

Электрическая часть электрических станций и подстанций

Кафедра электрических станций

ЭЭз-41

Литвинов Илья Игоревич, 2-212

litvinovii@mail.ru

Электрическая часть электрических станций и подстанций

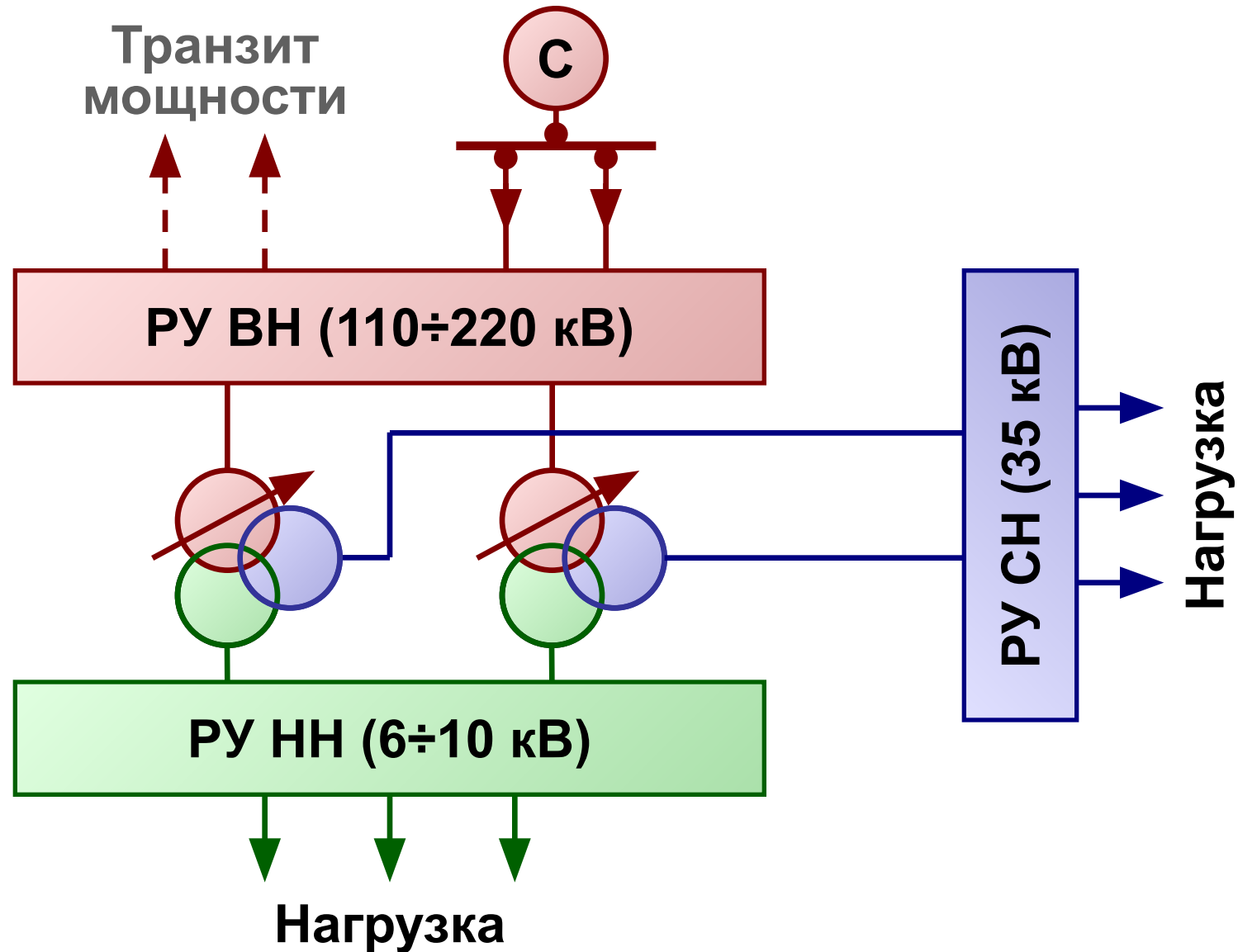
Кафедра электрических станций

