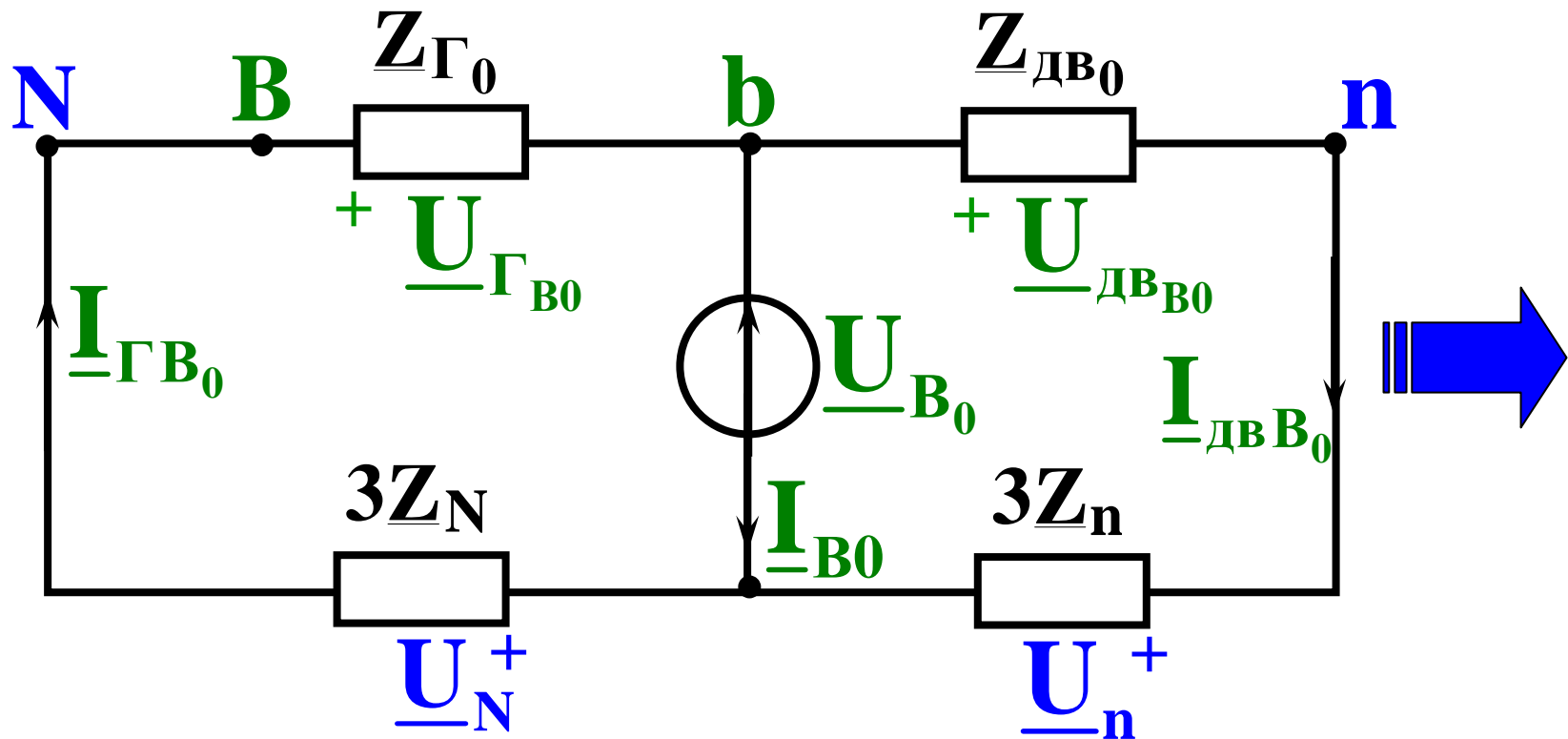
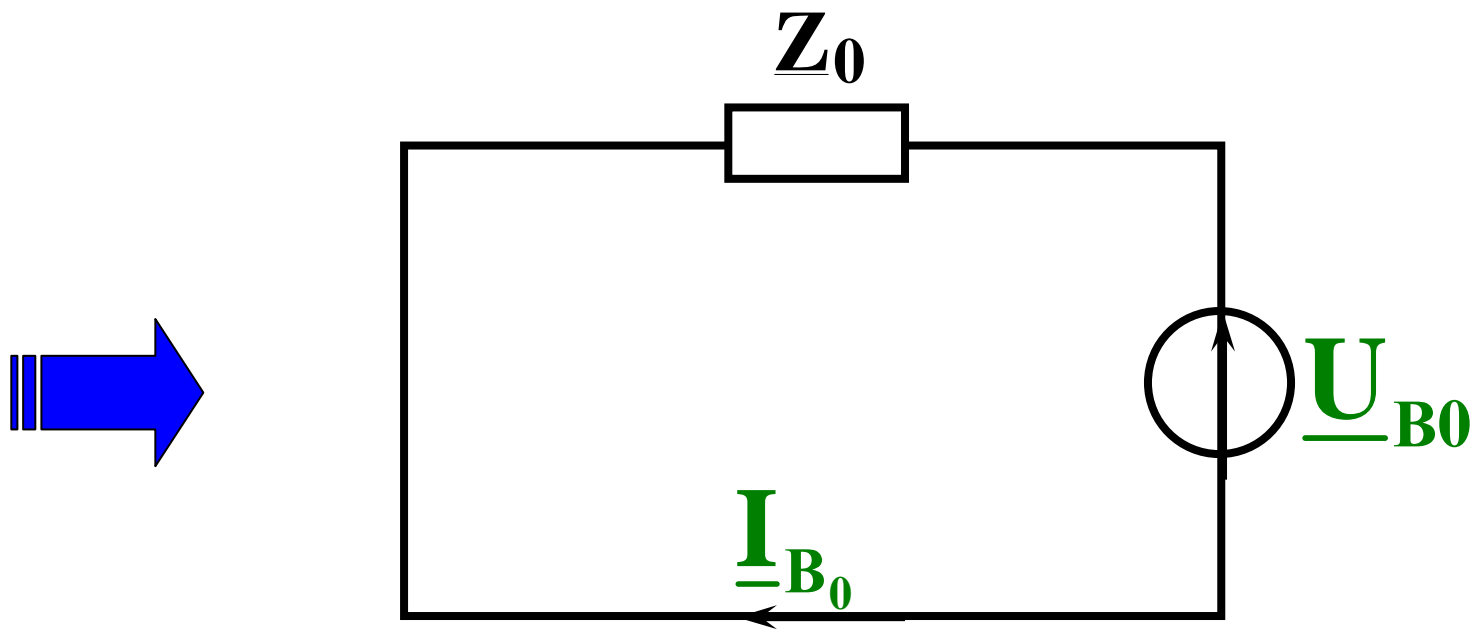


