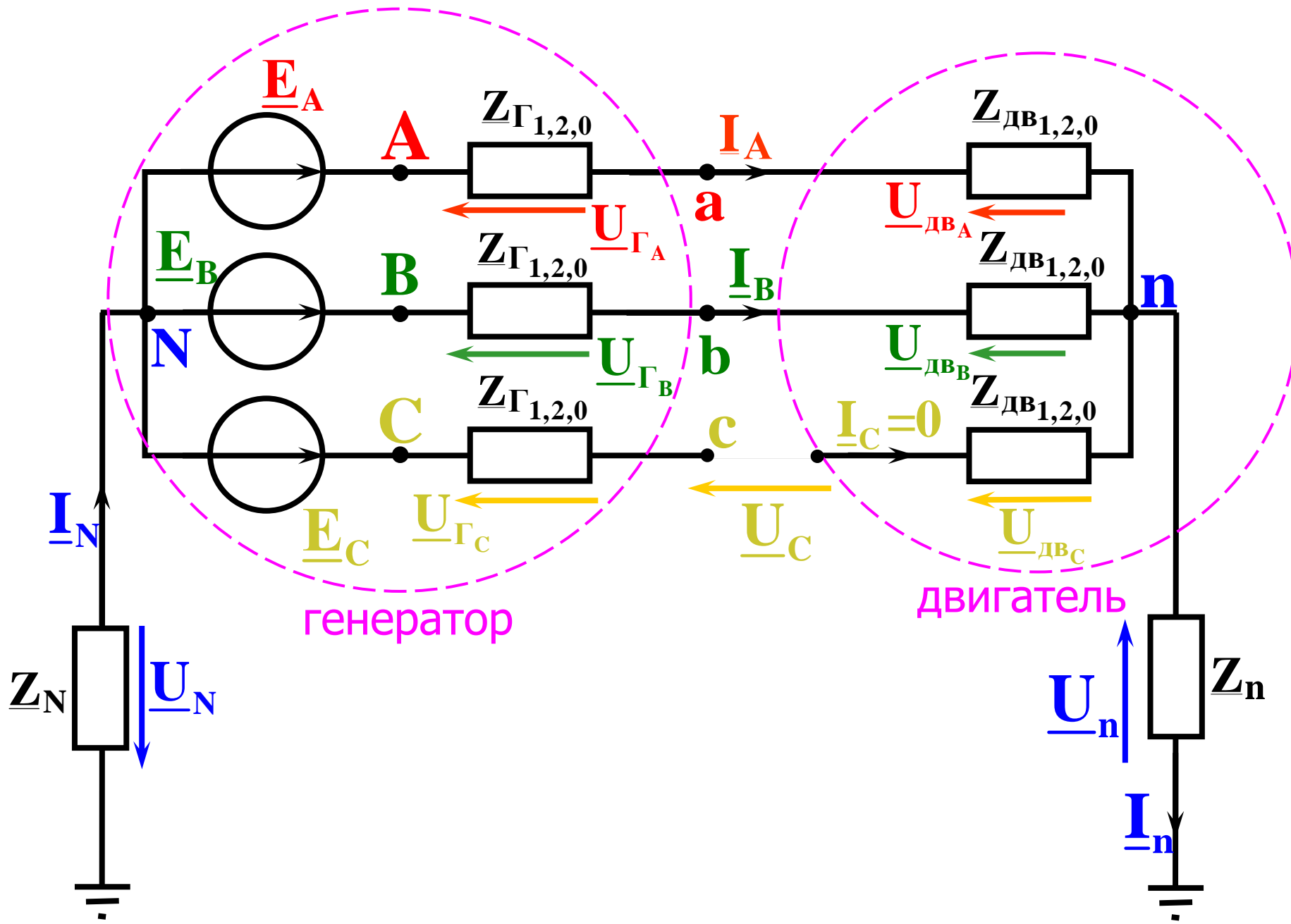


14 лекция

**Расчет при обрыве
одной фазы
(продольная несимметрия)**

Рассмотрим, например, обрыв
фазы C на примере следующей
схемы с одинаковой нагрузкой
фаз и **симметричной** системой
фазных ЭДС



Дано:

$$\underline{E}_A = E e^{j\alpha}; \quad \underline{E}_B = a^2 \underline{E}_A$$

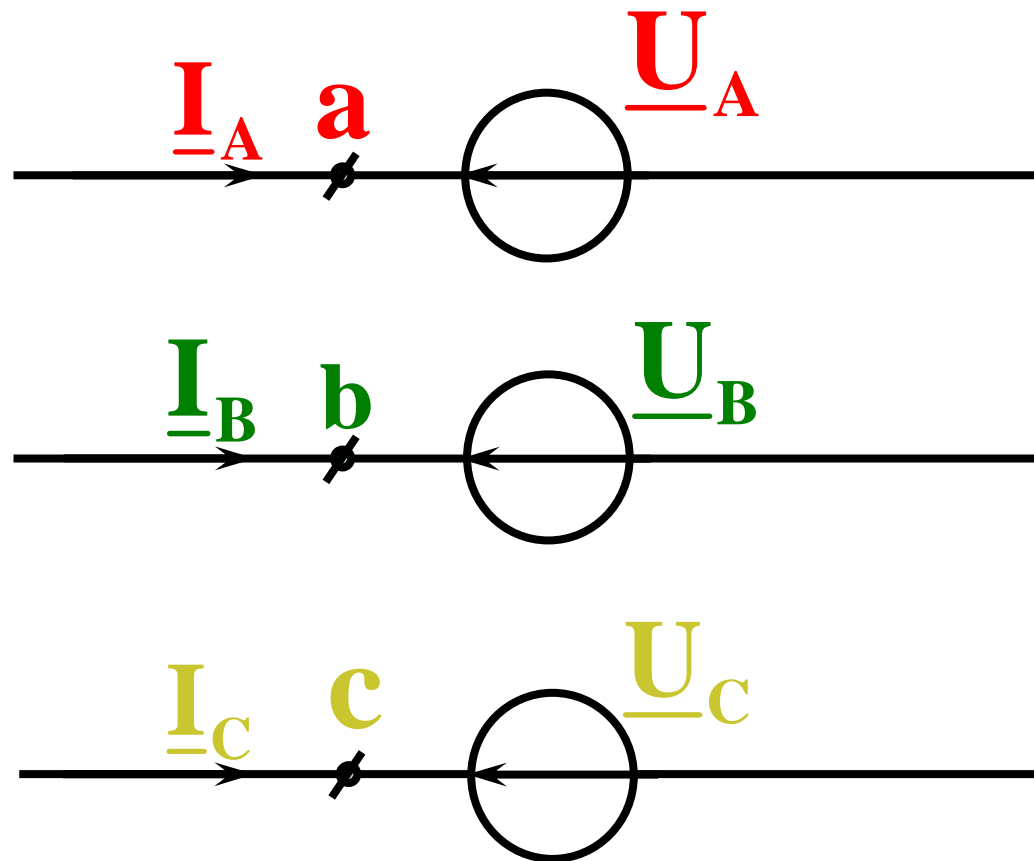
$$\underline{E}_C = a \underline{E}_A; \quad \underline{Z}_N; \quad \underline{Z}_n$$

$$\underline{Z}_{\Gamma_{1,2,0}} = jX_{\Gamma_{1,2,0}}$$

$$\underline{Z}_{дв_{1,2,0}} = R + jX_{дв_{1,2,0}}$$

В место повреждения
введем **фиктивные ЭДС:**

\underline{U}_A , \underline{U}_B , \underline{U}_C



Условие:

$$\underline{U}_A = 0; \quad \underline{U}_B = 0; \quad \underline{I}_C = 0$$

Для особой фазы **C**:

$$\underline{U}_C = \underline{U}_{C1} + \underline{U}_{C2} + \underline{U}_{C0}$$