ЭЭз-42

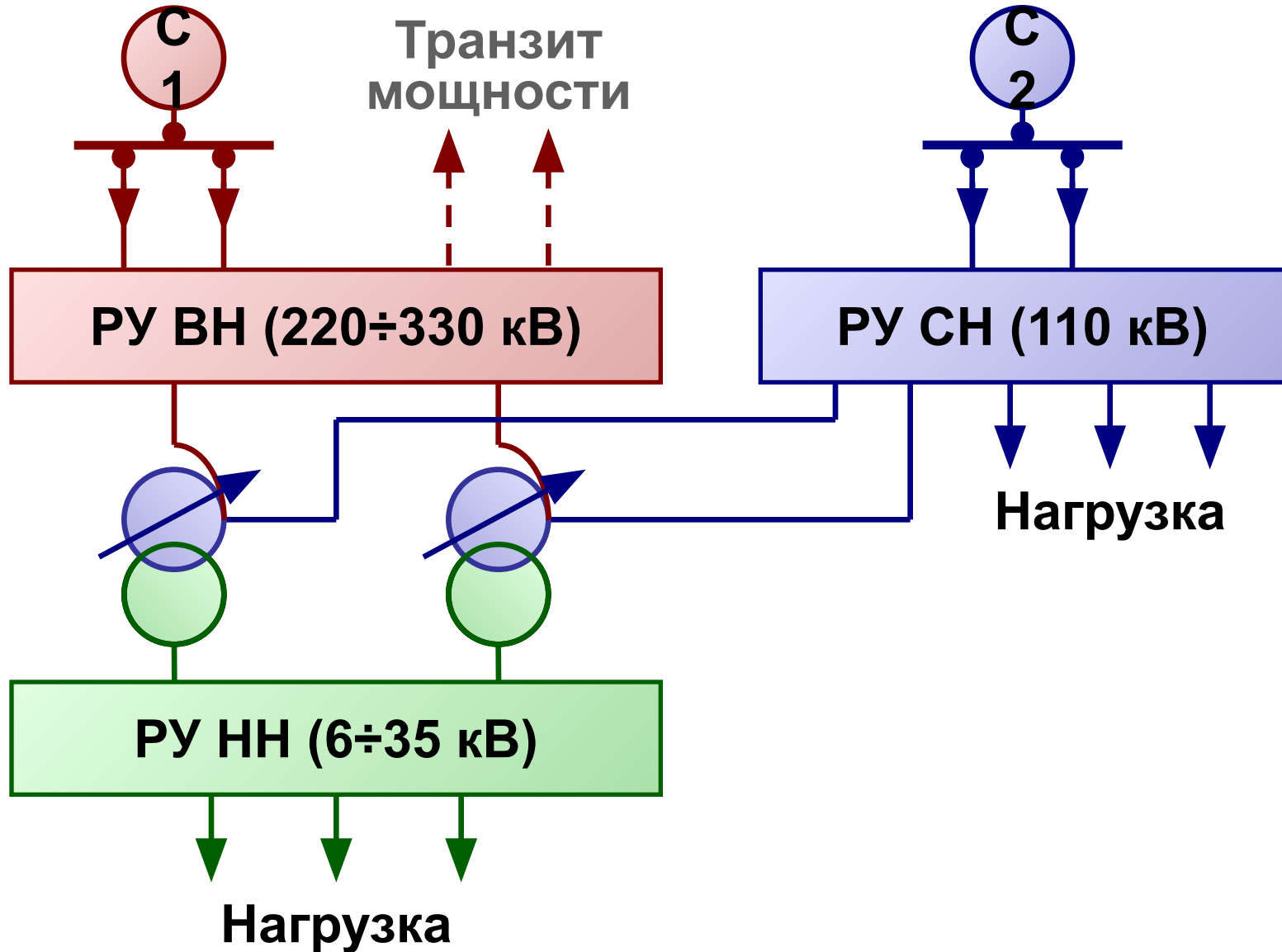
Купарев Михаил Анатольевич, 2-314, 212

kuparevma@gmail.com

Тупиковая (или проходная) ПС с тремя РУ



Узловая системная подстанция



Типовые суточные графики нагрузок

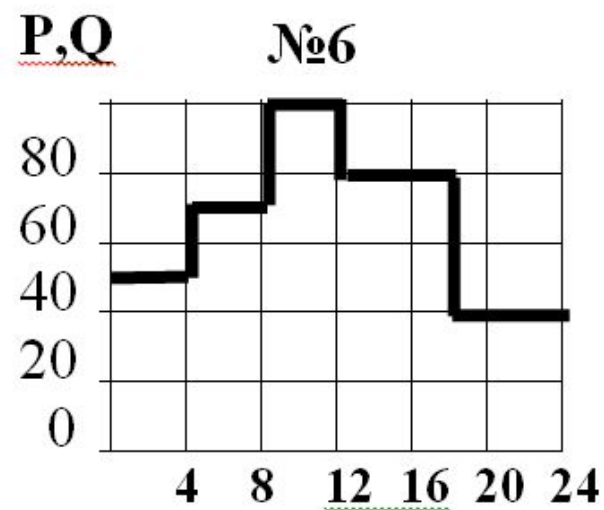