15 лекция

в) схема нулевой последовательности

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ





Где

$$\underline{Z}_0 = \frac{(\underline{Z}_{\Gamma_0} + 3\underline{Z}_N)(\underline{Z}_{дв_0} + 3\underline{Z}_n)}{(\underline{Z}_{\Gamma_0} + 3\underline{Z}_N) + (\underline{Z}_{дв_0} + 3\underline{Z}_n)} = \dots \mathbf{O_M}$$

$$\underline{U}_{B_0} = -\underline{Z}_0 \underline{I}_{B_0}; \quad \underline{U}_{дв B_0} = \underline{Z}_{дв 0} \underline{I}_{дв B_0}$$

$$\underline{I}_{дв B_0} = \frac{\underline{U}_{B_0}}{\underline{Z}_{дв 0} + 3\underline{Z}_n}$$

$$\underline{I}_{\Gamma B_0} = \underline{I}_{B_0} + \underline{I}_{дв B_0}$$

$$\underline{U}_{\Gamma_{B0}} = \underline{Z}_{\Gamma_0} \underline{I}_{\Gamma_{B0}}$$

$$\underline{U}_n = 3 \underline{Z}_n \underline{I}_{дв B_0} ;$$

$$\underline{U}_N = 3 \underline{Z}_N \underline{I}_{\Gamma B_0}$$

Так как

$$\begin{aligned}\underline{U}_B &= \underline{U}_{B_1} + \underline{U}_{B_2} + \underline{U}_{B_0} = \\ &= (\underline{E}_{B_0} - \underline{Z}_1 \underline{I}_{B1}) + (-\underline{Z}_2 \underline{I}_{B2}) + \\ &\quad + (-\underline{Z}_0 \underline{I}_{B0}) = 0\end{aligned}$$

То при

$$\underline{I}_{B1} = \underline{I}_{B2} = \underline{I}_{B0} = \frac{\underline{I}_B}{3}$$

определяем \underline{I}_B

Ток короткого замыкания в месте повреждения

$$\underline{I}_B = \frac{3\underline{E}_{B\text{э}}}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_0} = I_B e^{j\beta_B} = \dots A$$

Далее рассчитываем

$$\underline{I}_{ДВ_{B_{1,2,0}}}, \quad \underline{I}_{Г_{B_{1,2,0}}}, \quad \underline{U}_{ДВ_{B_{1,2,0}}}, \quad \underline{U}_{Г_{B_{1,2,0}}}$$

Затем находим

$$\underline{I}_{\Gamma_A} = a \underline{I}_{\Gamma_{B1}} + a^2 \underline{I}_{\Gamma_{B2}} + \underline{I}_{\Gamma_{B0}}$$

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

$$\underline{I}_{\Gamma_C} = a^2 \underline{I}_{\Gamma_{B1}} + a \underline{I}_{\Gamma_{B2}} + \underline{I}_{\Gamma_{B0}}$$

$$\underline{I}_{\text{ДВ}_A} = a \underline{I}_{\text{ДВ}_{B1}} + a^2 \underline{I}_{\text{ДВ}_{B2}} + \underline{I}_{\text{ДВ}_{B0}}$$

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

$$\underline{I}_{\text{ДВ}_C} = a^2 \underline{I}_{\text{ДВ}_{B1}} + a \underline{I}_{\text{ДВ}_{B2}} + \underline{I}_{\text{ДВ}_{B0}}$$

Далее

$$\underline{U}_{\Gamma_A} = a \underline{U}_{\Gamma_{B1}} + a^2 \underline{U}_{\Gamma_{B2}} + \underline{U}_{\Gamma_{B0}}$$

$$\underline{U}_{\Gamma_B} = \underline{U}_{\Gamma_{B1}} + \underline{U}_{\Gamma_{B2}} + \underline{U}_{\Gamma_{B0}}$$

$$\underline{U}_{\Gamma_C} = a^2 \underline{U}_{\Gamma_{B1}} + a \underline{U}_{\Gamma_{B2}} + \underline{U}_{\Gamma_{B0}}$$

$$\underline{U}_{\text{ДВ}_A} = a \underline{U}_{\text{ДВ}_{B1}} + a^2 \underline{U}_{\text{ДВ}_{B2}} + \underline{U}_{\text{ДВ}_{B0}}$$

$$\underline{U}_{\text{ДВ}_B} = \underline{U}_{\text{ДВ}_{B1}} + \underline{U}_{\text{ДВ}_{B2}} + \underline{U}_{\text{ДВ}_{B0}}$$

$$\underline{U}_{\text{ДВ}_C} = a^2 \underline{U}_{\text{ДВ}_{B1}} + a \underline{U}_{\text{ДВ}_{B2}} + \underline{U}_{\text{ДВ}_{B0}}$$

$$\underline{I}_n = 3\underline{I}_{\text{ДВ}_{B0}}$$

$$\underline{I}_N = 3\underline{I}_{\Gamma_{B0}}$$

$$\underline{U}_n = \underline{Z}_n \underline{I}_n$$

$$\underline{U}_N = \underline{Z}_N \underline{I}_N$$

Баланс мощностей

$$\begin{aligned}\underline{S}_B &= \underline{E}_A \dot{\underline{I}}_{\Gamma_A} + \underline{E}_B \dot{\underline{I}}_{\Gamma_B} + \underline{E}_C \dot{\underline{I}}_{\Gamma_C} = \\ &= P_B + jQ_B, \text{ ВА}\end{aligned}$$

