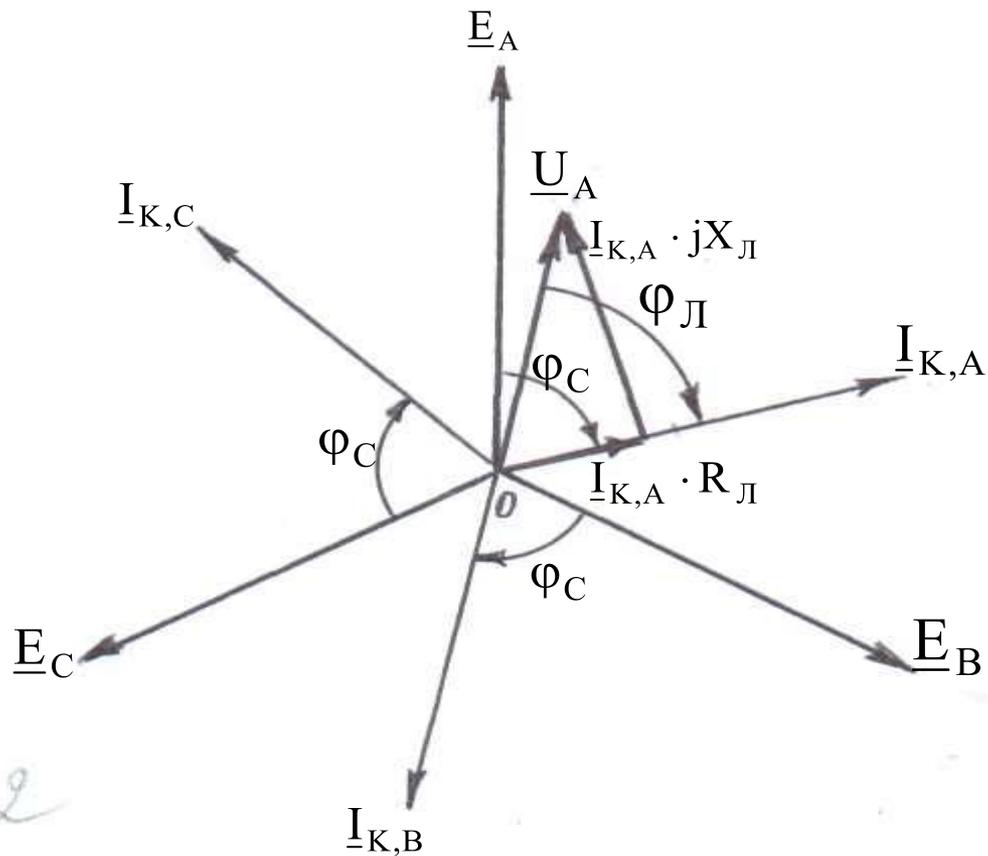


Расчётная схема замещения энергосистемы при трёхфазном КЗ

$$|\underline{I}_{KA}| = |\underline{I}_{KB}| = |\underline{I}_{KC}| \quad |\underline{U}_A| = |\underline{U}_B| = |\underline{U}_C| \quad |\underline{U}_{AB}| = |\underline{U}_{BC}| = |\underline{U}_{CA}|$$

$$\underline{I}_K^{(3)} = \frac{\underline{E}_\Phi}{Z_C + Z_L} = \frac{\underline{E}_\Phi}{R_C + R_L + j(X_C + X_L)},$$