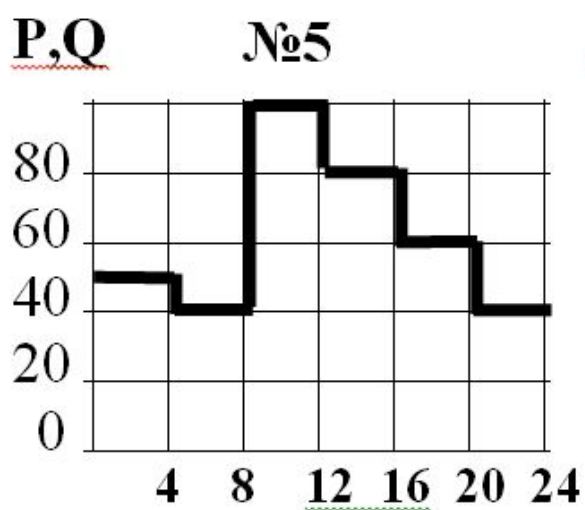
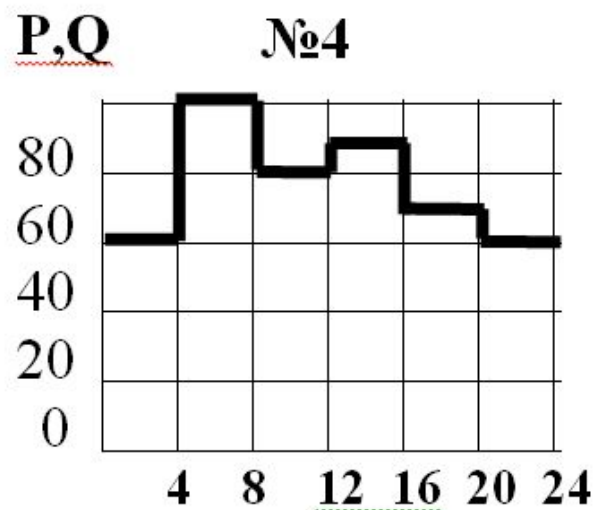
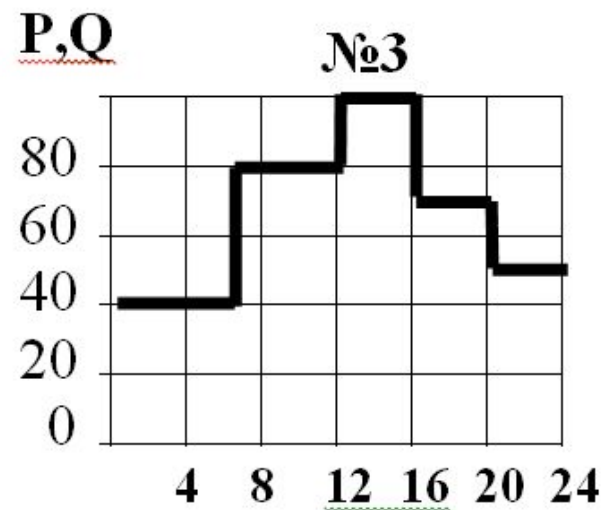
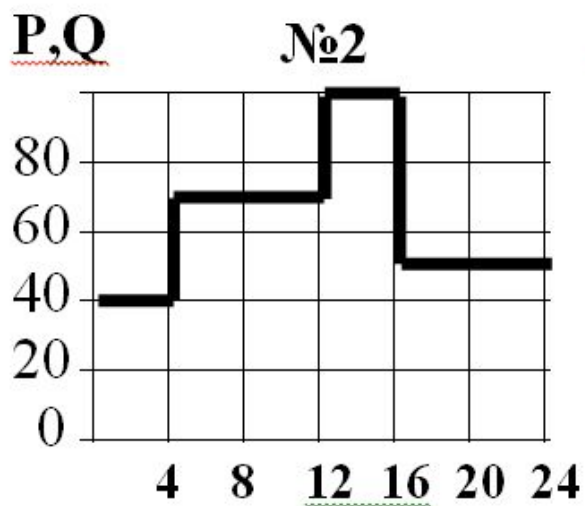
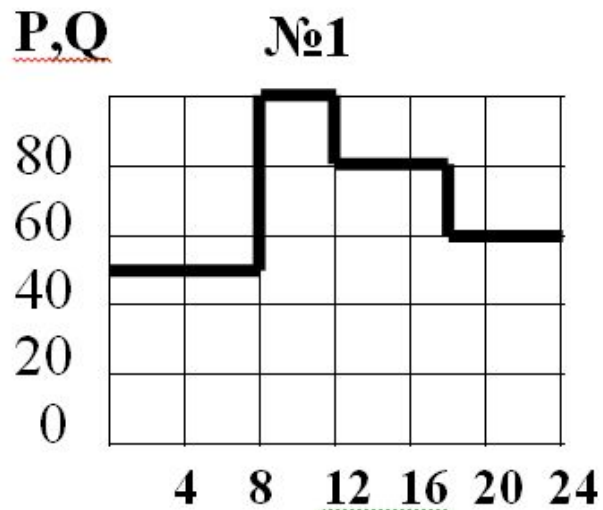
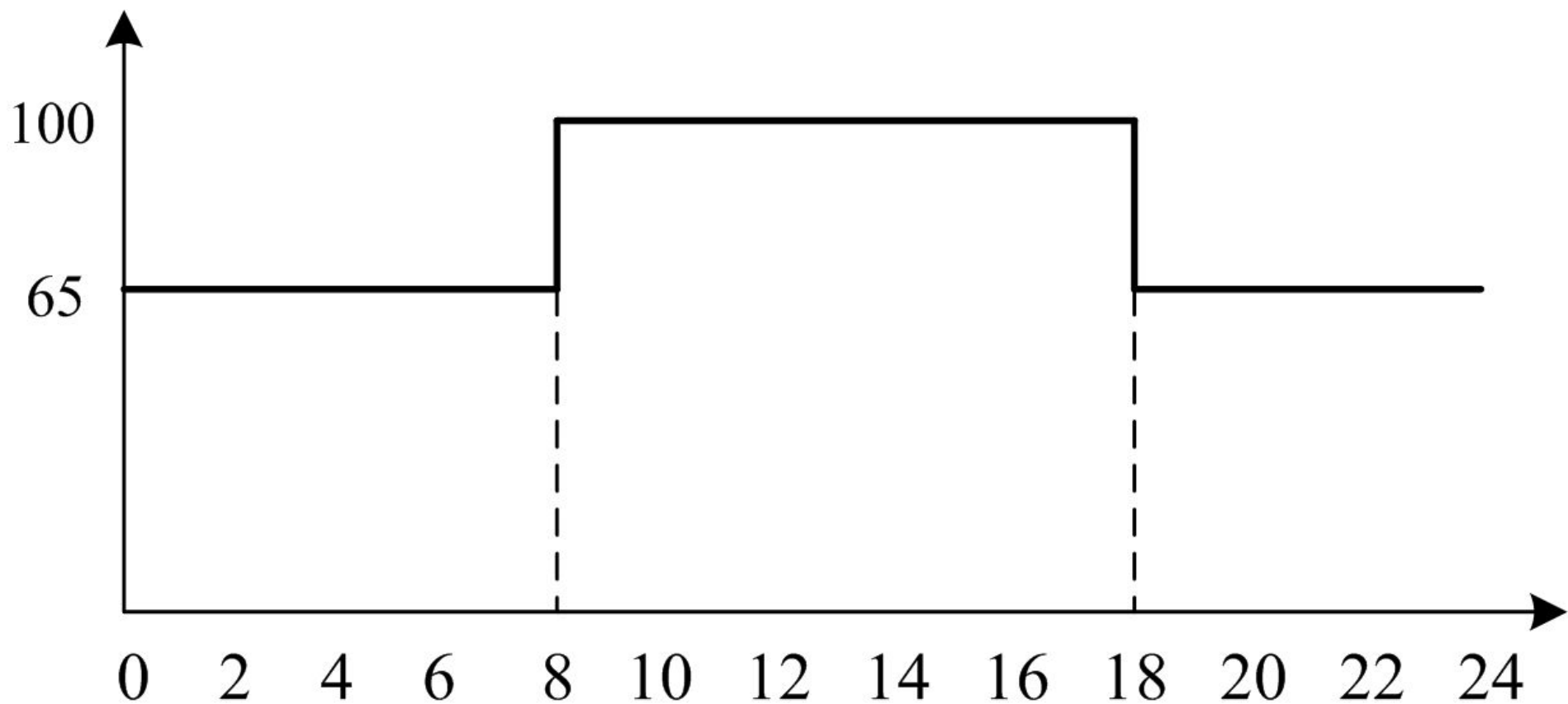
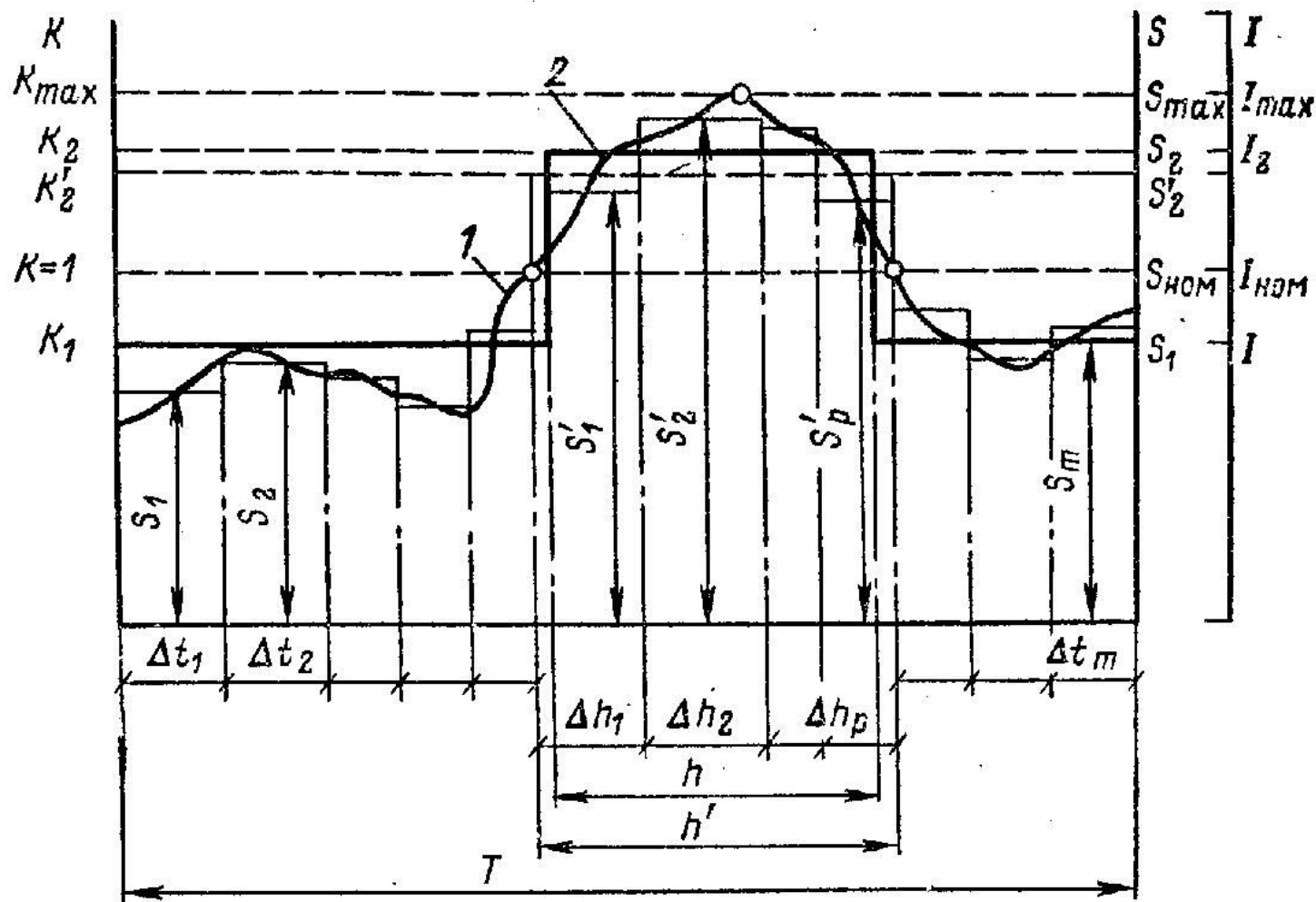