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

$$\underline{S}_{\text{ДВ}} = \underline{U}_{\text{ДВ}A} \underline{I}_{\text{ДВ}A} + \underline{U}_{\text{ДВ}B} \underline{I}_{\text{ДВ}B} + \underline{U}_{\text{ДВ}C} \underline{I}_{\text{ДВ}C} = \\ = P_{\text{ДВ}} + jQ_{\text{ДВ}}, \text{ ВА}$$

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

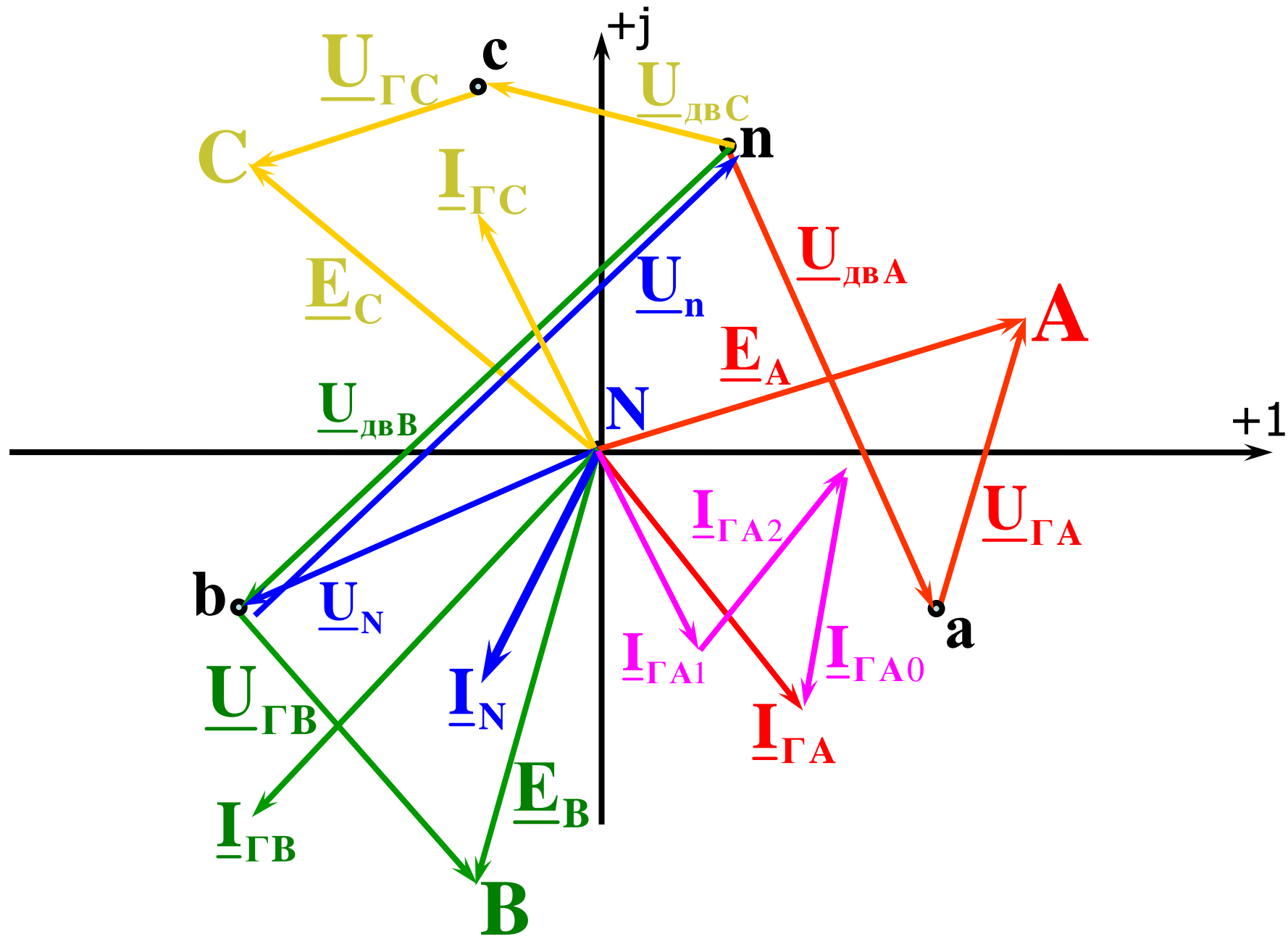
$$P_{\Pi} = P_{\Gamma} + P_{\text{дв}} + P_0, \quad \text{Вт}$$