$$\varphi_C = \arctg \frac{X_C + X_L}{R_C + R_L}$$

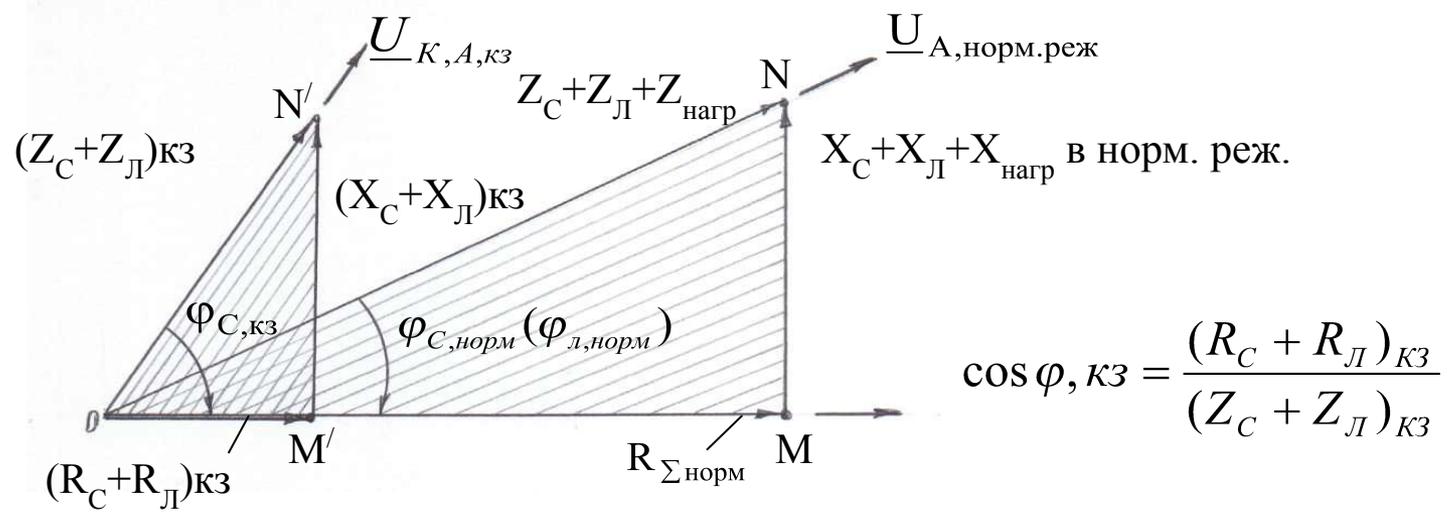
$$\varphi_L = \arctg \frac{X_L}{R_L}$$

$$\underline{U}_{K,AB} = 0; \underline{U}_{K,BC} = 0; \underline{U}_{K,CA} = 0$$

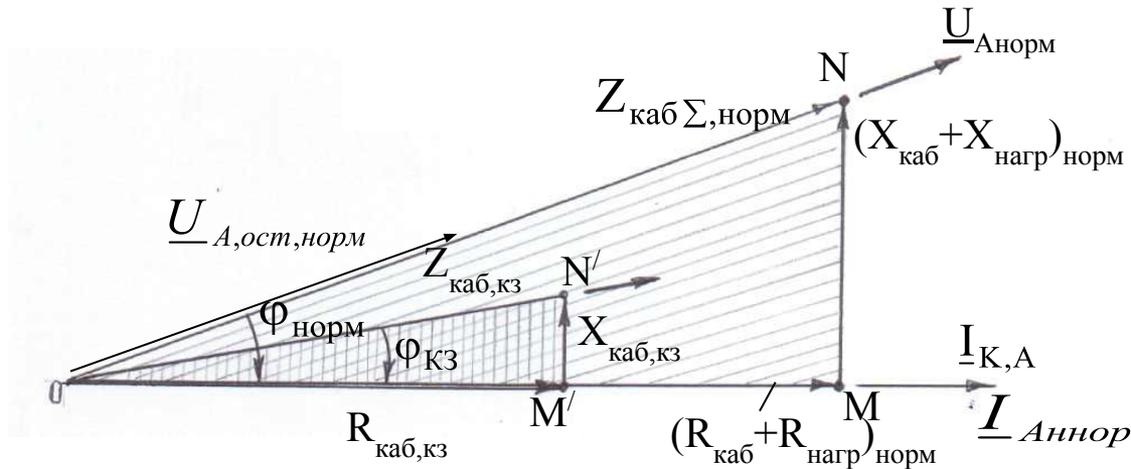
$$\underline{U}_{K,A} = 0; \underline{U}_{K,B} = 0; \underline{U}_{K,C} = 0$$

$$\underline{U}_A = \underline{I}_{K,A} \cdot R_L + \underline{I}_{K,A} \cdot jX_L$$

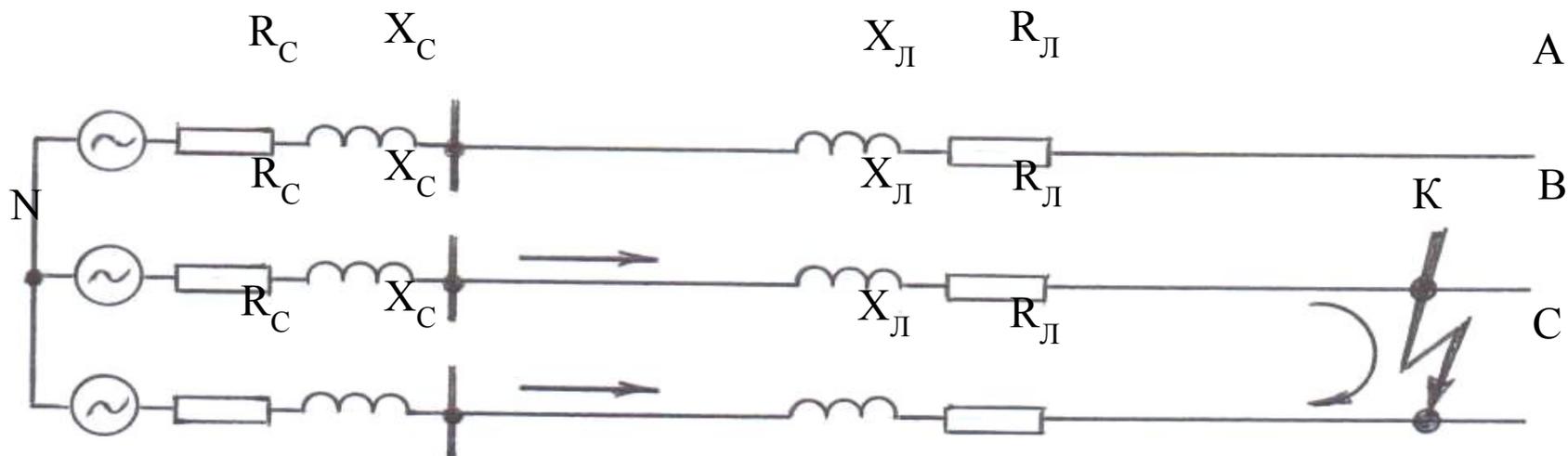
Векторная диаграмма токов и напряжений при трёхфазном КЗ



Треугольники сопротивлений линии и потребителей в нормальном режиме и при коротком трёхфазном КЗ в конце воздушной ЛЭП



Треугольники сопротивлений кабельной ЛЭП для случая нормального режима (OMN) и для случая КЗ в конце кабельной линии (OM'N').

