) = E_{q\infty} + (E_{q0+} - E_{q\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$

$$E'_q(t) = E'_{q\infty} + (E'_{q0-} - E'_{q\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$

$$I(t) = I_{\infty} + (I' - I_{\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$

$$U_z(t) = U_{z\infty} + (U_{z0-} - U_{z\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$



$$I(t) = I_{\infty} + (I' - I_{\infty}) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$

$$I_{\infty} = \frac{E_{q\infty}}{x_d};$$

$$I' = \frac{E'_{q0}}{x'_d};$$

$$E_q(t) = I(t)x_d \cong i_f;$$

$$E'_q(t) = I(t)x'_d;$$

$$U(t) = I(t)x_{BH};$$

# Алгоритм расчета

$$1. E_{q0-} = \sqrt{\left(U_2 + \frac{Q_2}{U_2} x_d\right)^2 + \left(\frac{P_2}{U_2} x_d\right)^2}$$

$$4. I_\infty = \frac{E_{q\infty}}{x_d}$$

$$E'_{q0-} = \sqrt{\left(U_2 + \frac{Q_2}{U_2} x'_d\right)^2 + \left(\frac{P_2}{U_2} x'_d\right)^2}$$

$$5. I(t) = I_\infty + (I' - I_\infty) \cdot e^{-\frac{t}{T'_d}}$$

$$2. E'_{q0-} = E'_{q0}$$

$$E_q(t) = I(t)x_d \cong i_f;$$

$$3. I' = \frac{E'_{q0}}{x_d}$$

$$6. E'_q(t) = I(t)x'_d;$$

$$U(t) = I(t)x_{BH};$$