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

Погрешности

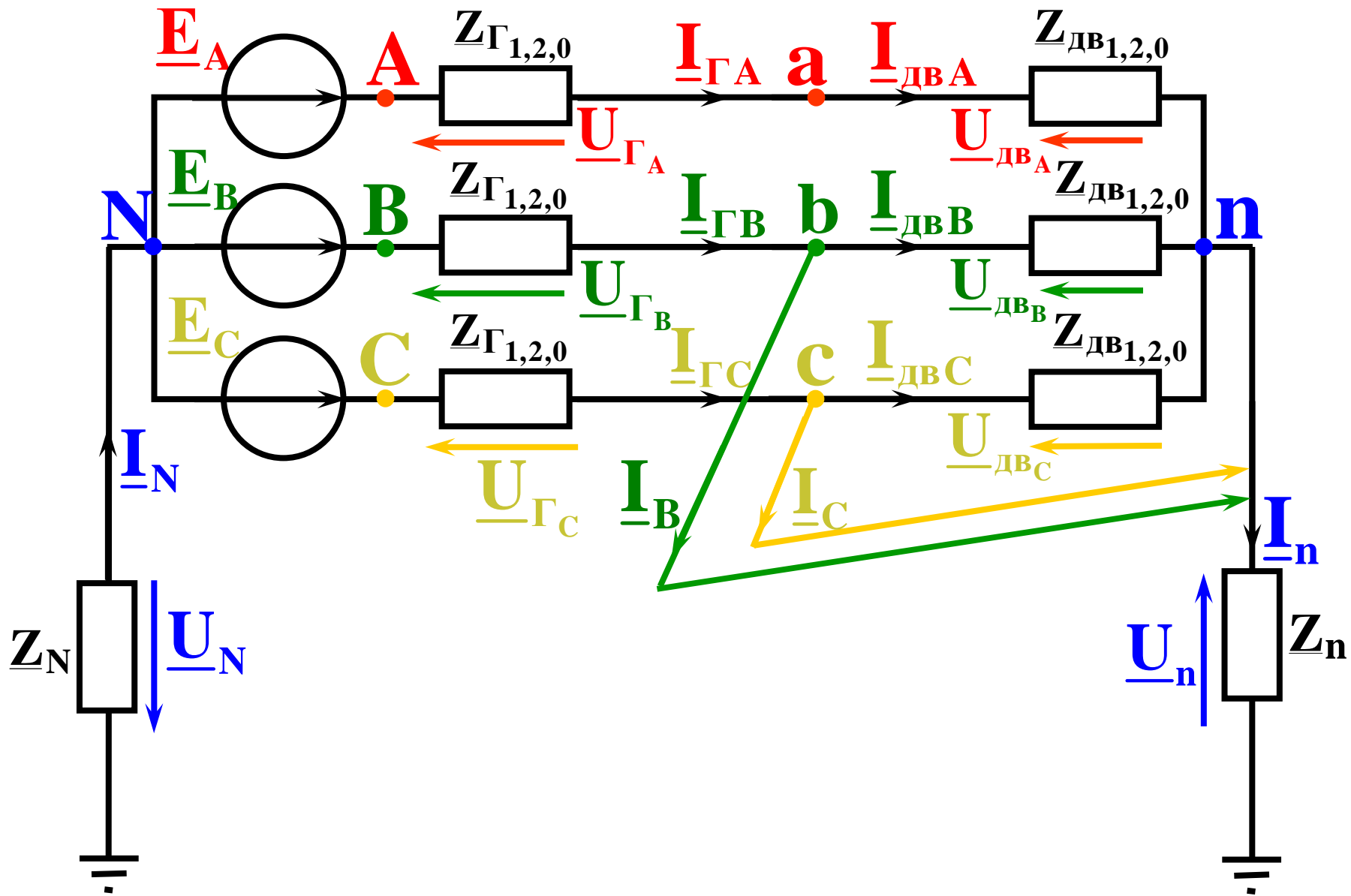
$$\delta_p \% = \frac{|P_B - P_{II}|}{P_B} \cdot 100 \leq 3\%$$

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



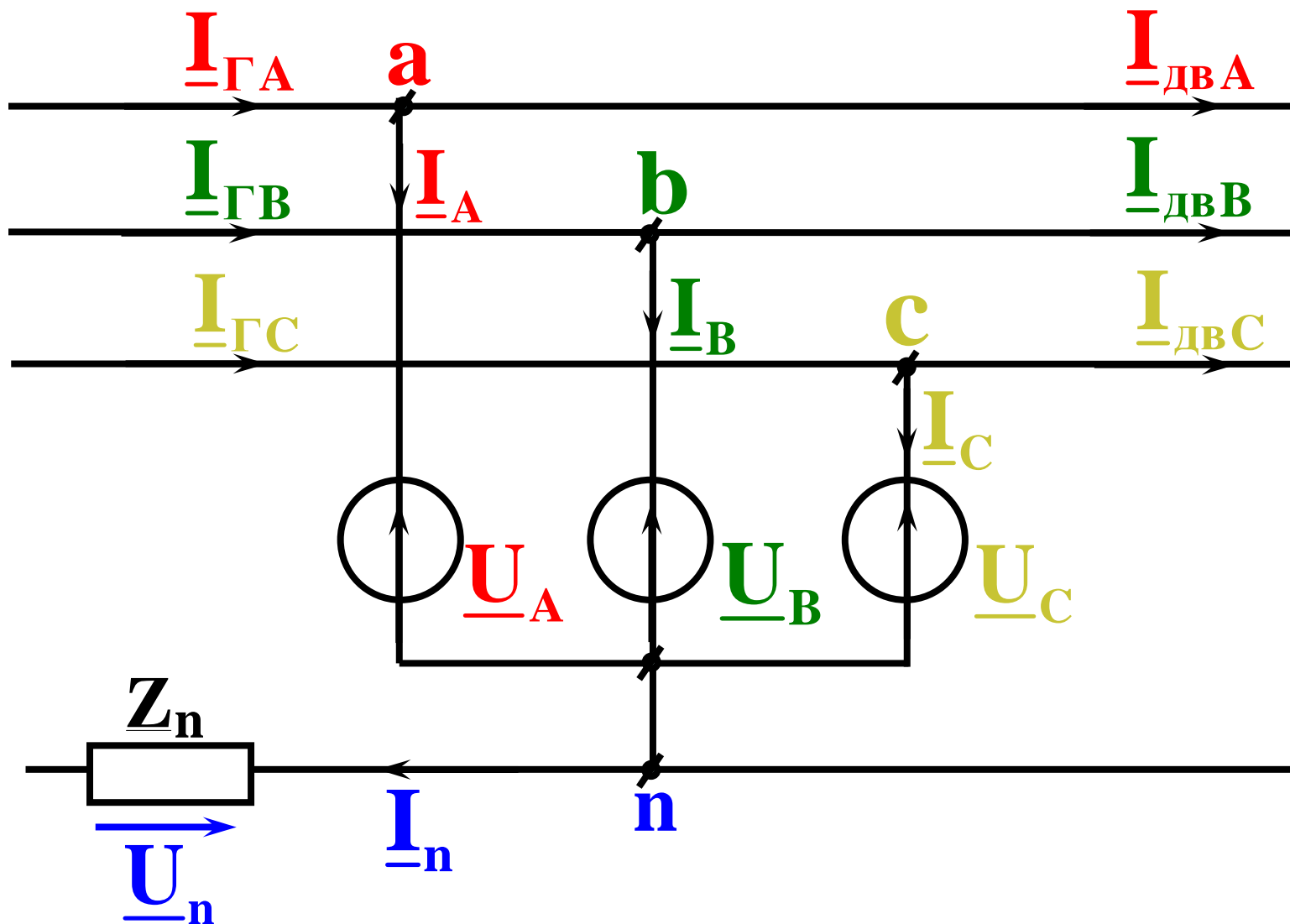
**Расчет при коротком
замыкании двух фаз
(поперечная несимметрия)**