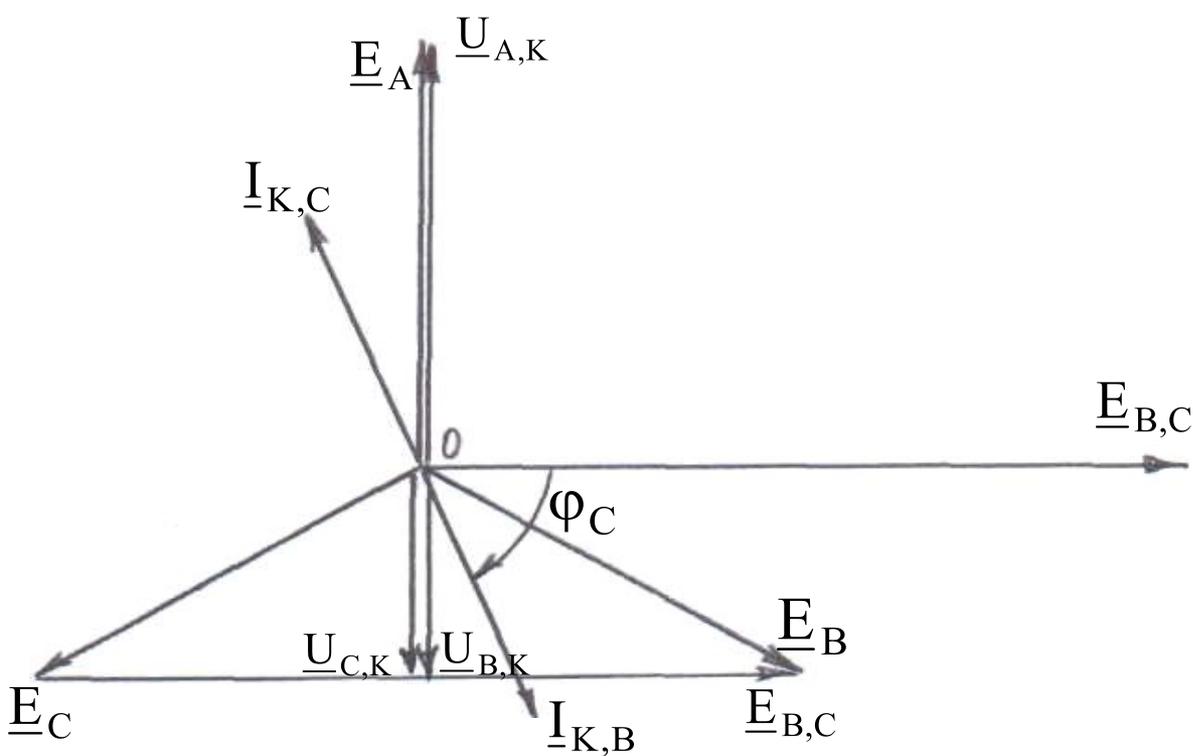


$$I_{K3} = \frac{E_{BC}}{2(Z_C + Z_Л)}$$

$-2(Z_C + Z_Л)$  – полное сопротивление прямой последовательности повреждённых фаз (петли короткого замыкания).

$$\underline{I}_{K,B} = -\underline{I}_{K,C}$$

Схема замещения трёхфазной электрической сети при двухфазном КЗ.



- $\underline{E}_A, \underline{E}_B, \underline{E}_C$
- $\underline{U}_{A,K}$
- $\underline{E}_{BC}$
- $\varphi_C, \underline{I}_{K,B}, \underline{I}_{K,C}$
- $\underline{U}_{B,K}, \underline{U}_{C,K}$

$$\varphi_C = \text{arctg} \frac{X_C + X_{Л}}{R_C + R_{Л}}$$

$$\underline{U}_{BC,K} = 0 = \underline{U}_{B,K} - \underline{U}_{C,K}$$

$$\underline{U}_{B,K} = \underline{U}_{C,K}$$

$$3\underline{U}_0 = \underline{U}_{A,K} + \underline{U}_{B,K} + \underline{U}_{C,K} = 0$$

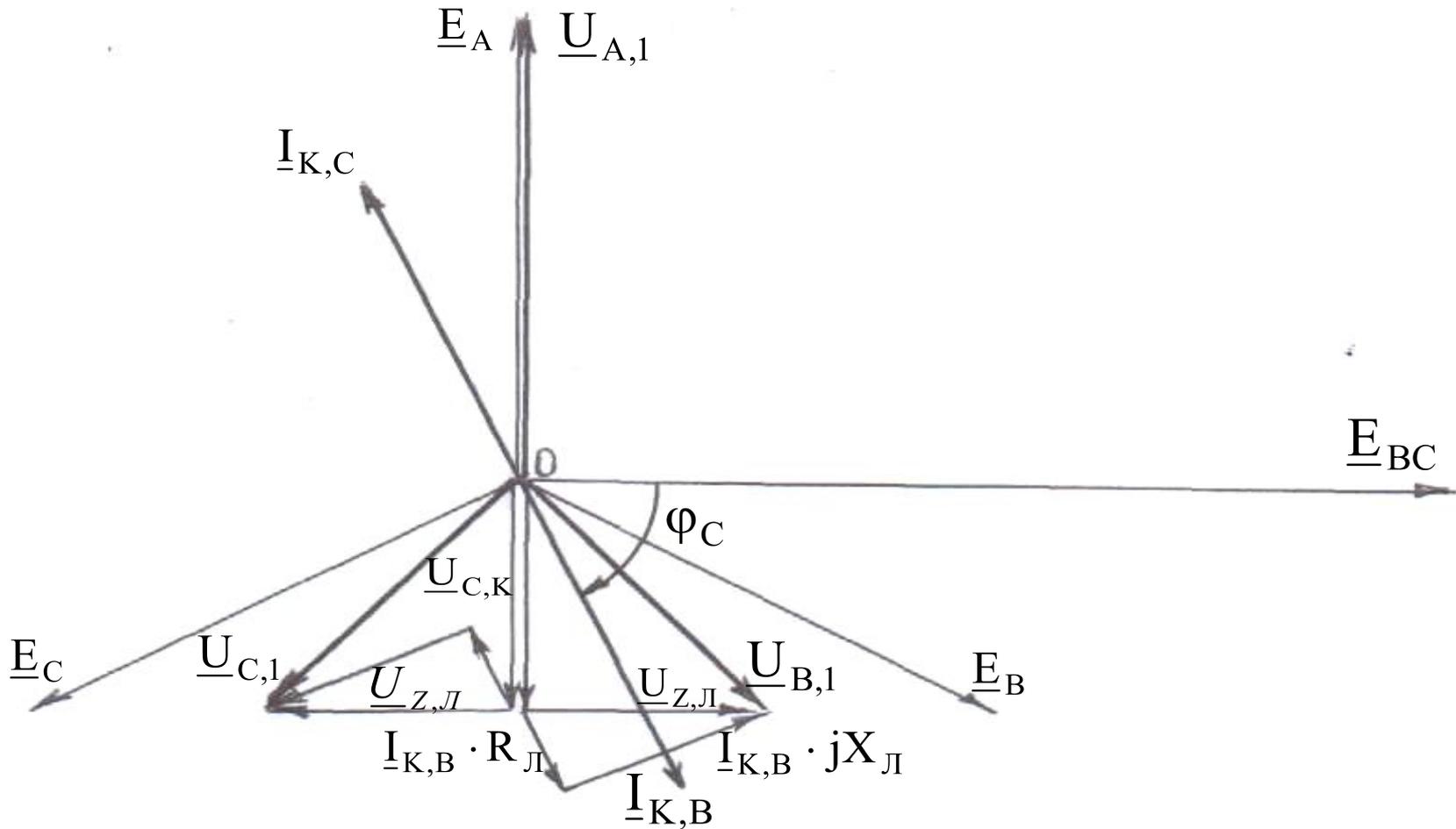
$$\underline{U}_{A,K} = \underline{E}_A \quad \underline{U}_{B,K} = \underline{U}_{C,K}$$