График нагрузки СН



Приведение графика нагрузки к двухступенчатому



Напряжение системы: 220 кВ

Потребители СН:

напряжение 110 кВ,

количество 4,

коэффициент мощности 0,9

мощность одного 45 МВт,

коэффициент одновременности 0,84

доля потребителей 3 категории 0,24

Потребители НН:
напряжение 10 кВ,
количество 14,
коэффициент мощности 0,82
мощность одного 3,5 МВт,
коэффициент одновременности 0,82
доля потребителей 3 категории 0,3

вариант графика нагрузки № 2

Выбор мощности трансформаторов (автотрансформаторов)

Нормальный рабочий режим
(режим систематических
перегрузок,
оба трансформатора в работе)

Расчёт максимальной мощности
нагрузки по сторонам НН и СН

$$P_{\max} = k_{\theta\sigma} P_{H\sigma} n$$

Таблица 1 – Расчёт мощности стороны НН по суточному графику в нормальном режиме

t, ч	$P_{HH}, Q_{HH}, S_{HH},$ %	$P_{HH}=P\%*$ $P_{max},$ МВт	$Q_{HH}=P_{HH}*$ $tg\varphi,$ МВАр	$S_{HH} = \sqrt{P_{HH}^2 + Q_{HH}^2}$ МВА
0 – 4	40	16,07	8,67	18,26
4 – 12	70	28,13	15,18	31,96
12–16	100	40,18	21,68	45,66
16–24	50	20,09	10,84	22,83

Таблица 2 – Расчёт мощности стороны СН по суточному графику в нормальном режиме

t, ч	$P_{CH}, Q_{CH}, S_{CH},$ %	$P_{CH}=P\%$ *$P_{max},$ МВт	$Q_{CH}=P_{CH}$ *$tg\varphi,$ МВАр	$S_{CH} = \sqrt{P_{CH}^2 + Q_{CH}^2}$ МВА
0 – 3	65	98,28	47,60	109,20
8 – 18	100	151,20	73,23	168,00
18–24	65	98,28	47,60	109,20

Таблица 3 – Расчёт мощности стороны ВН по суточному графику в нормальном режиме

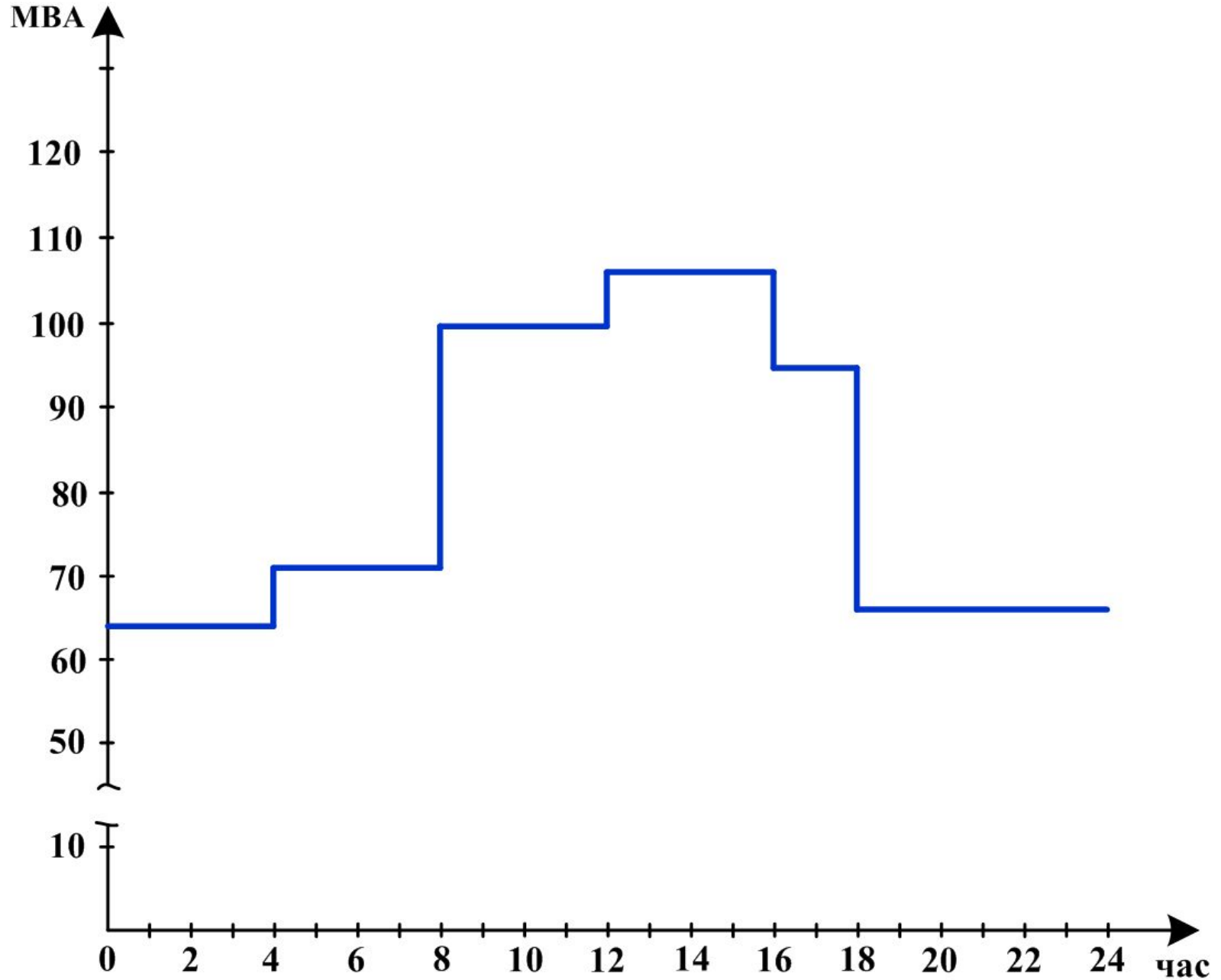
t, ч	$P_{BH} = P_{HH} + P_{CH}$ МВт	$Q_{BH} = Q_{HH} + Q_{CH}$ МВАр	$S_{BH} = \frac{\sqrt{P_{BH}^2 + Q_{BH}^2}}{2}$, МВА
0 – 4	114,35	56,27	63,72
4 – 8	126,41	62,78	70,57
8 – 12	179,33	88,41	99,97
12–16	191,38	94,92	106,81
16–18	171,29	84,07	95,41
18–24	118,37	58,44	66,01

Расчёт коэффициентов начальной загрузки и перегрузки (K1 и K2)

$$K_1 = \frac{1}{S_{HOM}} \sqrt{\frac{S_1^2 \Delta t_1 + S_2^2 \Delta t_2 + \dots + S_m^2 \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}}$$

$$K_2' = \frac{1}{S_{HOM}} \sqrt{\frac{(S_1')^2 \Delta h_1 + (S_2')^2 \Delta h_2 + \dots + (S_m')^2 \Delta h_p}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots \Delta h_p}}$$