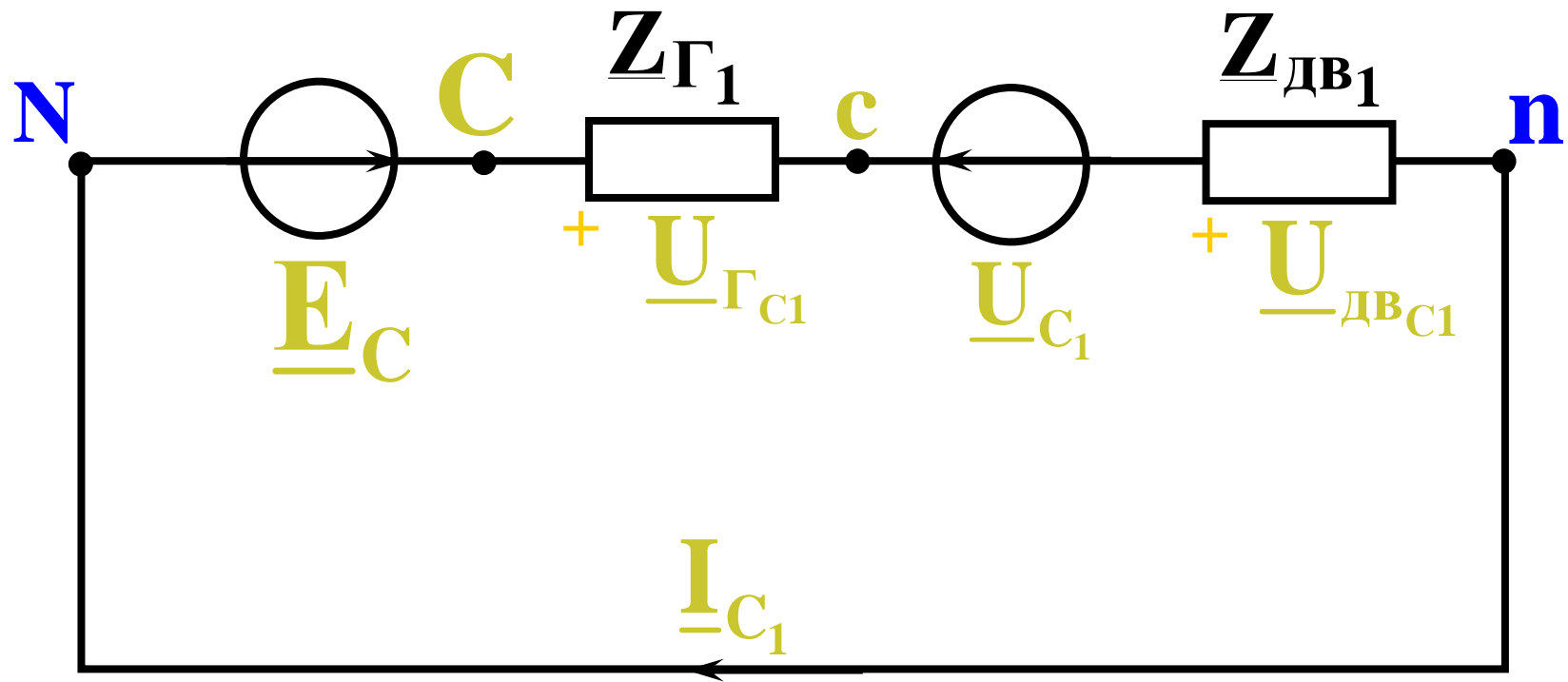
$$\underline{U}_{C1} = \mathbf{a} \frac{\cancel{\underline{U}_A^0} + \mathbf{a} \cancel{\underline{U}_B^0} + \mathbf{a}^2 \underline{U}_C}{3} = \frac{\underline{U}_C}{3}$$

$$\underline{U}_{C_2} = \mathbf{a}^2 \frac{\underline{U}_A^0 + \mathbf{a}^2 \underline{U}_B^0 + \mathbf{a} \underline{U}_C}{3} = \underline{U}_C$$

$$\underline{U}_{C_0} = \frac{\underline{U}_A^0 + \underline{U}_B^0 + \underline{U}_C}{3} = \underline{U}_C$$