$$\underline{U}_{B,K} + \underline{U}_{C,K} = -\underline{U}_{A,K}$$

$$\underline{U}_{B,K} = \underline{U}_{C,K} = -\frac{\underline{U}_{A,K}}{2} = -\frac{\underline{E}_A}{2}$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_0 &= \frac{1}{3} (\underline{I}_A + \underline{I}_{K,B} + \underline{I}_{K,C}) = \\ &= \frac{1}{3} (0 + \underline{I}_{K,B} + (-\underline{I}_{K,B})) = 0 \end{aligned}$$

Векторная диаграмма токов и напряжений в месте двухфазного КЗ (в точке К)

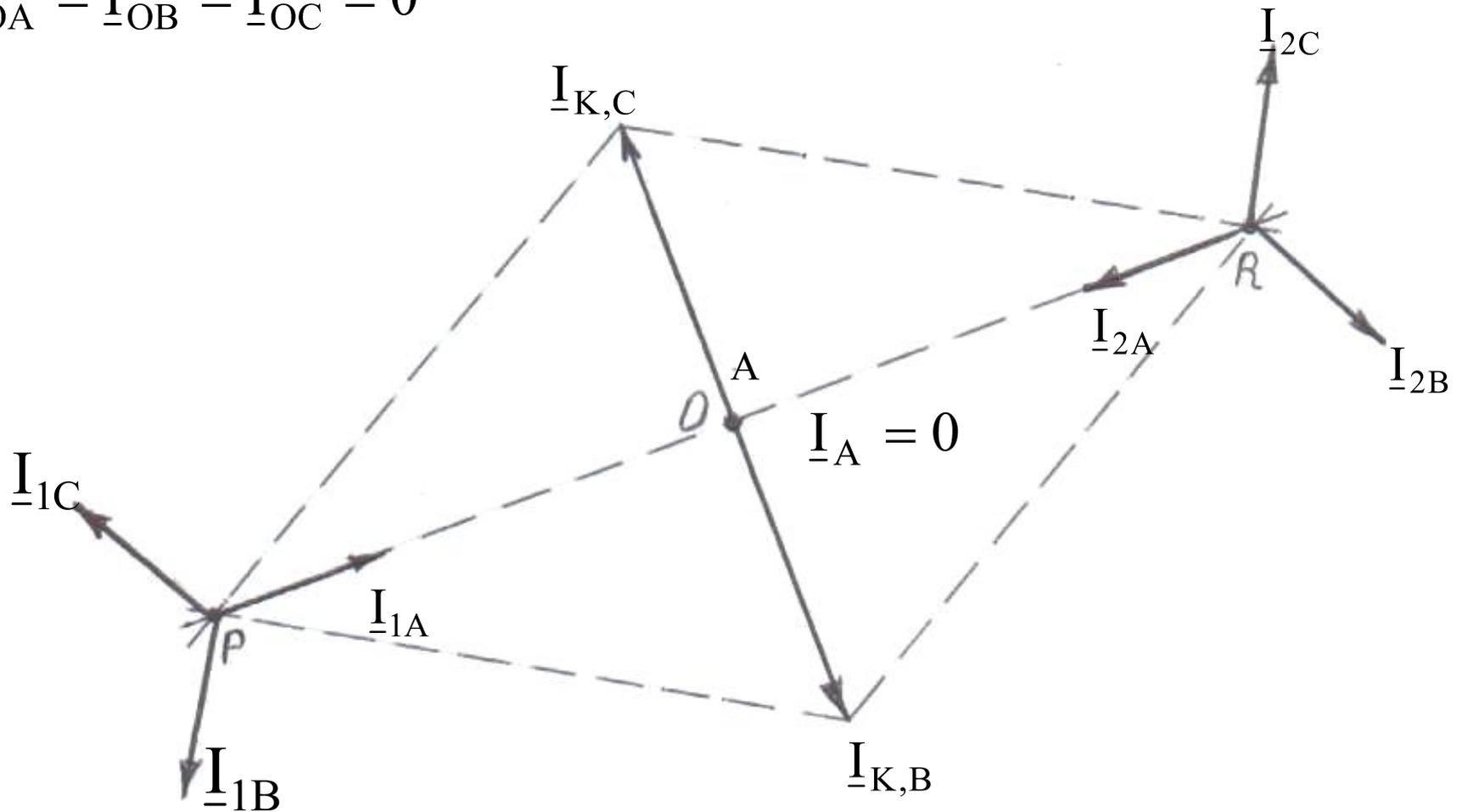


$$\underline{U}_{B,1} = \underline{U}_{B,K} + \underline{I}_{K,B} \cdot (R_L + jX_L)$$

$$\underline{U}_{C,1} = \underline{U}_{C,K} + \underline{I}_{K,C} \cdot (R_L + jX_L)$$