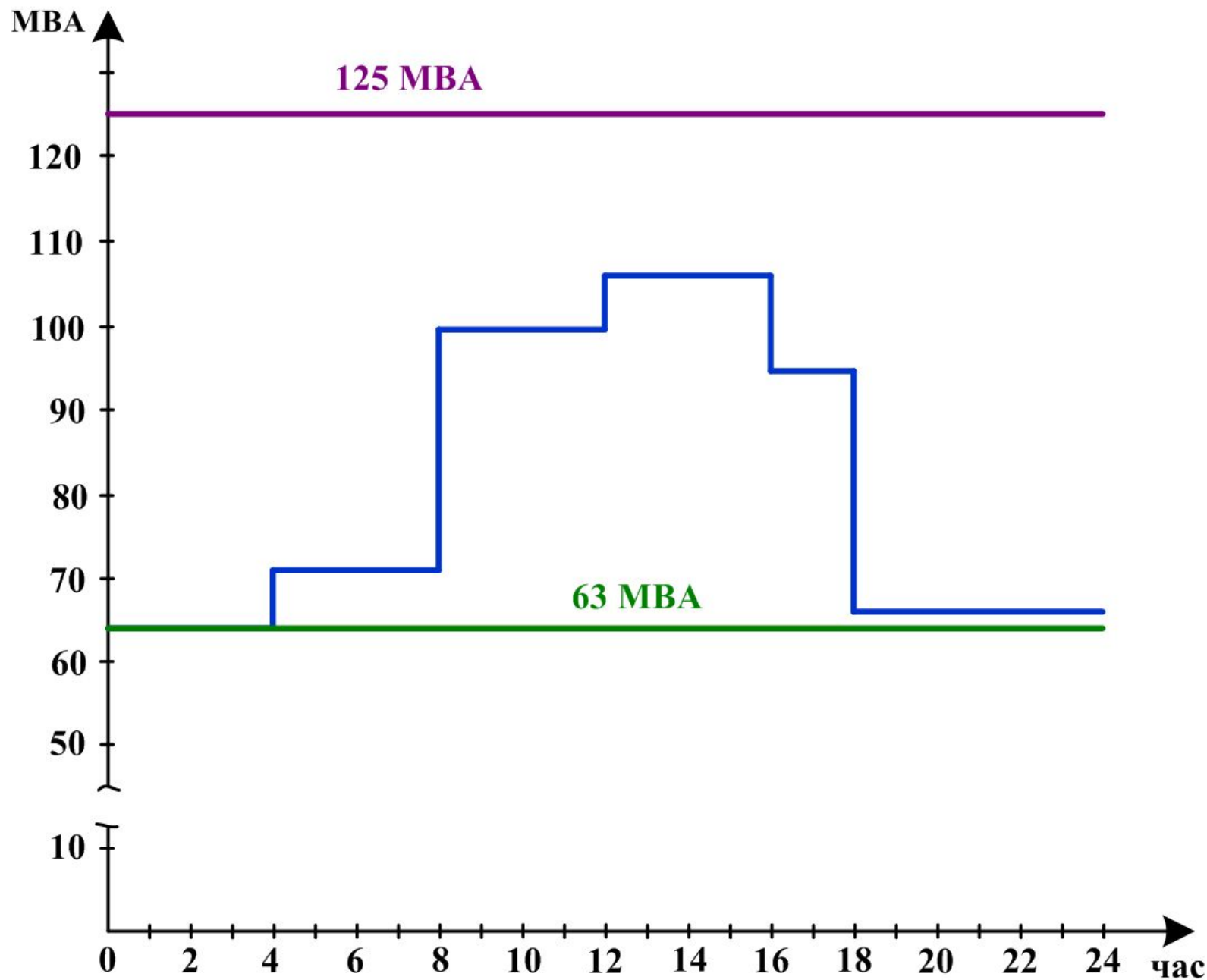
Суточный график стороны ВН в нормальном режиме



Предварительно выбираем
автотрансформатор
АТДЦТН-125000/220/110,

все 24 часа в нормальном режиме
будет недогружен, нет смысла
рассчитывать K_1 и K_2

Суточный график стороны ВН в нормальном режиме



Расчёт аварийного режима

Расчёт максимальной мощности
нагрузки по сторонам НН и СН

$$P_{\max} = k_{\theta 2} P_{H2} \eta \left(1 - \frac{P_{3кат}}{100} \right)$$

Таблица 4 – Расчёт мощности стороны НН по суточному графику в аварийном режиме

t, ч	$P_{HH}, Q_{HH}, S_{HH},$ %	$P_{HH}=P\%*$ $P_{max},$ МВт	$Q_{HH}=P_{HH}*$ $tg\varphi,$ МВАр	$S_{HH} = \sqrt{P_{HH}^2 + Q_{HH}^2}$ МВА
0 – 4	40	11,25	6,07	12,79
4 – 12	70	19,69	10,63	22,37
12–16	100	28,13	15,18	31,96
16–24	50	14,06	7,59	15,98

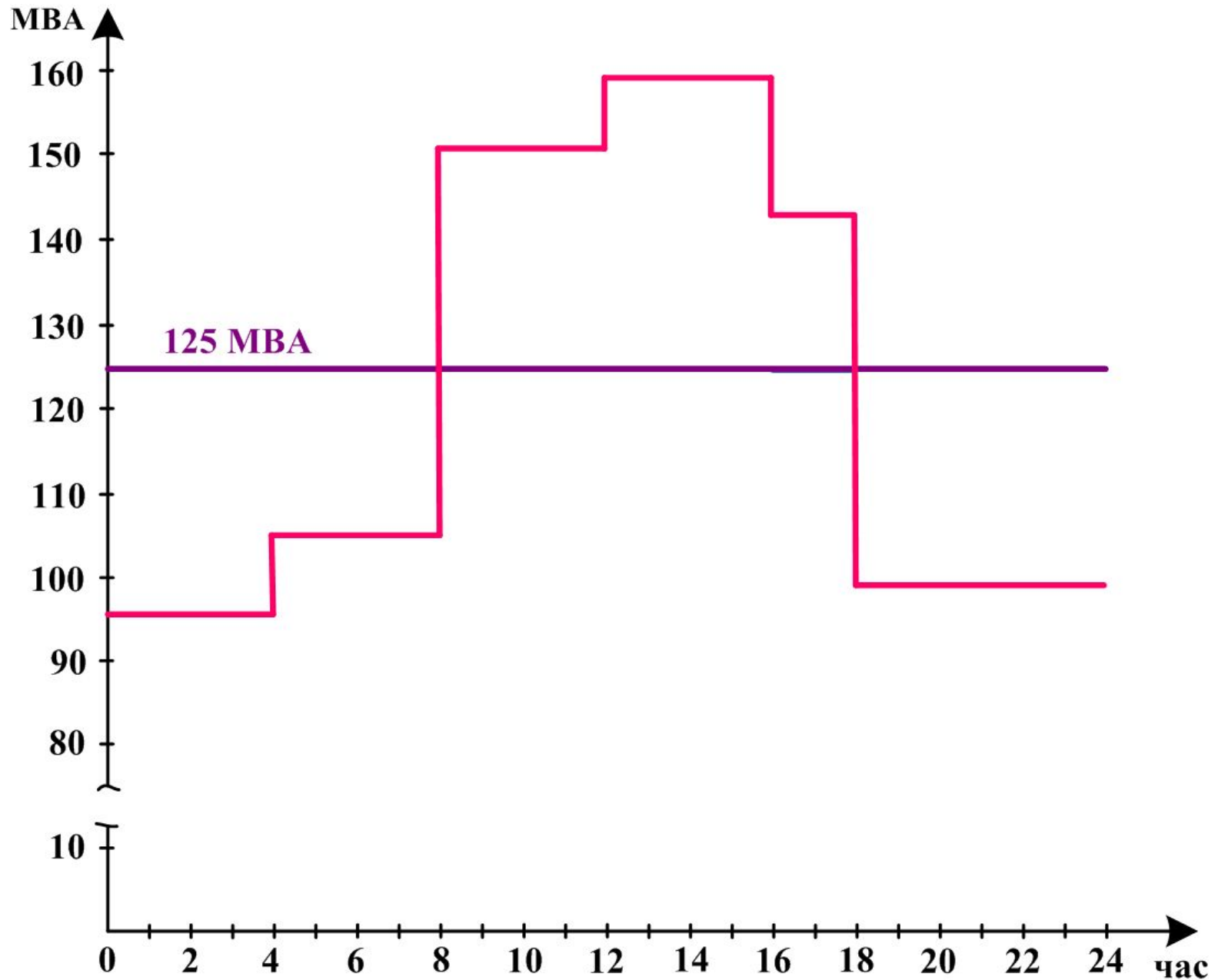
Таблица 5 – Расчёт мощности стороны СН по суточному графику в аварийном режиме