Расчетные схемы для особой фазы С

а) схема **прямой**
последовательности



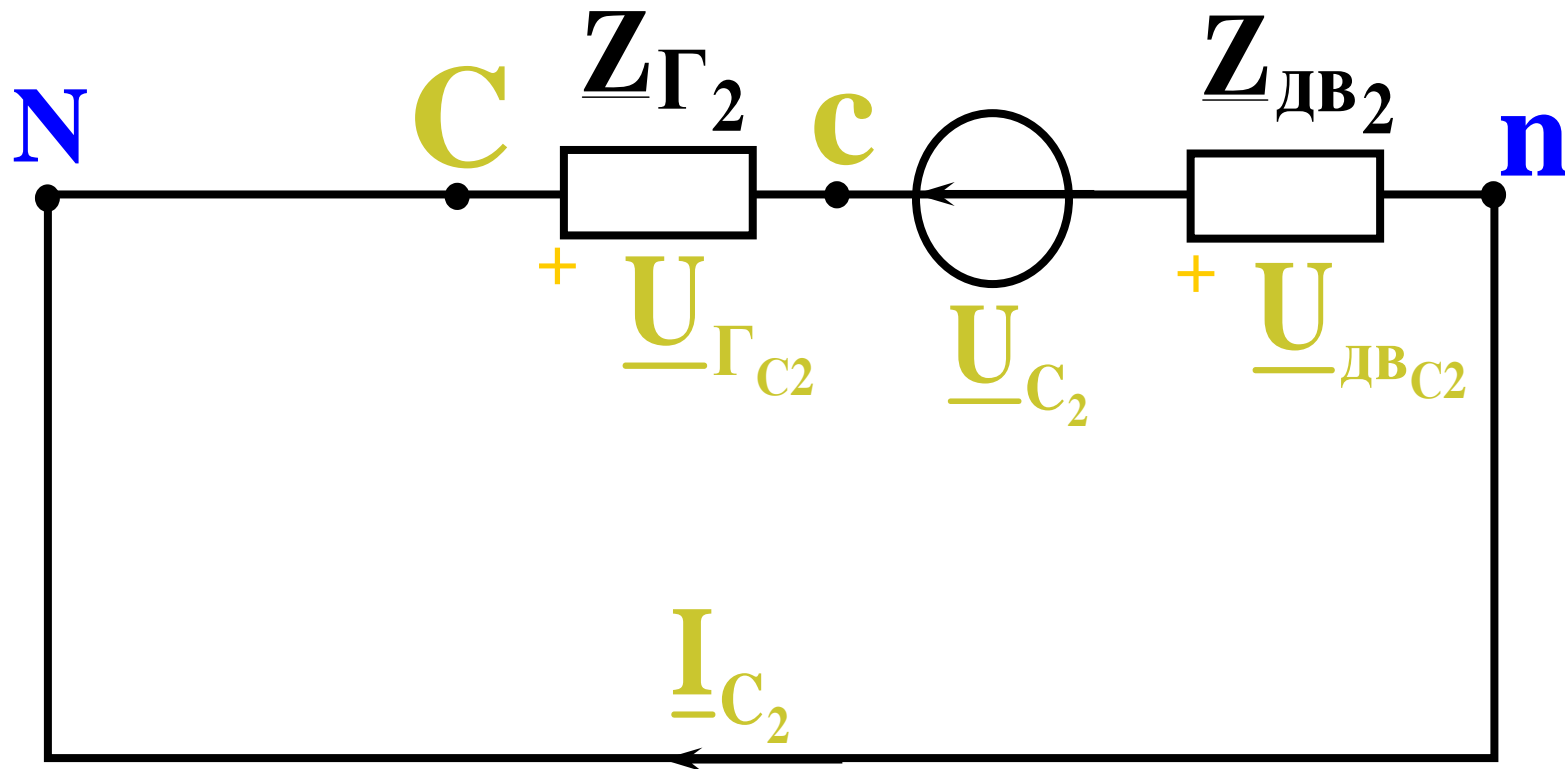
Где

$$\underline{Z}_1 = \underline{Z}_{\Gamma_1} + \underline{Z}_{\text{дв}_1} = \dots \text{ОМ}$$

$$\underline{I}_{C_1} = \frac{\underline{E}_C - \underline{U}_{C_1}}{\underline{Z}_1}; \quad \underline{U}_{\Gamma_{C_1}} = \underline{Z}_{\Gamma_1} \underline{I}_{C_1};$$

$$\underline{U}_{\text{дв}_{C_1}} = \underline{Z}_{\text{дв}_1} \underline{I}_{C_1}$$

б) схема **обратной**
последовательности



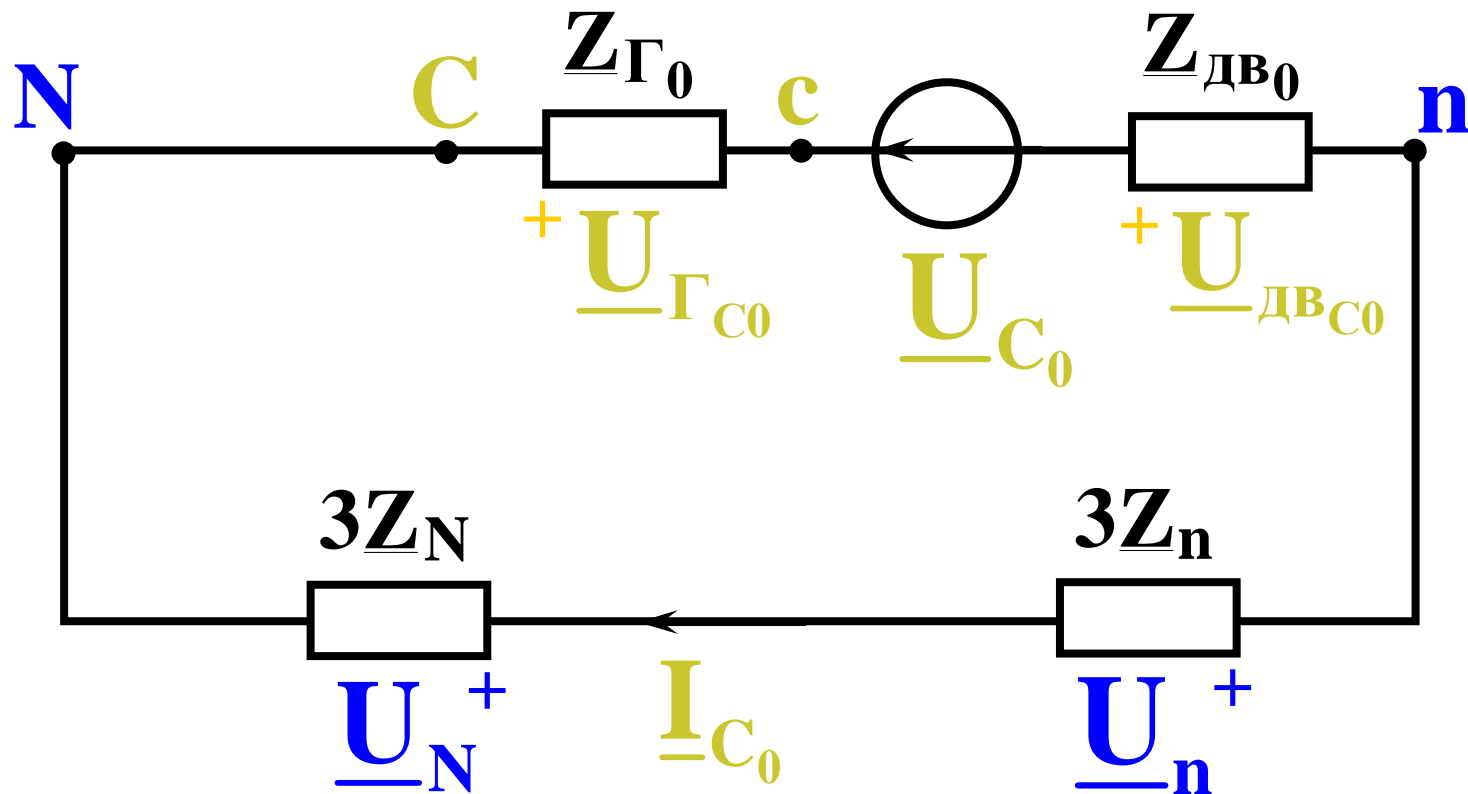
Где

$$\underline{Z}_2 = \underline{Z}_{\Gamma_2} + \underline{Z}_{\text{ДВ}_2} = \dots \text{ОМ}$$

$$\underline{I}_{C_2} = -\frac{\underline{U}_{C_2}}{\underline{Z}_2}; \quad \underline{U}_{\Gamma_{C_2}} = \underline{Z}_{\Gamma_2} \underline{I}_{C_2};$$

$$\underline{U}_{\text{ДВ}_{C_2}} = \underline{Z}_{\text{ДВ}_2} \underline{I}_{C_2}$$