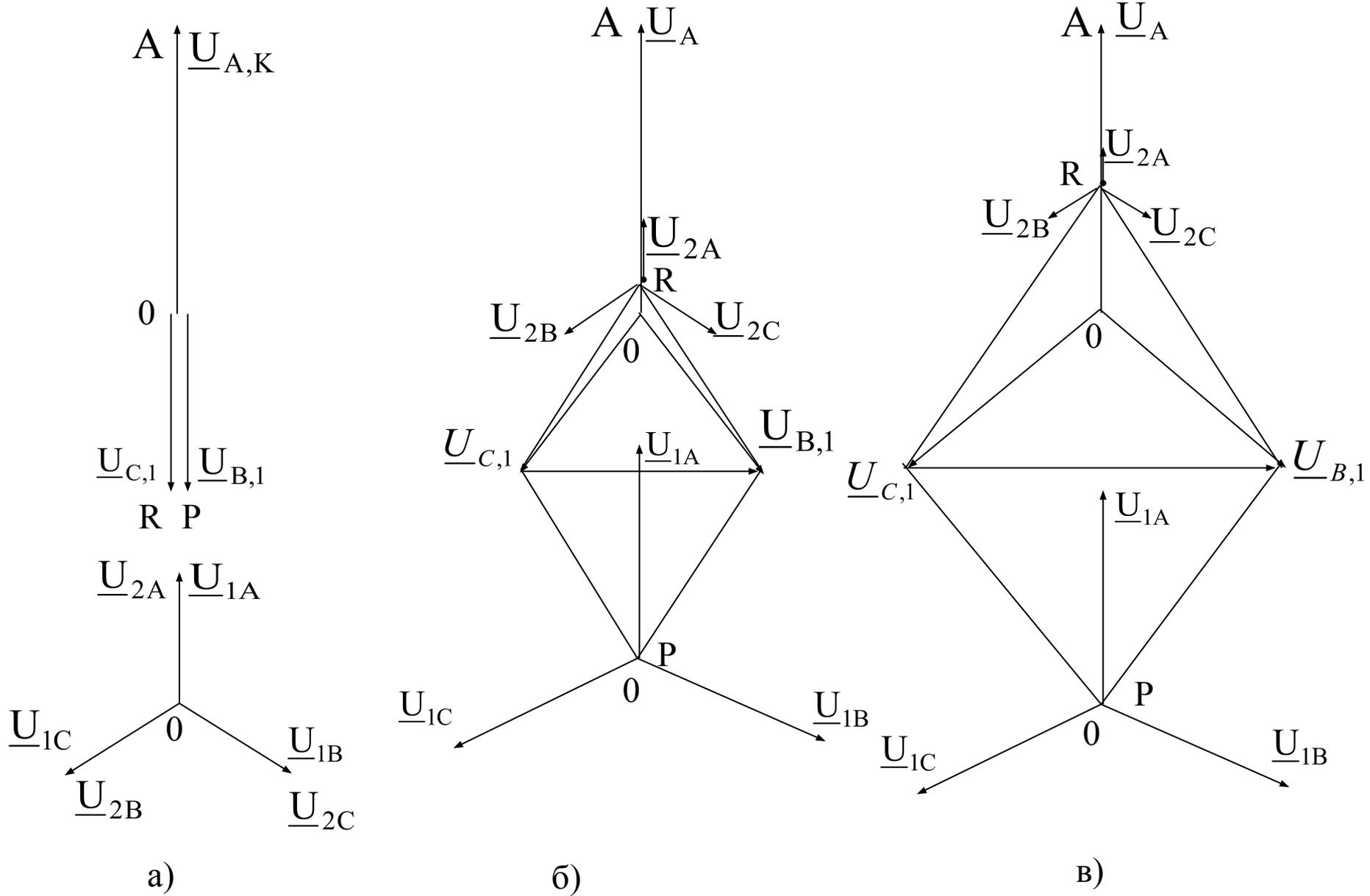
Векторная диаграмма токов и напряжений на шинах подстанции при двухфазном КЗ

$$\underline{I}_{OA} = \underline{I}_{OB} = \underline{I}_{OC} = 0$$



$$\underline{I}_0 = \frac{1}{3}(\underline{I}_A + \underline{I}_{K,B} + \underline{I}_{K,C}) = \frac{1}{3}(0 + \underline{I}_{K,B} + (-\underline{I}_{K,B})) = 0$$

Разложение полных токов двухфазного КЗ на составляющие ПП и ОП



Симметричные составляющие ПП и ОП остаточных напряжений при двухфазном КЗ.