t, ч	$P_{CH}, Q_{CH}, S_{CH},$ %	$P_{CH}=P\%$ *$P_{max},$ МВт	$Q_{CH}=P_{CH}$ *$tg\varphi,$ МВАр	$S_{CH} = \sqrt{P_{CH}^2 + Q_{CH}^2}$ МВА
0 – 3	65	74,69	36,18	82,99
8 – 18	100	114,91	55,65	127,68
18–24	65	74,69	36,18	82,99

Таблица 6 – Расчёт мощности стороны ВН по суточному графику в аварийном режиме

t, ч	$P_{ВН} = P_{НН} + P_{СН}$ МВт	$Q_{ВН} = Q_{НН} + Q_{СН}$ МВАр	$S_{ВН} = \sqrt{P_{ВН}^2 + Q_{ВН}^2}$, МВА
0 – 4	85,94	42,25	95,77
4 – 8	94,38	46,80	105,35
8 – 12	134,60	66,28	150,03
12–16	143,04	70,84	159,62
16–18	128,98	63,25	143,65
18–24	88,76	43,77	98,96

Суточный график стороны ВН в аварийном режиме



Расчёт коэффициентов K_1 и K_2 в аварийном режиме

$$K_1 = \frac{1}{S_{HOM}} \sqrt{\frac{S_1^2 \Delta t_1 + S_2^2 \Delta t_2 + \dots + S_m^2 \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}}$$

$$K_2' = \frac{1}{S_{HOM}} \sqrt{\frac{(S_1')^2 \Delta h_1 + (S_2')^2 \Delta h_2 + \dots + (S_m')^2 \Delta h_p}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots \Delta h_p}}$$

$$K_1 = \frac{1}{125} \sqrt{\frac{95,77^2 \cdot 4 + 105,35^2 \cdot 4 + 98,96^2 \cdot 6}{4 + 4 + 6}}$$

$$= 0,80$$

$$K_2! = \frac{1}{125} \sqrt{\frac{150,03^2 \cdot 4 + 159,62^2 \cdot 4 + 143,65^2 \cdot 2}{4 + 4 + 2}}$$

$$= 1,22$$

$$K_{\max} = \frac{S_{\max}}{S_{\text{НОМ}}} = \frac{159,62}{125} = 1,28$$

$$K_2^! = 1,22 > K_{\max} * 0,9 = 1,28 * 0,9 = 1,15$$

окончательно $K_2 = 1,22$; $h = 10$ час

если $K_2' < K_{\max} * 0,9$, то $K_2 = K_{\max} * 0,9$

$$h = \frac{(K_2')^2 h'}{(0,9K_{\max})^2}$$

Определение нормированных
K1 и K2 по справочнику
[Крючков, Неклепаев]
табл. 1.36, стр. 52 по
среднегодовой эквивалентной
температуре заданного
региона

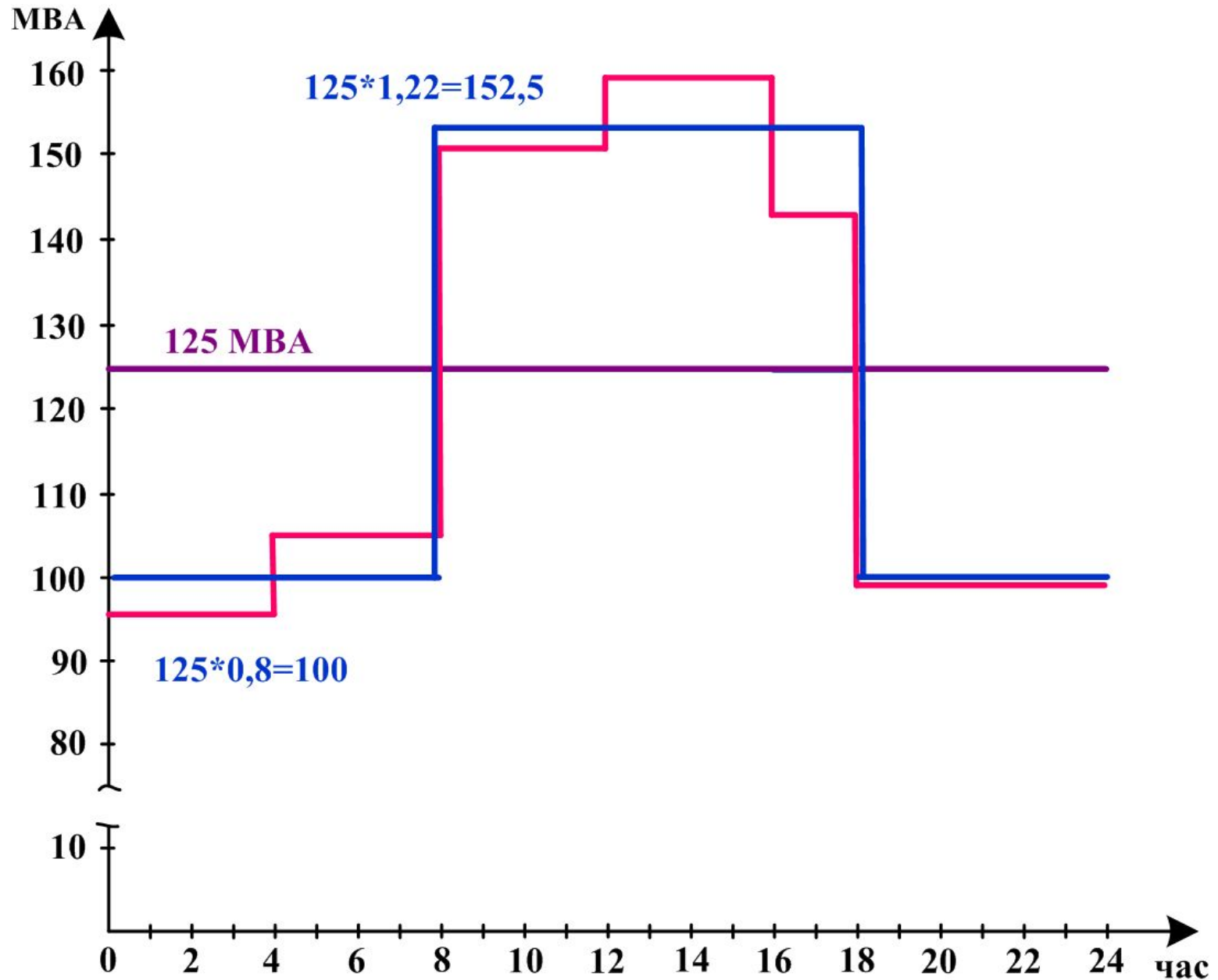
Для региона Житомир среднегодовая температура составляет $10,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для трансформаторов 220 кВ и выше эту температуру следует увеличить на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, получаем $30,8\text{ }^{\circ}\text{C}$