Рассмотрим, например,
короткое замыкание фаз **b** и **c**
на нейтраль двигателя **n** 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:

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

Для особой фазы **A**:

$$\underline{U}_A = \underline{U}_{A1} + \underline{U}_{A2} + \underline{U}_{A0}$$

$$\underline{U}_{A1} = \frac{\underline{U}_A + a \underline{U}_B + a^2 \underline{U}_C}{3} = \frac{\underline{U}_A}{3}$$

$$\underline{U}_{A_2} = \frac{\underline{U}_A + a^2 \underline{U}_B^0 + a \underline{U}_C^0}{3} = \frac{\underline{U}_A}{3}$$

$$\underline{U}_{A_0} = \frac{\underline{U}_A + \underline{U}_B^0 + \underline{U}_C^0}{3} = \frac{\underline{U}_A}{3}$$

Расчетные схемы для особой фазы А

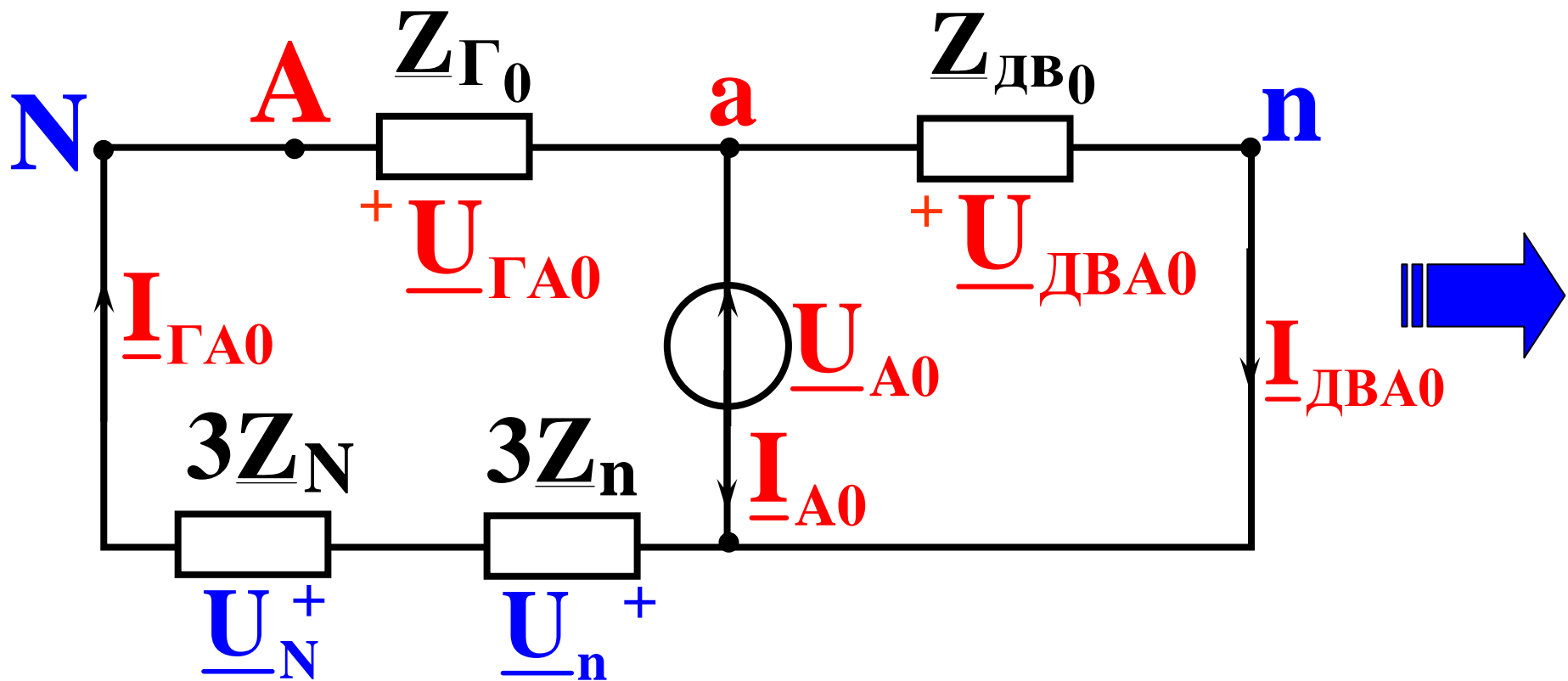
а) схема **прямой**
последовательности
аналогична **однофазному**
к.з. при

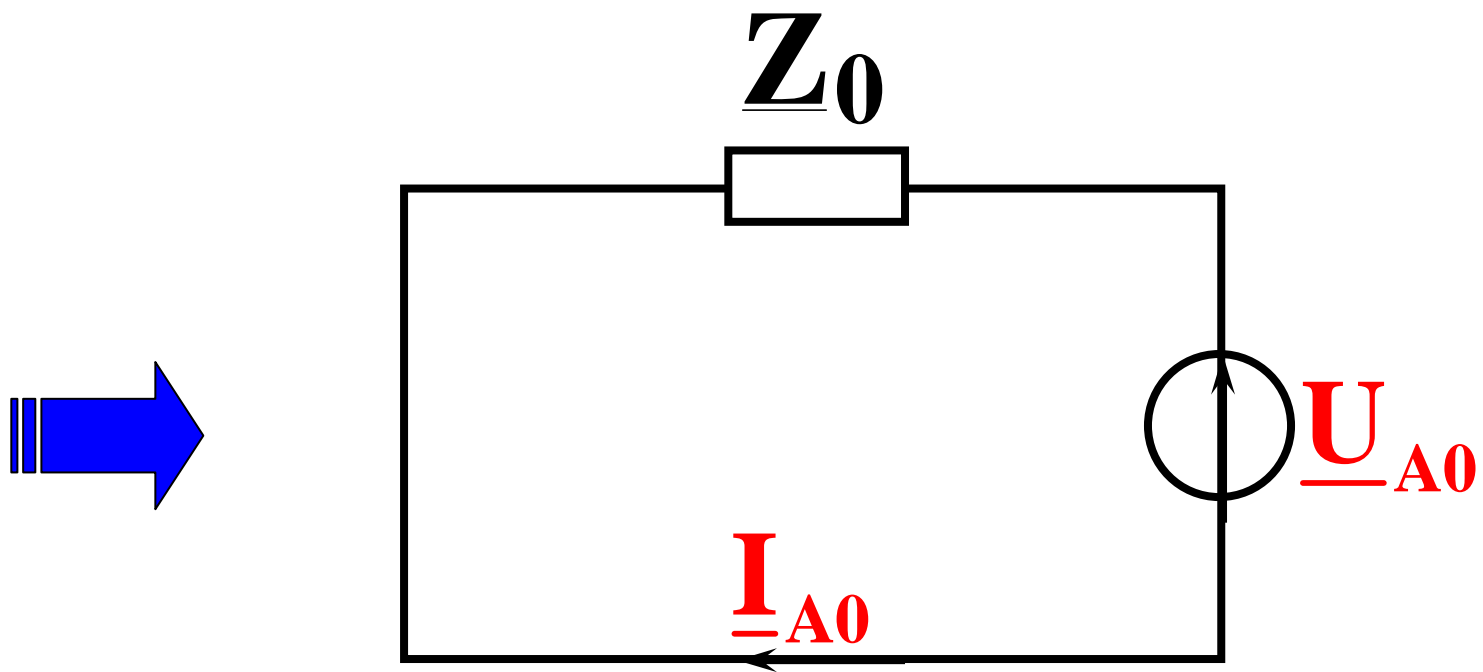
$$\underline{I}_{A1} = \frac{\underline{E}_{A\varepsilon} - \underline{U}_{A1}}{\underline{Z}_1}$$