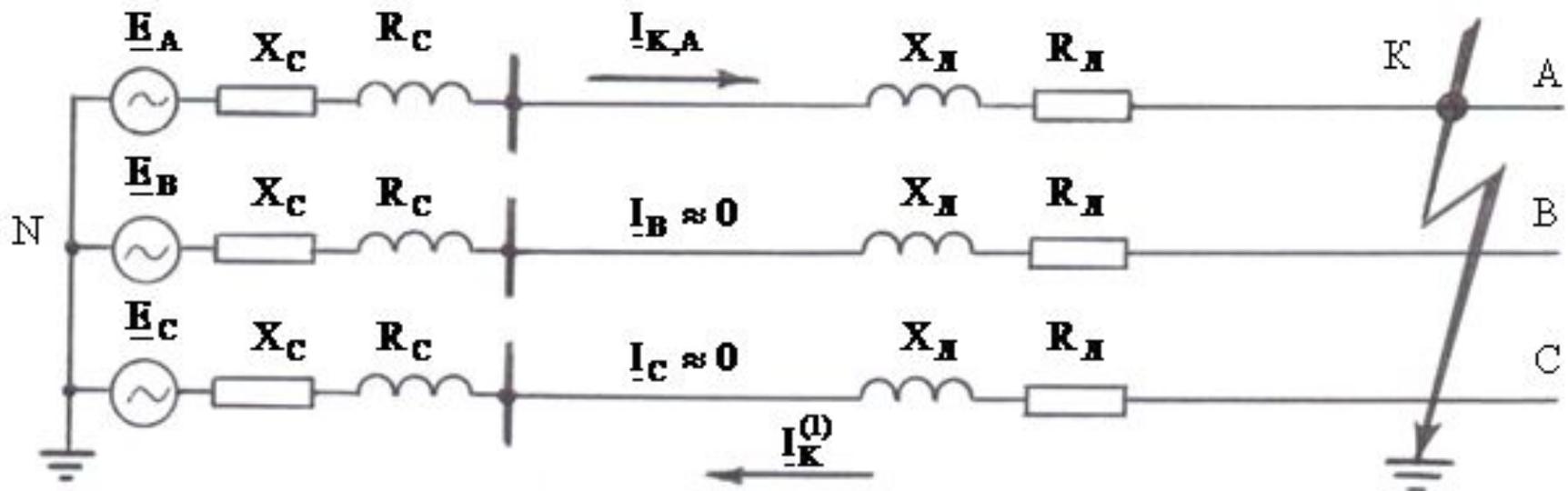
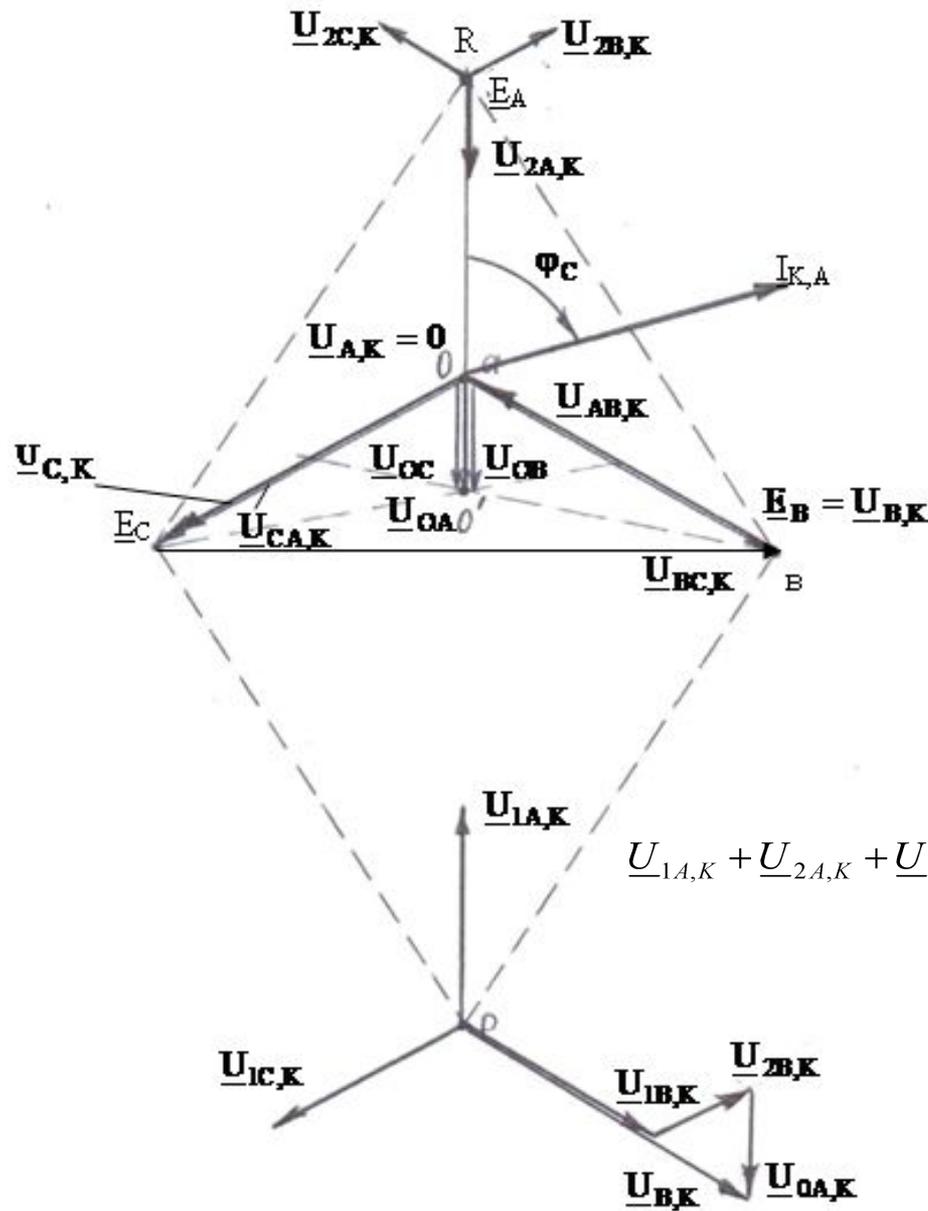


Рисунок 3.11 Однофазное КЗ в сети с глухозаземлённой нейтралью

$$\underline{I}_{K,A} = \frac{\underline{E}_A}{R_C^{(1)} + R_L^{(1)} + j(X_C^{(1)} + X_L^{(1)})}$$



$$\varphi_C = \arctg \frac{x_C^{(1)} + x_L^{(1)}}{R_C^{(1)} + R_L^{(1)}}$$

$$\underline{U}_{AB,K} = -\underline{U}_{B,K}$$

$$\underline{U}_{CA,K} = \underline{U}_{C,K} = \underline{E}_C$$

$$\underline{U}_{BC,K} = \underline{U}_{B,K} - \underline{U}_{C,K}$$

$$\underline{U}_{1A,K} + \underline{U}_{2A,K} + \underline{U}_{0A,K} = \frac{2}{3} \underline{E}_A + \left(-\frac{1}{3} \underline{E}_A\right) + \left(-\frac{1}{3} \underline{E}_A\right) = 0 = \underline{U}_{A,K}$$

$$\underline{U}_{1B,K} + \underline{U}_{2B,K} + \underline{U}_{0B,K} = \underline{U}_{B,K}$$

$$\underline{U}_{1C,K} + \underline{U}_{2C,K} + \underline{U}_{0C,K} = \underline{U}_{C,K}$$