в) схема нулевой последовательности



Где

$$\underline{Z}_0 = \underline{Z}_{\Gamma_0} + \underline{Z}_{\text{дв}_0} + 3(\underline{Z}_N + \underline{Z}_n) = \dots \text{ОМ}$$

$$\underline{I}_{C_0} = -\frac{\underline{U}_{C_0}}{\underline{Z}_0}; \quad \underline{U}_{\Gamma_{C_0}} = \underline{Z}_{\Gamma_0} \underline{I}_{C_0};$$

$$\underline{U}_{\text{дв}_{C_0}} = \underline{Z}_{\text{дв}_0} \underline{I}_{C_0}; \quad \underline{U}_N = 3\underline{Z}_N \underline{I}_{C_0}$$

$$\underline{U}_n = 3\underline{Z}_n \underline{I}_{C_0}$$

Так как

$$\begin{aligned} \underline{I}_C &= \underline{I}_{C_1} + \underline{I}_{C_2} + \underline{I}_{C_0} = \\ &= \frac{\underline{E}_C - \underline{U}_{C_1}}{\underline{Z}_1} - \frac{\underline{U}_{C_2}}{\underline{Z}_2} - \frac{\underline{U}_{C_0}}{\underline{Z}_0} = 0 \end{aligned}$$

То при

$$\underline{U}_{C_1} = \underline{U}_{C_2} = \underline{U}_{C_0} = \frac{\underline{U}_C}{3}$$

определяем \underline{U}_C

Напряжение в месте повреждения

$$\underline{U}_c = \frac{3\underline{E}_c \underline{Z}_2 \underline{Z}_0}{\underline{Z}_1 \underline{Z}_2 + \underline{Z}_1 \underline{Z}_0 + \underline{Z}_2 \underline{Z}_0} = U_c e^{j\alpha_c} = \dots \text{В}$$

Далее рассчитываем

$$\underline{I}_{C1,2,0}, \quad \underline{U}_{\Gamma C1,2,0}, \quad \underline{U}_{ДВ C1,2,0}$$

Затем находим

$$\underline{I}_A = a^2 \underline{I}_{C_1} + a \underline{I}_{C_2} + \underline{I}_{C_0}$$

$$\underline{I}_B = a \underline{I}_{C_1} + a^2 \underline{I}_{C_2} + \underline{I}_{C_0}$$

$$\underline{I}_C = \underline{I}_{C_1} + \underline{I}_{C_2} + \underline{I}_{C_0} = 0$$

Находим

$$\underline{U}_{ГА} = a^2 \underline{U}_{ГC_1} + a \underline{U}_{ГC_2} + \underline{U}_{ГC_0}$$

$$\underline{U}_{ГВ} = a \underline{U}_{ГC_1} + a^2 \underline{U}_{ГC_2} + \underline{U}_{ГC_0}$$

$$\underline{U}_{ГC} = \underline{U}_{ГC_1} + \underline{U}_{ГC_2} + \underline{U}_{ГC_0}$$

Находим

$$\underline{U}_{\text{двА}} = a^2 \underline{U}_{\text{двС}_1} + a \underline{U}_{\text{двС}_2} + \underline{U}_{\text{двС}_0}$$

$$\underline{U}_{\text{двВ}} = a \underline{U}_{\text{двС}_1} + a^2 \underline{U}_{\text{двС}_2} + \underline{U}_{\text{двС}_0}$$

$$\underline{U}_{\text{двС}} = \underline{U}_{\text{двС}_1} + \underline{U}_{\text{двС}_2} + \underline{U}_{\text{двС}_0}$$

Проверка

$$\underline{I}_n = \underline{I}_N = 3\underline{I}_{C_0}$$

$$\underline{I}_n = \underline{I}_N = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C$$

Причем при $\underline{I}_C = 0$ имеем

$$\underline{U}_{Гс} \neq 0 \quad \text{и} \quad \underline{U}_{ДВс} \neq 0$$

за счет индуктивной связи

Баланс мощностей:

а) вырабатываемая
генератором **полная**
МОЩНОСТЬ

$$\underline{S}_B = \underline{E}_A \dot{\underline{I}}_A + \underline{E}_B \dot{\underline{I}}_B + \underline{E}_C \dot{\underline{I}}_C = \\ = P_B + jQ_B, \text{ ВА}$$

б) **потери полной** мощности
в обмотках **генератора**

$$\underline{S}_\Gamma = \underline{U}_{\Gamma A} \dot{\underline{I}}_A + \underline{U}_{\Gamma B} \dot{\underline{I}}_B + \underline{U}_{\Gamma C} \dot{\underline{I}}_C = \\ = P_\Gamma + jQ_\Gamma, \text{ ВА}$$

в) **полная потребляемая
МОЩНОСТЬ двигателя**

$$\underline{S}_{\text{дв}} = \underline{U}_{\text{дв}A} \dot{\underline{I}}_A + \underline{U}_{\text{дв}B} \dot{\underline{I}}_B + \underline{U}_{\text{дв}C} \dot{\underline{I}}_C = \\ = P_{\text{дв}} + jQ_{\text{дв}}, \text{ ВА}$$

г) полная потребляемая
МОЩНОСТЬ В нулевом проводе

$$\underline{S}_0 = \underline{U}_N \dot{\underline{I}}_N + \underline{U}_n \dot{\underline{I}}_n = \\ = P_0 + jQ_0, \text{ ВА}$$

В результате

а) **суммарная активная потребляемая**
МОЩНОСТЬ:

$$P_{\Pi} = P_{\Gamma} + P_{\text{дв}} + P_0, \text{ Вт}$$

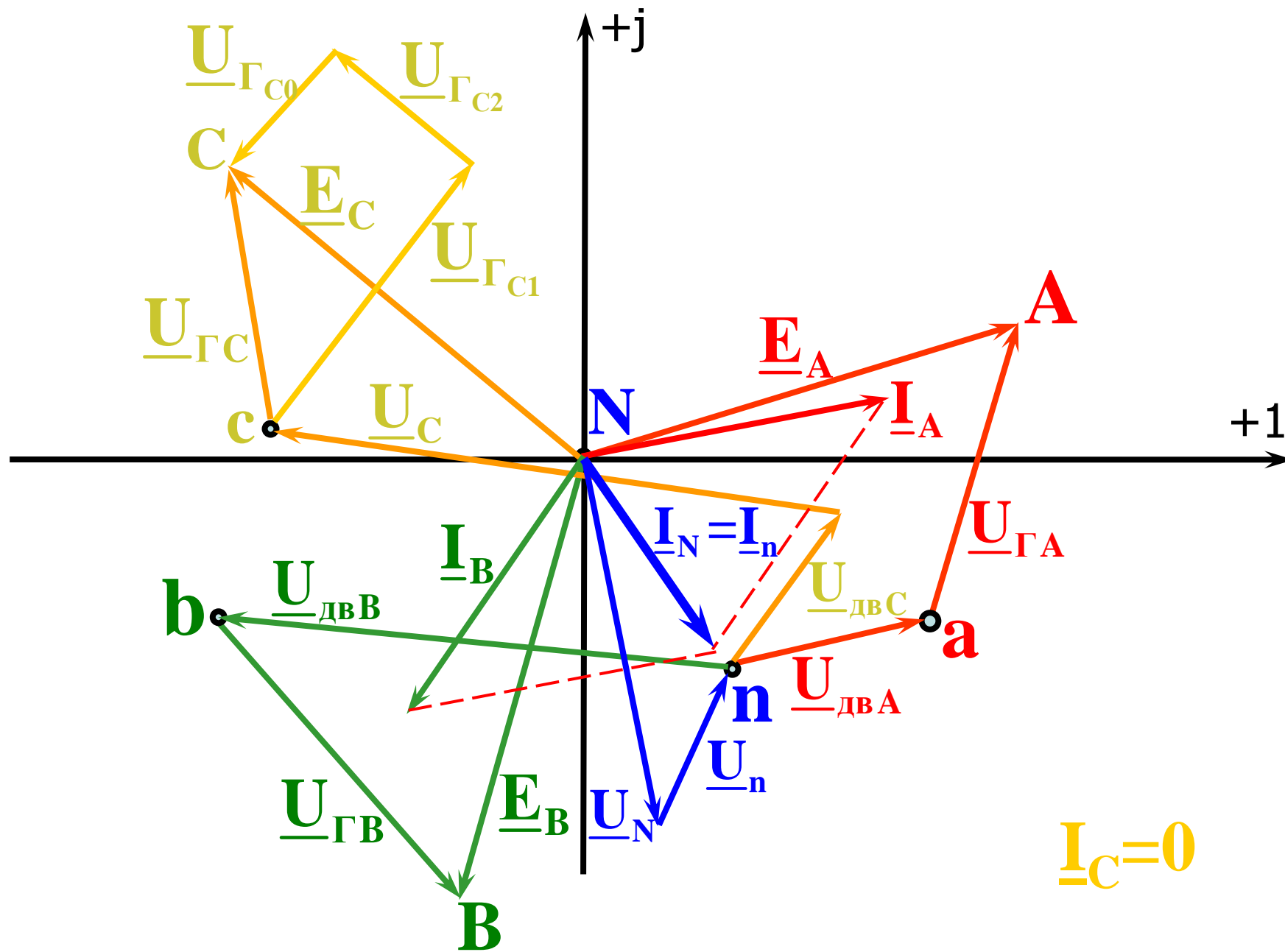
б) **суммарная реактивная потребляемая**
МОЩНОСТЬ:

$$Q_{\Pi} = Q_{\Gamma} + Q_{\text{дв}} + Q_0, \text{ вар}$$

Погрешности

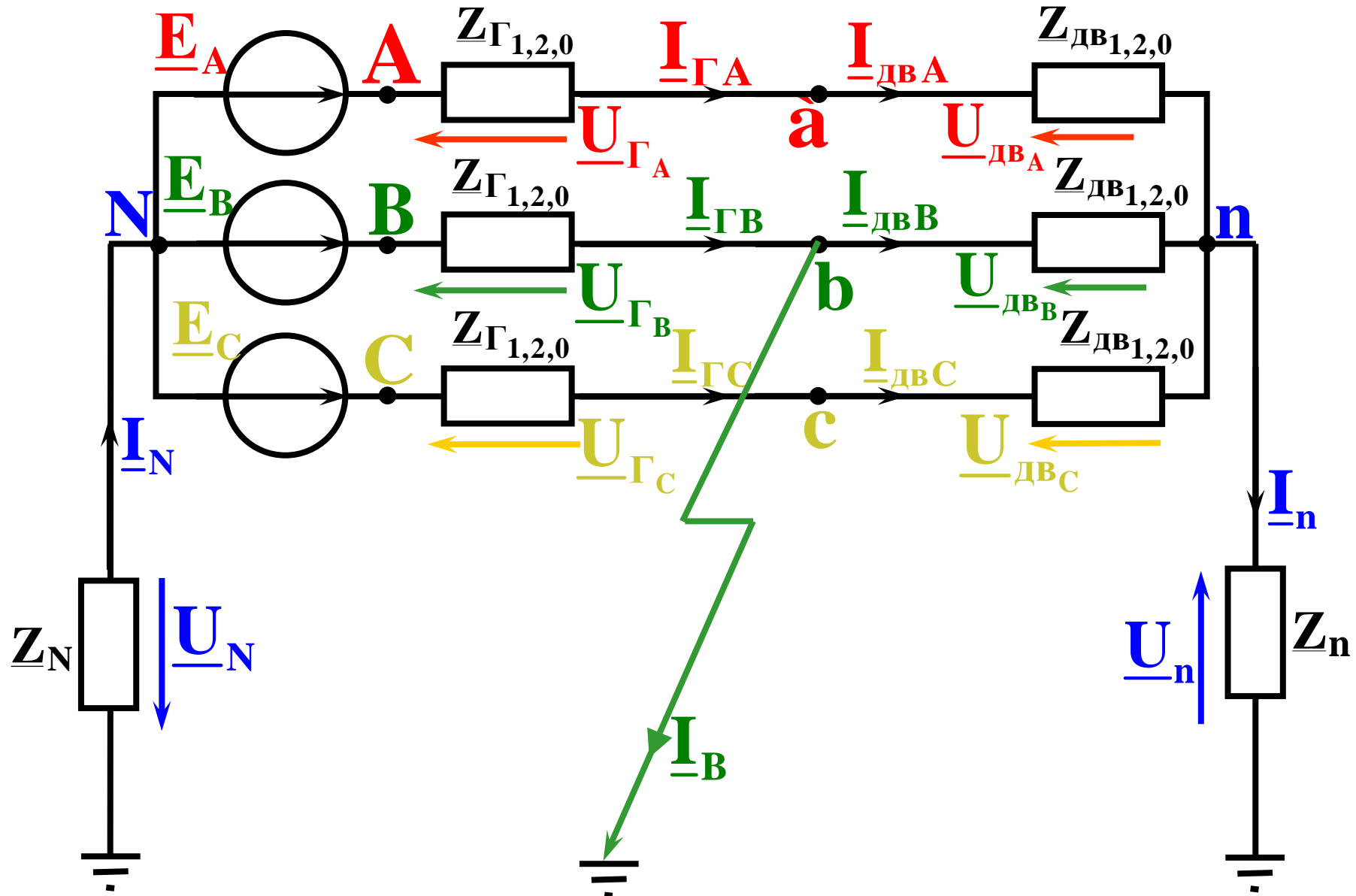
$$\delta_p \% = \frac{|P_B - P_{\Pi}|}{P_B} \cdot 100 \leq 3\%$$