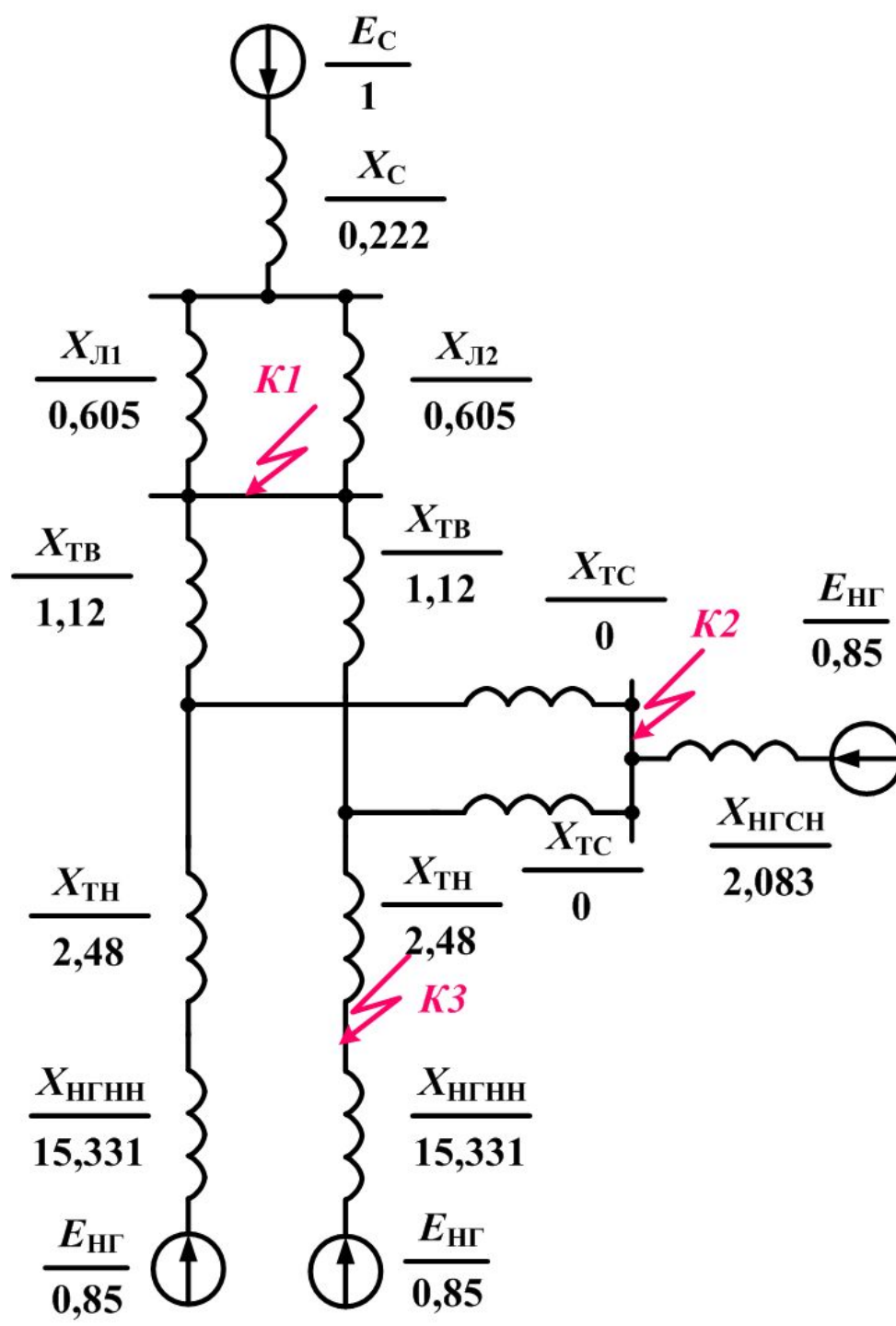
Для трансформаторов с системой охлаждения типа ДЦ допустимой значение коэффициента перегрузки K_2 с продолжительностью 10 часов составляет 1,3.

Это больше расчётного, следовательно, окончательно выбираем автотрансформатор мощностью 125 МВА.

Итоговый двухступенчатый график



Расчёт токов коротких замыканий



Базисная мощность и базисные токи

$$S_{\delta} = 1000$$

$$k_{\delta 1} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U_{cp1}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 2,51 \quad ,$$

$$k_{\delta 2} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U_{cp2}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 5,02 \quad ,$$

$$k_{\delta 3} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U_{cp3}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 55,0 \quad .$$

$$X_C = \frac{S_{\bar{6}}}{S_{K3}} = \frac{1000}{4500} = 0,222,$$

$$X_{Л1} = X_{Л2} = X_{y\partial} L \frac{S_{\bar{6}}}{U_{cp1}^2} = 0,4 \cdot 80 \cdot \frac{1000}{230^2} = 0,605,$$

$$X_{н2CH} = X_{H^*} \frac{S_{\bar{6}}}{S_{н2CH \max}} = 0,35 \cdot \frac{1000}{168} = 2,083,$$

$$X_{н2HH} = X_{H^*} \frac{S_{\bar{6}}}{0,5 \cdot S_{н2HH \max}} = 0,35 \cdot \frac{1000}{0,5 \cdot 45,66} = 15,331,$$

Трансформатор

$$U_{\text{K}} = 0,5(U_{\text{KB } \epsilon} + U_{\text{KB } \text{H}} - U_{\text{KC } \text{H}}) = \\ = 0,5(11 + 45 - 28) = 14\%,$$