б) схема **обратной**
последовательности
аналогична **однофазному**
к.з. при

$$\underline{I}_{A2} = - \frac{\underline{U}_{A2}}{\underline{Z}_2}$$

в) схема нулевой последовательности





Где

$$\underline{Z}_0 = \frac{\underline{Z}_{дв0} (\underline{Z}_{\Gamma_0} + 3\underline{Z}_N + 3\underline{Z}_n)}{\underline{Z}_{дв0} + \underline{Z}_{\Gamma_0} + 3\underline{Z}_N + 3\underline{Z}_n} = \dots \mathbf{0_M}$$

$$\underline{U}_{\text{ДВА0}} = \underline{U}_{\text{A0}}$$

$$\underline{I}_{\text{A0}} = -\frac{\underline{U}_{\text{A0}}}{\underline{Z}_0} \quad \underline{I}_{\text{ДВА0}} = \frac{\underline{U}_{\text{ДВА0}}}{\underline{Z}_{\text{ДВ0}}}$$

$$\underline{I}_{\text{ГА0}} = \underline{I}_{\text{A0}} + \underline{I}_{\text{ДВА0}}$$

$$\underline{U}_{\Gamma A0} = \underline{Z}_{\Gamma0} \underline{I}_{\Gamma A0}$$

$$\underline{U}_n = 3 \underline{Z}_n \underline{I}_{\Gamma A0}$$

$$\underline{U}_N = 3 \underline{Z}_N \underline{I}_{\Gamma A0}$$

$$\underline{I}_n = \underline{I}_N = 3 \underline{I}_{\Gamma A0}$$

Так как

$$\begin{aligned} \underline{I}_A &= \underline{I}_{A1} + \underline{I}_{A2} + \underline{I}_{A0} = \\ &= \frac{\underline{E}_{AЭ} - \underline{U}_{A1}}{\underline{Z}_1} - \frac{\underline{U}_{A2}}{\underline{Z}_2} - \frac{\underline{U}_{A0}}{\underline{Z}_0} = 0 \end{aligned}$$

То при

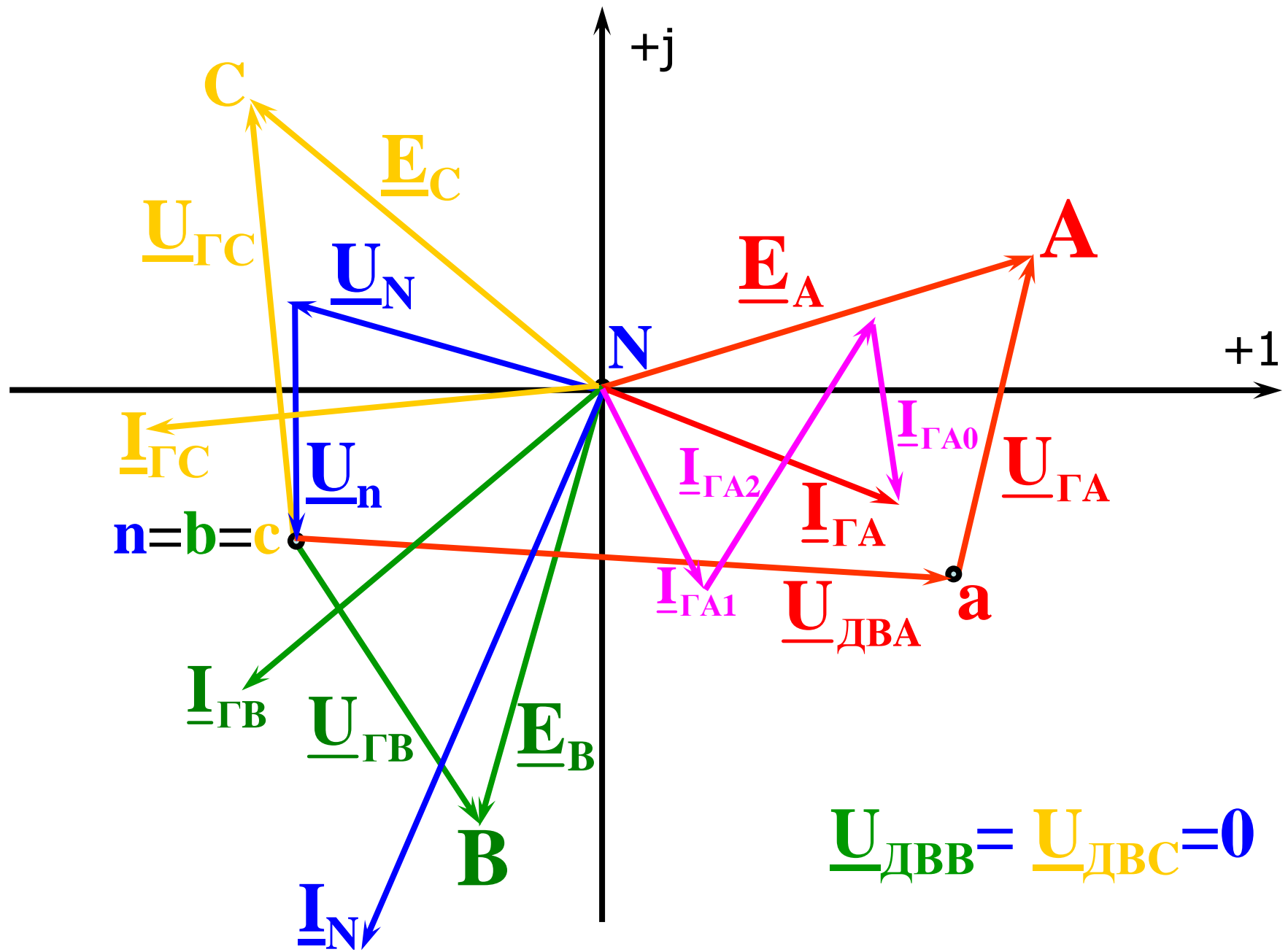
$$\underline{U}_{A1} = \underline{U}_{A2} = \underline{U}_{A0} = \frac{\underline{U}_A}{3}$$