$$\delta_Q \% = \frac{|Q_B - Q_{\Pi}|}{|Q_B|} \cdot 100 \leq 3\%$$



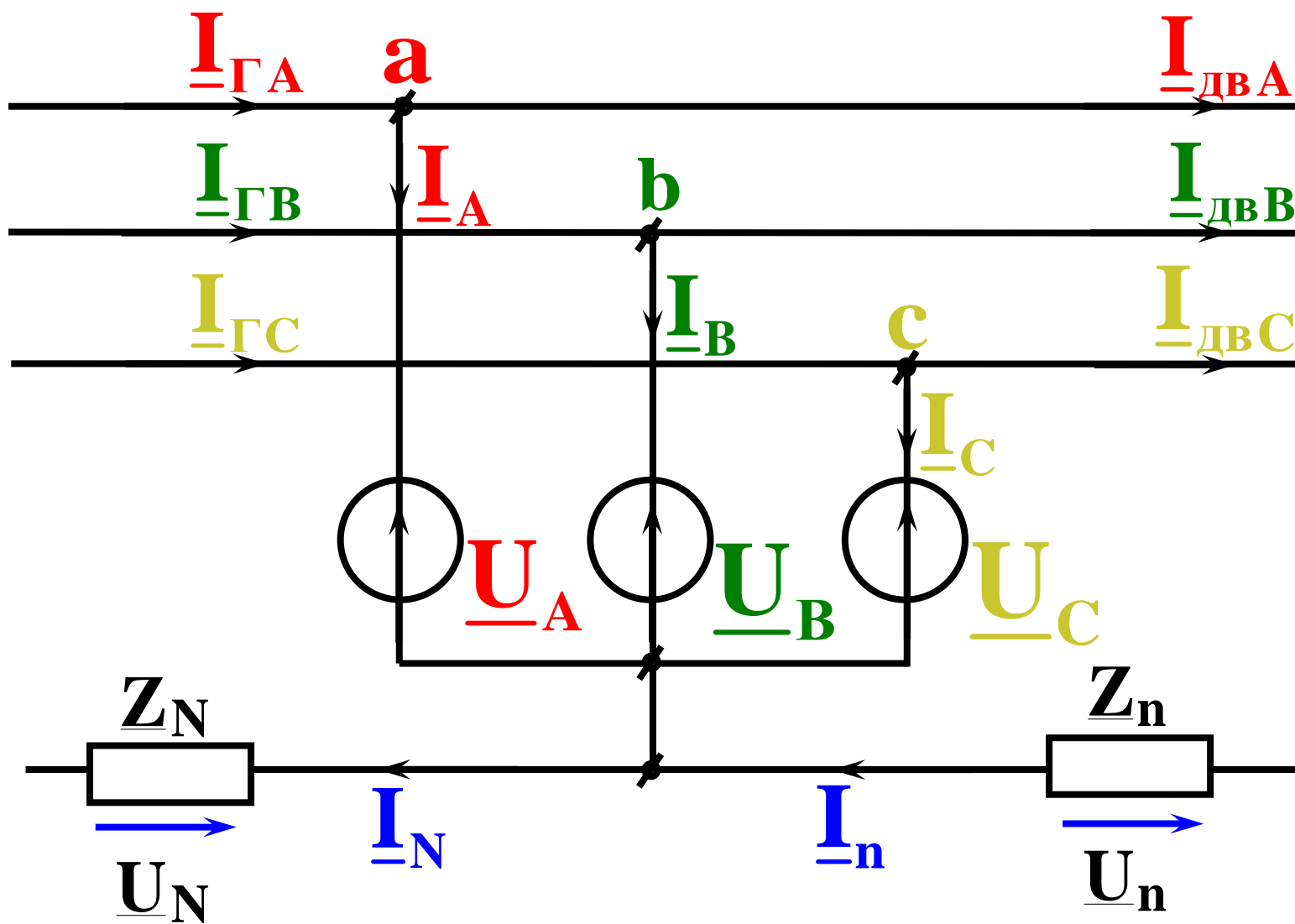
Расчет при коротком замыкании одной фазы (поперечная несимметрия)

Рассмотрим, например, **короткое замыкание** фазы ***B*** на “**землю**” на примере следующей схемы с **одинаковой** нагрузкой фаз и **симметричной** системой фазных ЭДС



В место повреждения
вводим **фиктивные** ЭДС:

\underline{U}_A , \underline{U}_B , \underline{U}_C



Условие:

$$\underline{I}_A = 0; \quad \underline{I}_C = 0; \quad \underline{U}_B = 0$$

Для особой фазы **B**:

$$\underline{I}_B = \underline{I}_{B1} + \underline{I}_{B2} + \underline{I}_{B0}$$

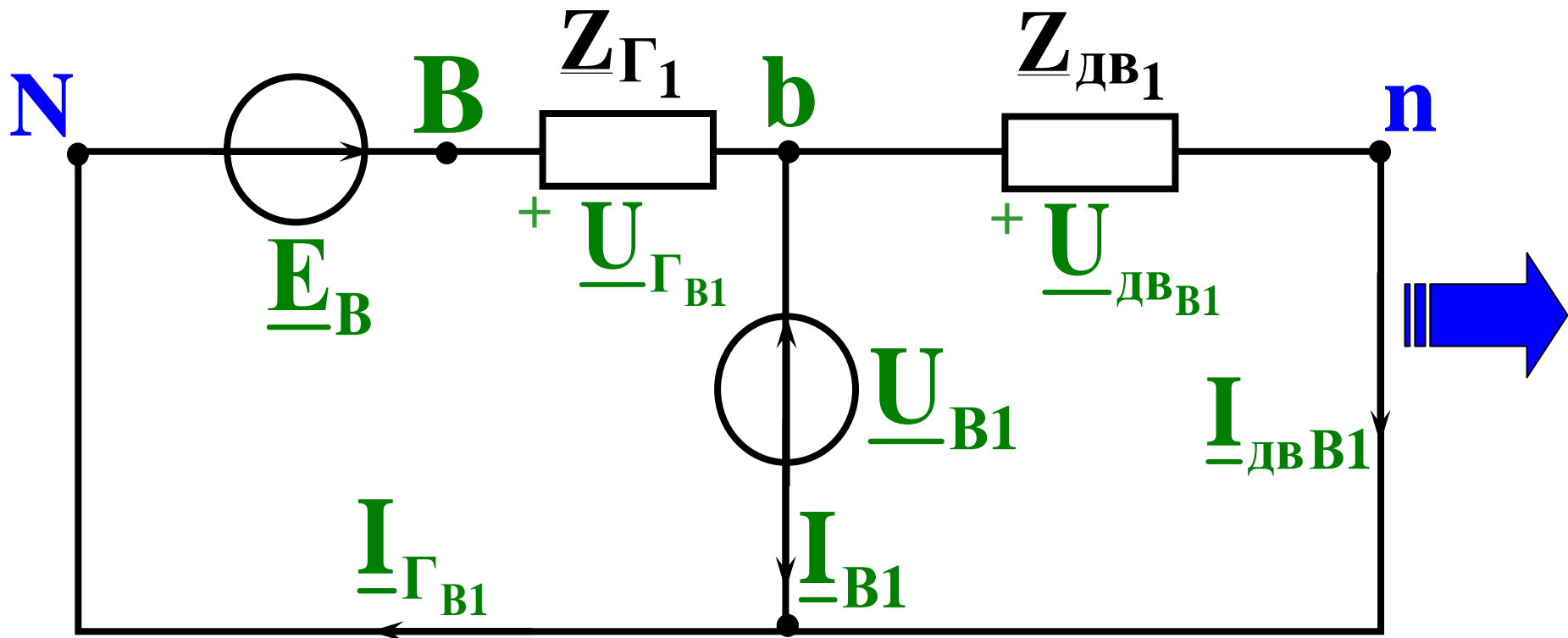
$$\underline{I}_{B1} = a^2 \frac{\underline{I}_A^0 + a \underline{I}_B + a^2 \underline{I}_C^0}{3} = \frac{\underline{I}_B}{3}$$