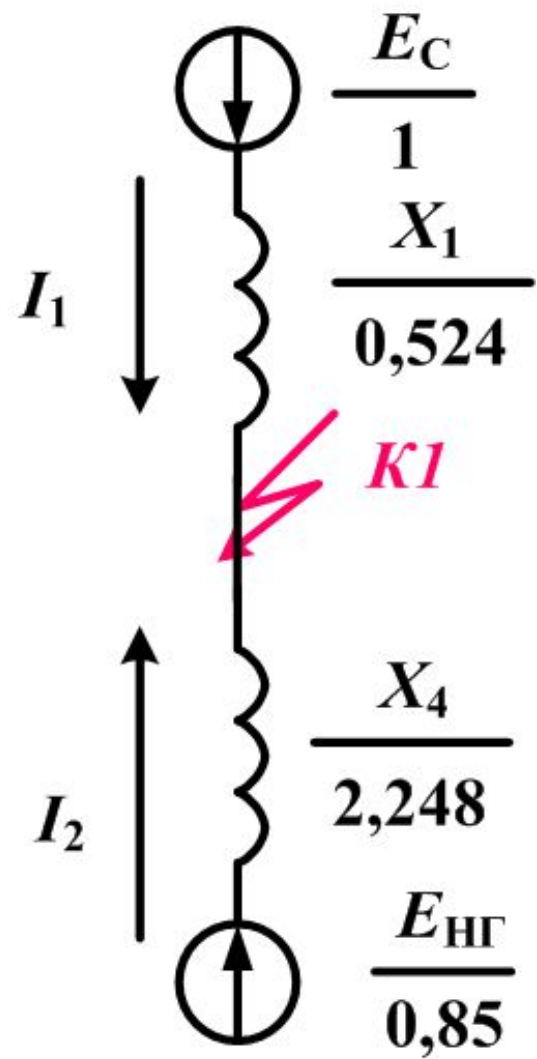
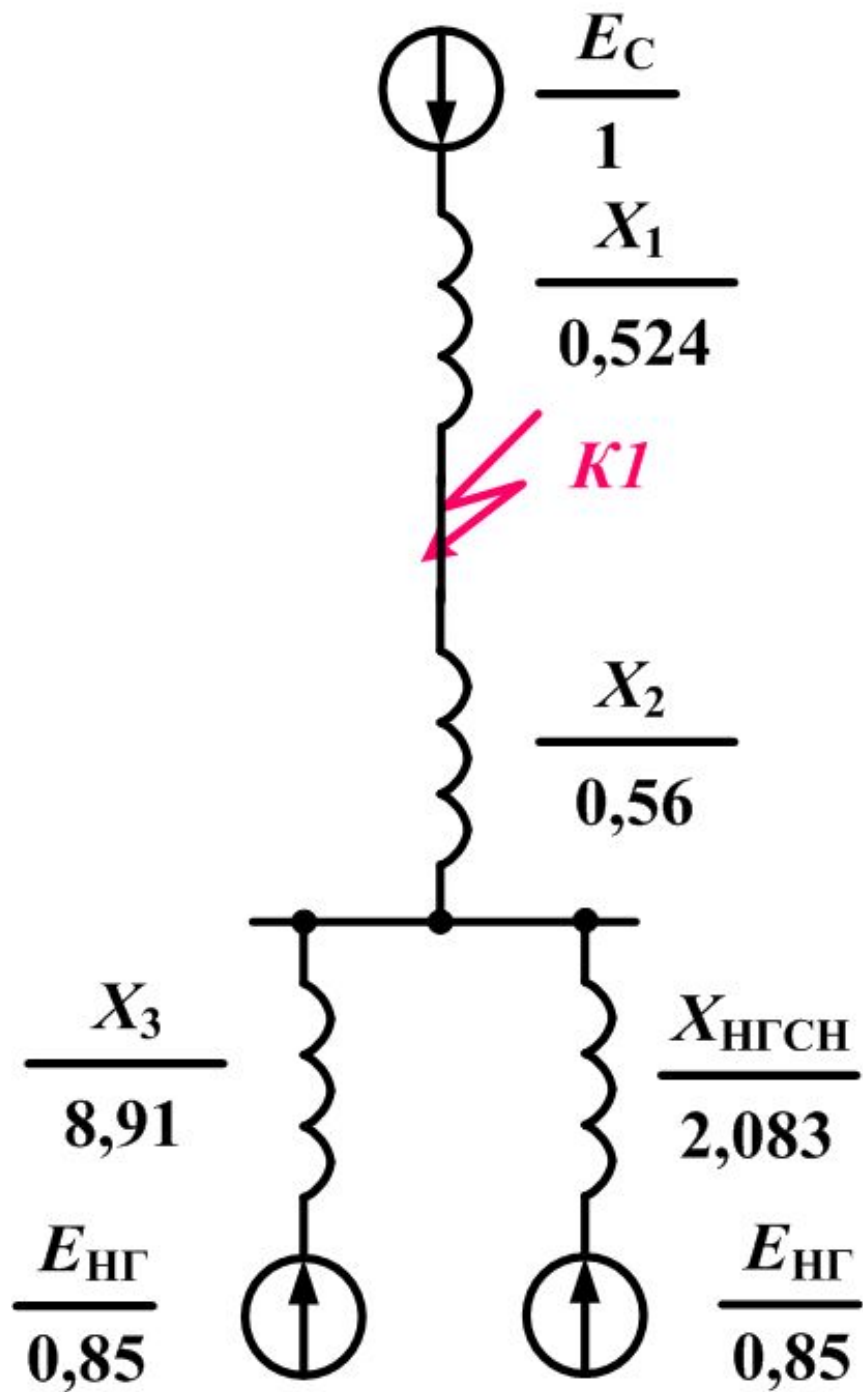
$$U_{\text{K}} = 0,5(U_{\text{KB } \epsilon} + U_{\text{KC } \text{H}} - U_{\text{KB } \text{H}}) = \\ = 0,5(11 + 28 - 45) = -3\% \approx 0,$$

$$U_{\text{H}} = 0,5(U_{\text{KB } \text{H}} + U_{\text{KC } \text{H}} - U_{\text{KB } \epsilon}) = \\ = 0,5(45 + 28 - 11) = 31\%,$$

$$X_{TB} = \frac{U_{KB}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{THOM}} = \frac{14}{100} \cdot \frac{1000}{125} = 1,12,$$

$$X_{TC} = 0,$$

$$X_{TH} = \frac{U_{KH}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{THOM}} = \frac{31}{100} \cdot \frac{1000}{125} = 2,48,$$



$$X_1 = X_C + \frac{X_{Л1}}{2} = 0,222 + \frac{0,605}{2} = 0,524$$

$$X_2 = \frac{X_{ТВ}}{2} = \frac{1,12}{2} = 0,56,$$

$$X_3 = \frac{X_{НГНН} + X_{ТН}}{2} = \frac{15,331 + 2,48}{2} = 8,91,$$

$$X_4 = \frac{X_{НГСН} \cdot X_3}{X_{НГСН} + X_3} = \frac{2,083 \cdot 8,91}{2,083 + 8,91} = 2,248$$

$$k_1 A = \frac{E_C}{X_1} \cdot I_{\sigma 1} = \frac{1}{0,524} \cdot 2,51 = 4,79$$

$$k_2 A = \frac{E_{HT}}{X_4} \cdot I_{\sigma 1} = \frac{0,85}{2,248} \cdot 2,51 = 0,95$$

$$k_{K1\Sigma}^{(3)} = I_1 + I_2 = 4,79 + 0,95 = 5,74$$