определяем \underline{U}_A

Фазное напряжение в месте повреждения

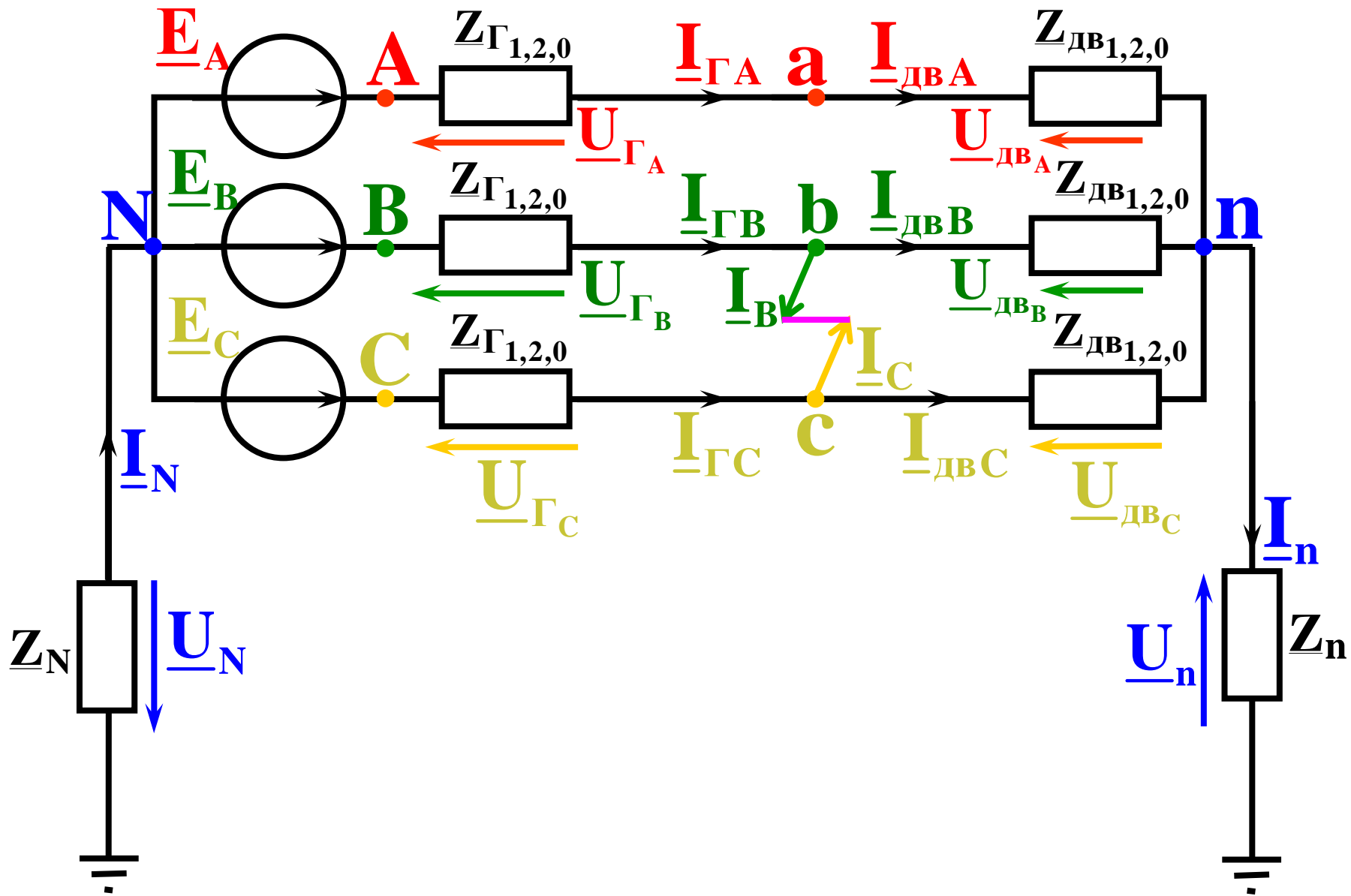
$$\underline{U}_A = \frac{3\underline{E}_{AЭ} \underline{Z}_2 \underline{Z}_0}{\underline{Z}_1 \underline{Z}_2 + \underline{Z}_1 \underline{Z}_0 + \underline{Z}_2 \underline{Z}_0} = \dots (\text{В})$$