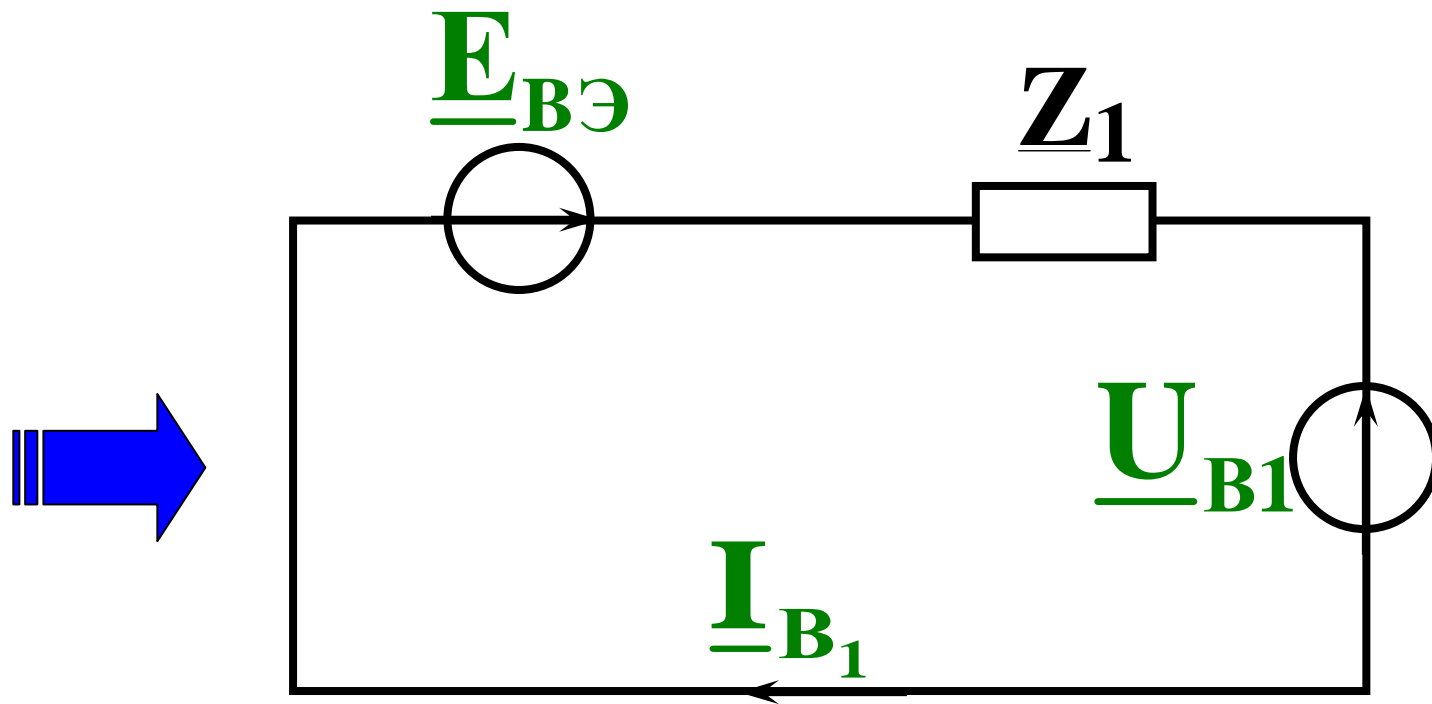
$$\underline{I}_{B_2} = a \frac{\underline{I}_A^0 + a^2 \underline{I}_B + a \underline{I}_C^0}{3} = \frac{\underline{I}_B}{3}$$

$$\underline{I}_{B_0} = \frac{\underline{I}_A^0 + \underline{I}_B + \underline{I}_C^0}{3} = \frac{\underline{I}_B}{3}$$

Расчетные схемы
для
особой фазы ***V***

а) схема **прямой**
последовательности





Где

$$\underline{Z}_1 = \frac{\underline{Z}_{\Gamma_1} \cdot \underline{Z}_{\text{дв}_1}}{\underline{Z}_{\Gamma_1} + \underline{Z}_{\text{дв}_1}} = \dots \text{ Ом}$$

$$\underline{E}_{\text{в}_3} = \frac{\underline{E}_{\text{в}}}{\underline{Z}_{\Gamma_1}} \underline{Z}_1 = \dots \text{ В}$$