Рисунок 3.12. Векторная диаграмма полных токов и напряжений при  $K^{(1)}$

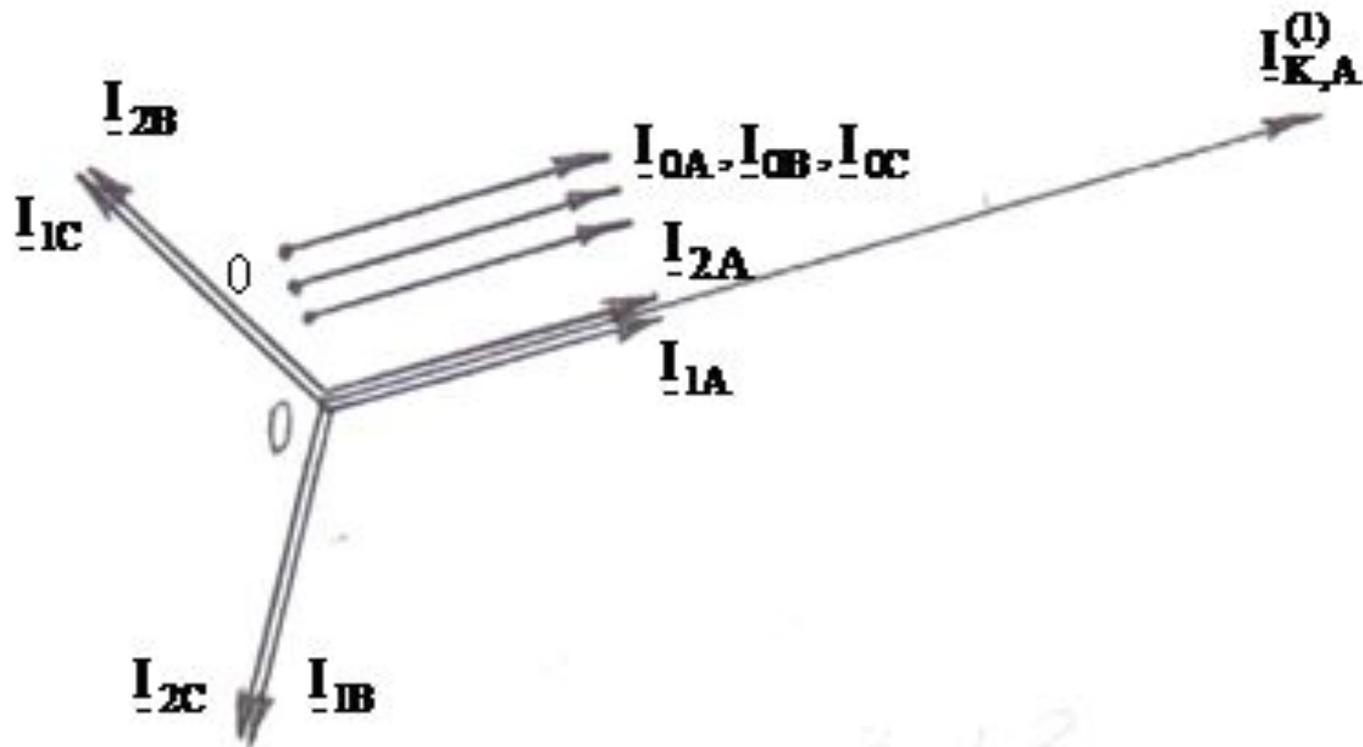


Рисунок 3.13 Векторная диаграмма симметричных составляющих полного тока однофазного КЗ

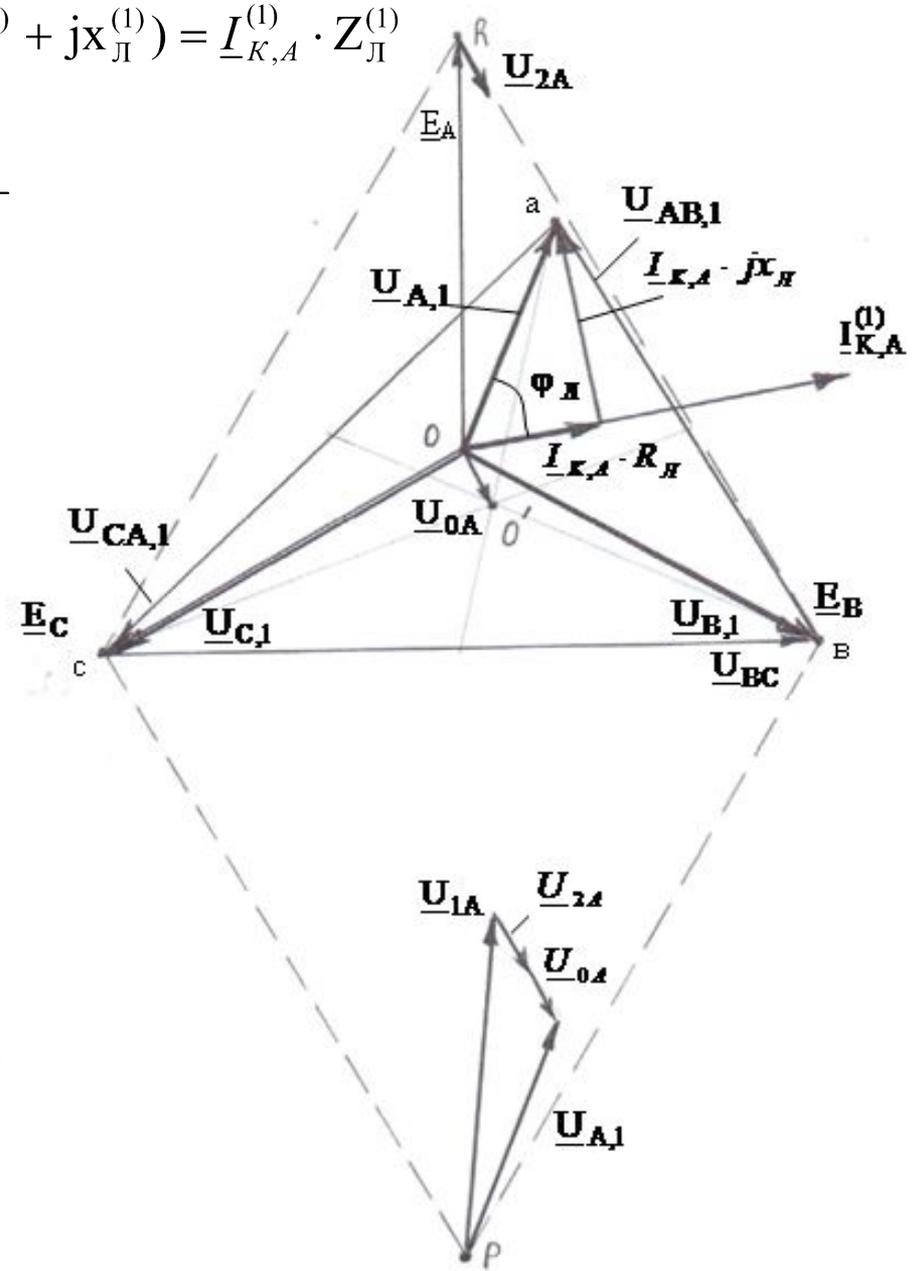
$$\underline{I}_{1A} + \underline{I}_{2A} + \underline{I}_{0A} = \underline{I}_{KA}^{(1)}$$