Далее расчет ведем
аналогично
однофазному
короткому замыканию



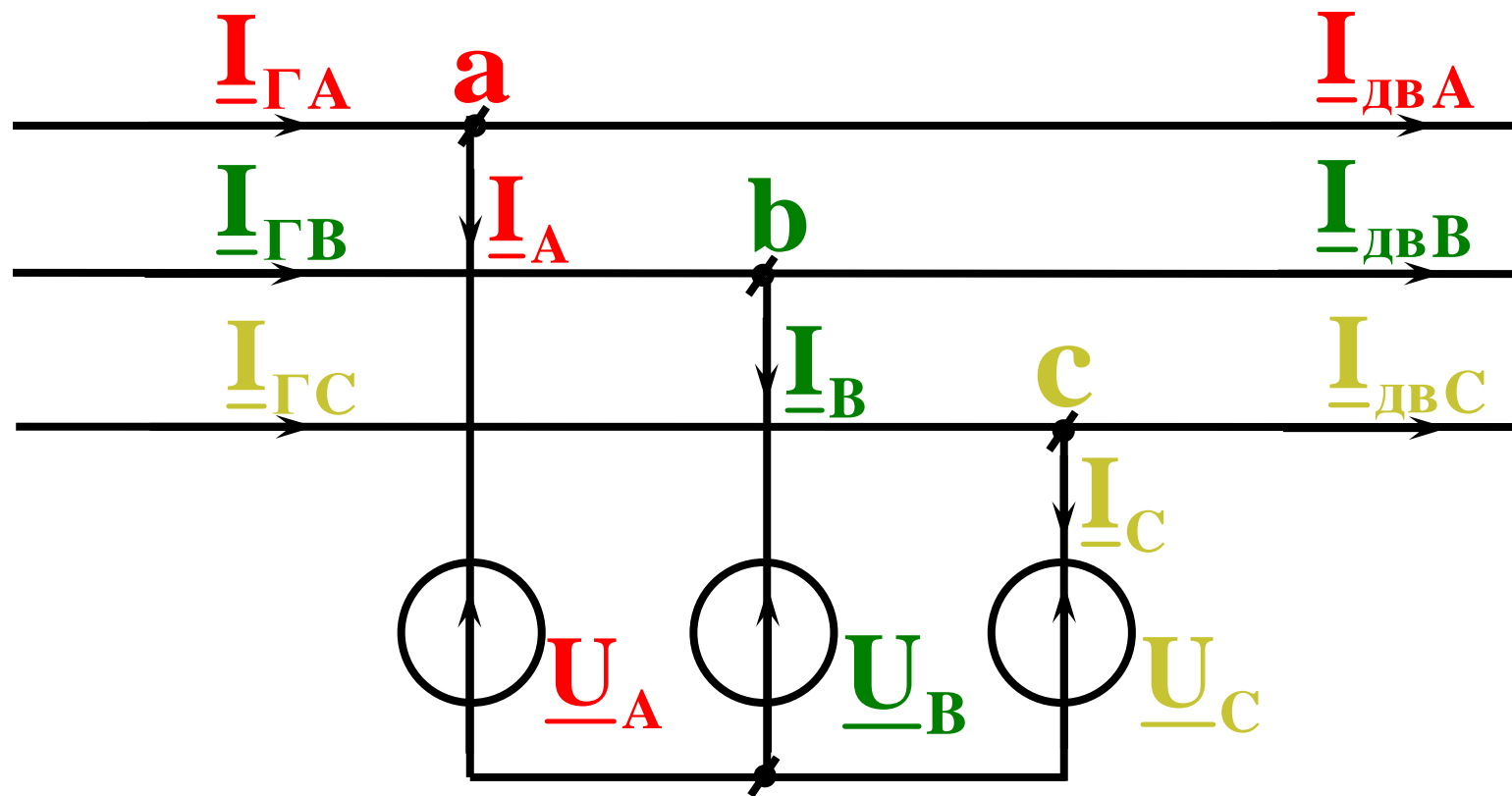
Расчет при коротком замыкании между фазами (поперечная несимметрия)

Рассмотрим, например,
короткое замыкание между
фазами **b** и **c** 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:

$$\underline{I}_A = 0;$$

$$\underline{I}_B + \underline{I}_C = 0;$$

$$\underline{U}_B - \underline{U}_C = 0$$

Для особой фазы **A**:

$$\underline{I}_A = \underline{I}_{A1} + \underline{I}_{A2} + \underline{I}_{A0} = 0$$

но $\underline{I}_{A0} = 0$ т.к. нет связи с
«землей».

В результате $\underline{I}_{A1} = -\underline{I}_{A2}$,
причем

$$\underline{U}_A = \underline{U}_{A1} + \underline{U}_{A2} + \underline{U}_{A0}$$

$$\underline{U}_B = a^2 \underline{U}_{A1} + a \underline{U}_{A2} + \underline{U}_{A0}$$

$$\underline{U}_C = a \underline{U}_{A1} + a^2 \underline{U}_{A2} + \underline{U}_{A0}$$

Тогда

$$\underline{U}_B - \underline{U}_C = (a^2 - a) \underline{U}_{A1} + (a - a^2) \underline{U}_{A2} = 0$$

ИЛИ

$$\underline{U}_{A1} = \underline{U}_{A2}$$

Расчетные схемы
для
особой фазы А

а) схема **прямой**
последовательности
аналогична **однофазному к.з.**
при

$$\underline{I}_{A1} = \frac{\underline{E}_{A\varepsilon} - \underline{U}_{A1}}{\underline{Z}_1}$$

б) схема **обратной**
последовательности
аналогична **однофазному к.з.**
при

$$\underline{I}_{A2} = - \frac{\underline{U}_{A2}}{\underline{Z}_2}$$

Так как

$$\begin{aligned} \underline{I}_A &= \underline{I}_{A1} + \underline{I}_{A2} + \cancel{\underline{I}_{A0}} = \\ &= \frac{\underline{E}_{AЭ} - \underline{U}_{A1}}{\underline{Z}_1} - \frac{\underline{U}_{A2}}{\underline{Z}_2} = \mathbf{0} \end{aligned}$$

То при

$$\underline{U}_{A1} = \underline{U}_{A2}$$

определяем

$$\underline{U}_{A1} = \underline{U}_{A2} = \frac{\underline{Z}_2 \underline{E}_{AЭ}}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = \dots \mathbf{B}$$

Далее без нулевой
последовательности
расчет ведем
аналогично
однофазному
короткому замыканию