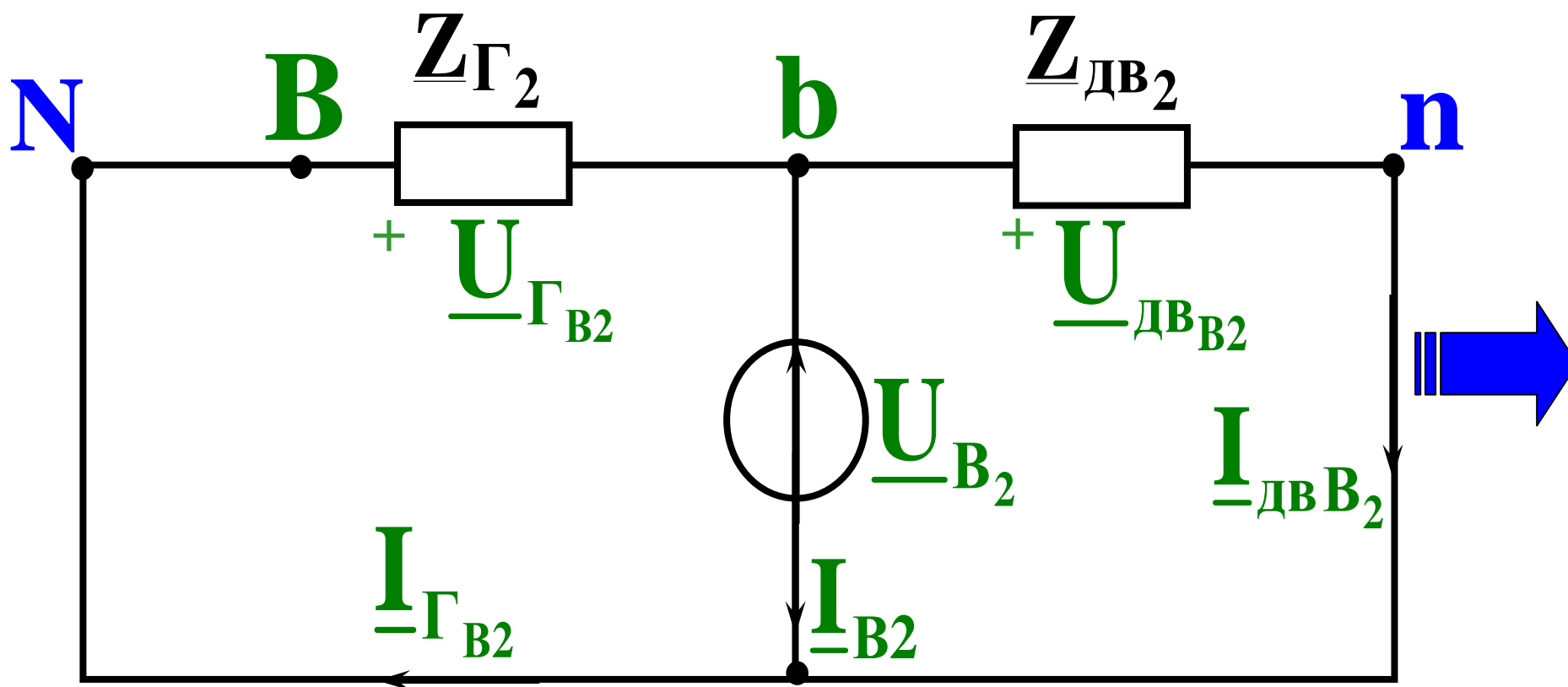
$$\underline{U}_{B_1} = \underline{E}_{B_3} - \underline{I}_{B_1} \underline{Z}_1$$

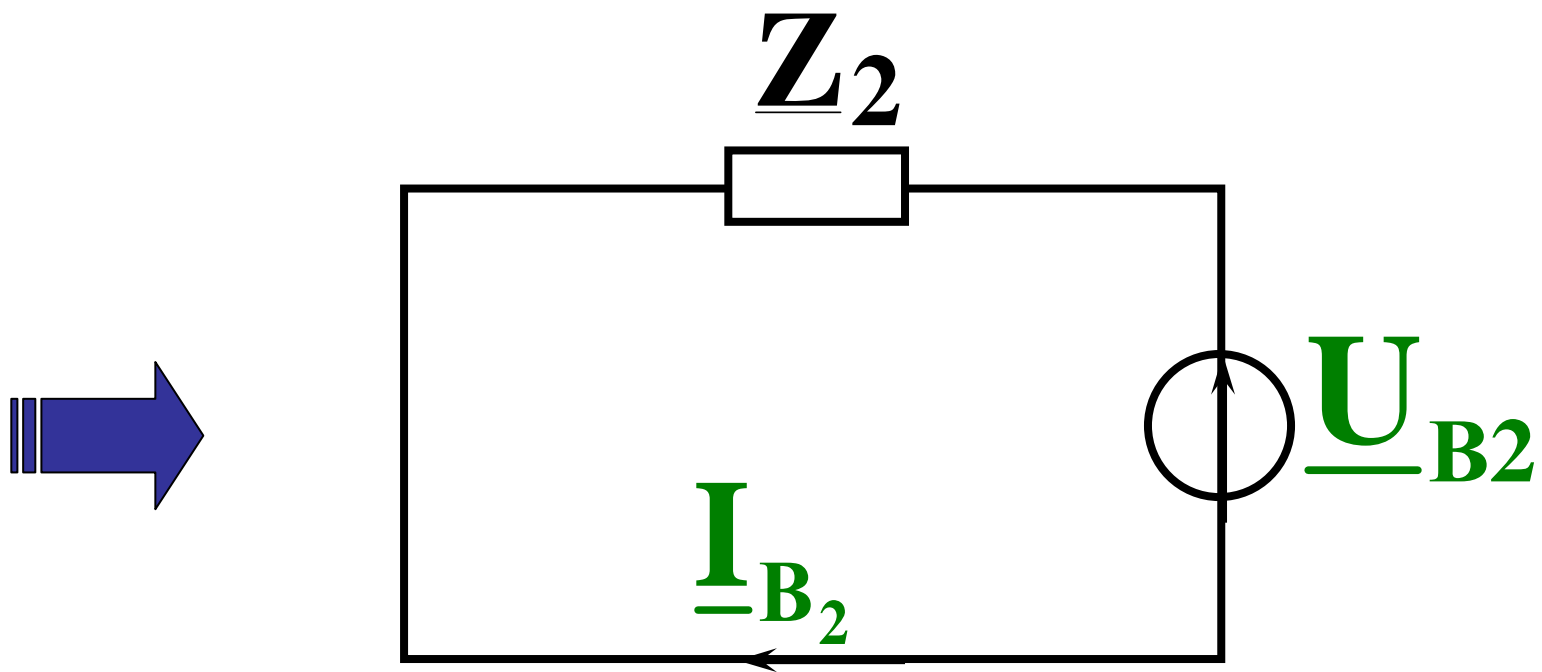
$$\underline{I}_{\text{дв}B_1} = \frac{\underline{U}_{\text{дв}B_1}}{\underline{Z}_{\text{дв}1}}; \quad \underline{U}_{\text{дв}B_1} = \underline{U}_{B_1}$$

$$\underline{I}_{\Gamma B_1} = \underline{I}_{B_1} + \underline{I}_{\text{дв}B_1}$$

$$\underline{U}_{\Gamma B_1} = \underline{Z}_{\Gamma_1} \underline{I}_{\Gamma B_1}$$

б) схема обратной последовательности





Где

$$\underline{Z}_2 = \frac{\underline{Z}_{\Gamma_2} \cdot \underline{Z}_{\text{дв}B_2}}{\underline{Z}_{\Gamma_2} + \underline{Z}_{\text{дв}B_2}} = \dots \text{ Ом}$$

$$\underline{U}_{B_2} = -\underline{I}_{B_2} \underline{Z}_2$$

$$\underline{U}_{\text{дв}B_2} = \underline{U}_{B_2}$$

$$\underline{I}_{\text{ДВ}B_2} = \frac{\underline{U}_{\text{ДВ}B_2}}{\underline{Z}_{\text{ДВ}2}}; \quad \underline{I}_{\Gamma B_2} = \underline{I}_{B_2} + \underline{I}_{\text{ДВ}B_2}$$

$$\underline{U}_{\Gamma B_2} = \underline{Z}_{\Gamma_2} \underline{I}_{\Gamma B_2}$$