$$\underline{U}_{A,1} = \underline{I}_{K,A}^{(1)} \cdot (\underline{R}_L^{(1)} + j\underline{X}_L^{(1)}) = \underline{I}_{K,A}^{(1)} \cdot \underline{Z}_L^{(1)}$$

$$\varphi_L = \arctg \frac{X_L}{R_L}$$

$$\underline{U}_{B,1} = \underline{E}_B$$

$$\underline{U}_{C,1} = \underline{E}_C$$



III Д  
 $\underline{E}_A, \underline{E}_B, \underline{E}_C$

$\varphi_C, \underline{I}_{K,A}^{(1)}$

$\underline{U}_{B,1} = \underline{E}_B$

$\underline{U}_{C,1} = \underline{E}_C$

$\underline{U}_{R_L} = \underline{I}_{K,A} \cdot \underline{R}_L^{(1)}$

$\underline{U}_{X_L} = \underline{I}_{K,A} \cdot j\underline{X}_L^{(1)}$

$\underline{U}_{A,1} \cdot \varphi_L$

линейный треугольник  
 асв

$\underline{U}_{AB,1} = \underline{U}_{BC,1} = \underline{U}_{CA,1}$

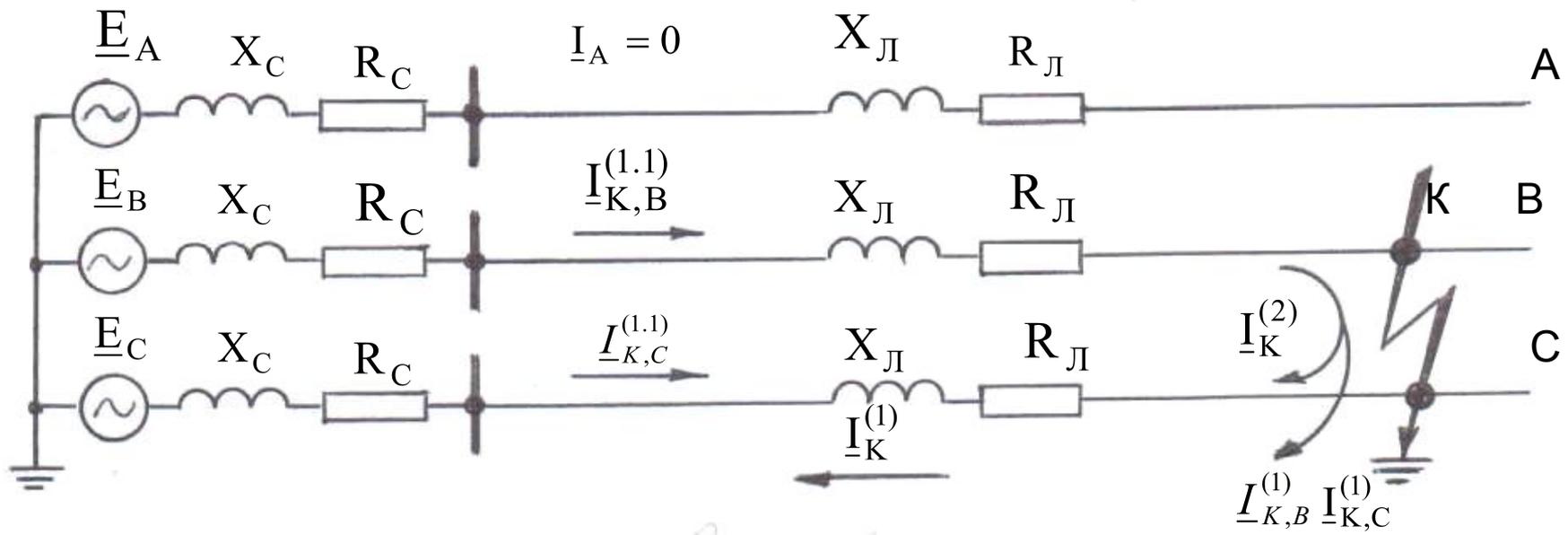
Вспомогательные  
 треугольники  
 сРв и сРв

$\underline{U}_{1A} = (\underline{U}_{1B}), (\underline{U}_{1C})$

$\underline{U}_{2A} = (\underline{U}_{2B}), (\underline{U}_{2C})$

$\underline{U}_{0A} = (\underline{U}_{0B}), (\underline{U}_{0C})$

. Векторные диаграммы напряжений и токов при однофазном КЗ в сети с глухозаземлённой нейтралью.



Двухфазное КЗ на землю в одной точке