

Задача

Спроектировать тепловую схему ПТУ АЭС с Z ступенями РППВ при заданных p_0 , t_0 , p_k (*и т.д.*) и электрической мощности $N_э$.

Примечание: а) «*и т.д.*»: м.б. заданы промежуточный перегрев пара, сепарация влаги, отпуск теплоты внешним потребителям, т.е. все, что отражается на структуре турбины и процессе расширения пара в турбине;
б) в нашем случае задан тип подогревателей.

Спроектировать тепловую схему:

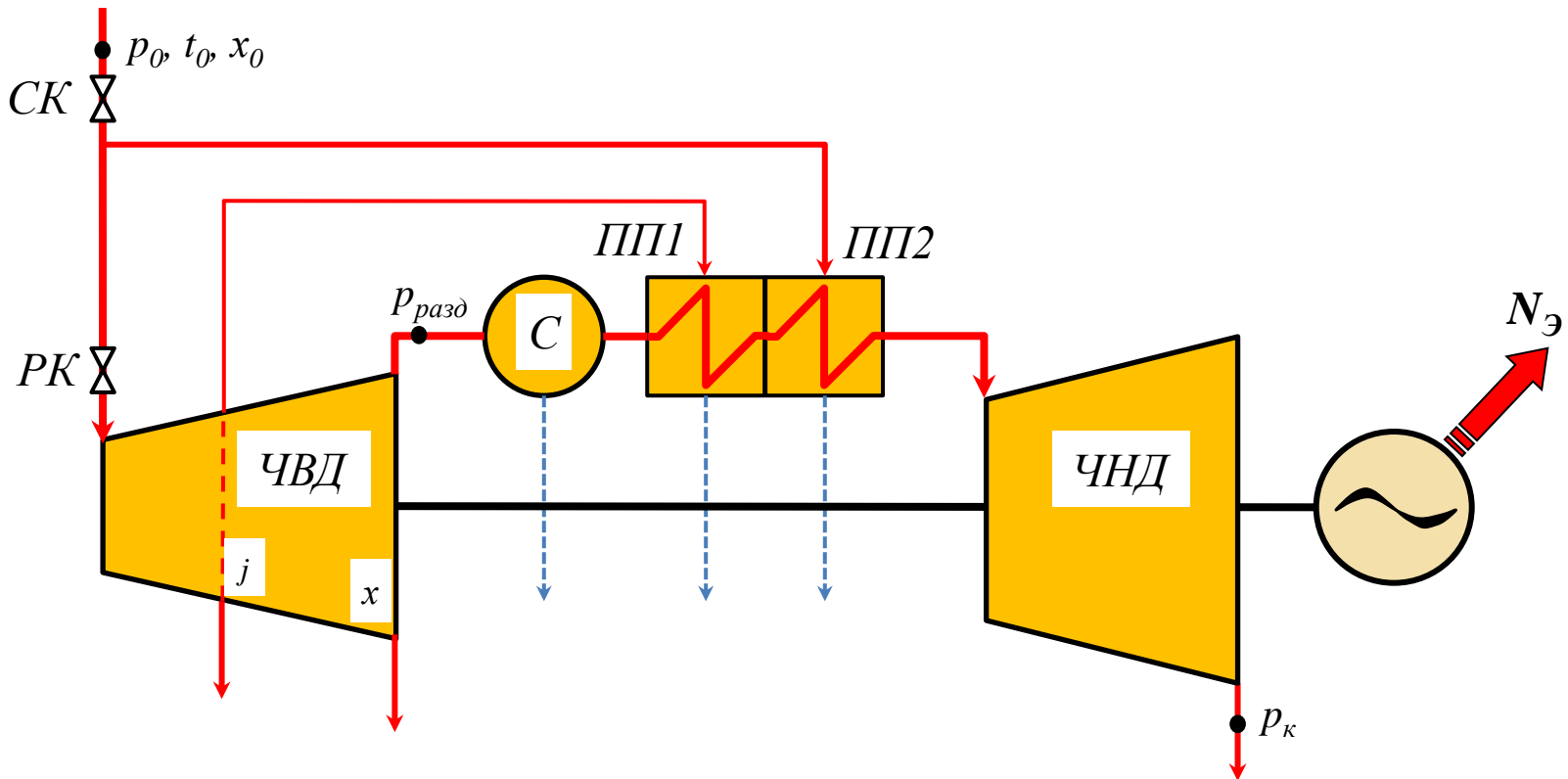
- составить тепловую схему ПТУ с последовательным размещением подогревателей, их подключением к турбине и установкой необходимого числа насосов;
- определить параметры пара и воды в узловых точках схемы (параметры воды на выходе из подогревателей и пара на выходе из турбины);
- определить потоки воды и пара по тепловой схеме в относительных единицах (отнесенных к расходу пара на турбину) или в абсолютных, выраженных через расход пара на турбину. Определяется путем решения системы уравнений теплового и материального балансов подогревателей и другого тепломеханического оборудования;
- определить расход пара на турбину в размерных величинах ($кг/с$, $т/ч$) по энергетическому уравнению турбины;
- определить показатели тепловой экономичности: абсолютные КПД, удельные расходы теплоты и пара.

Задача

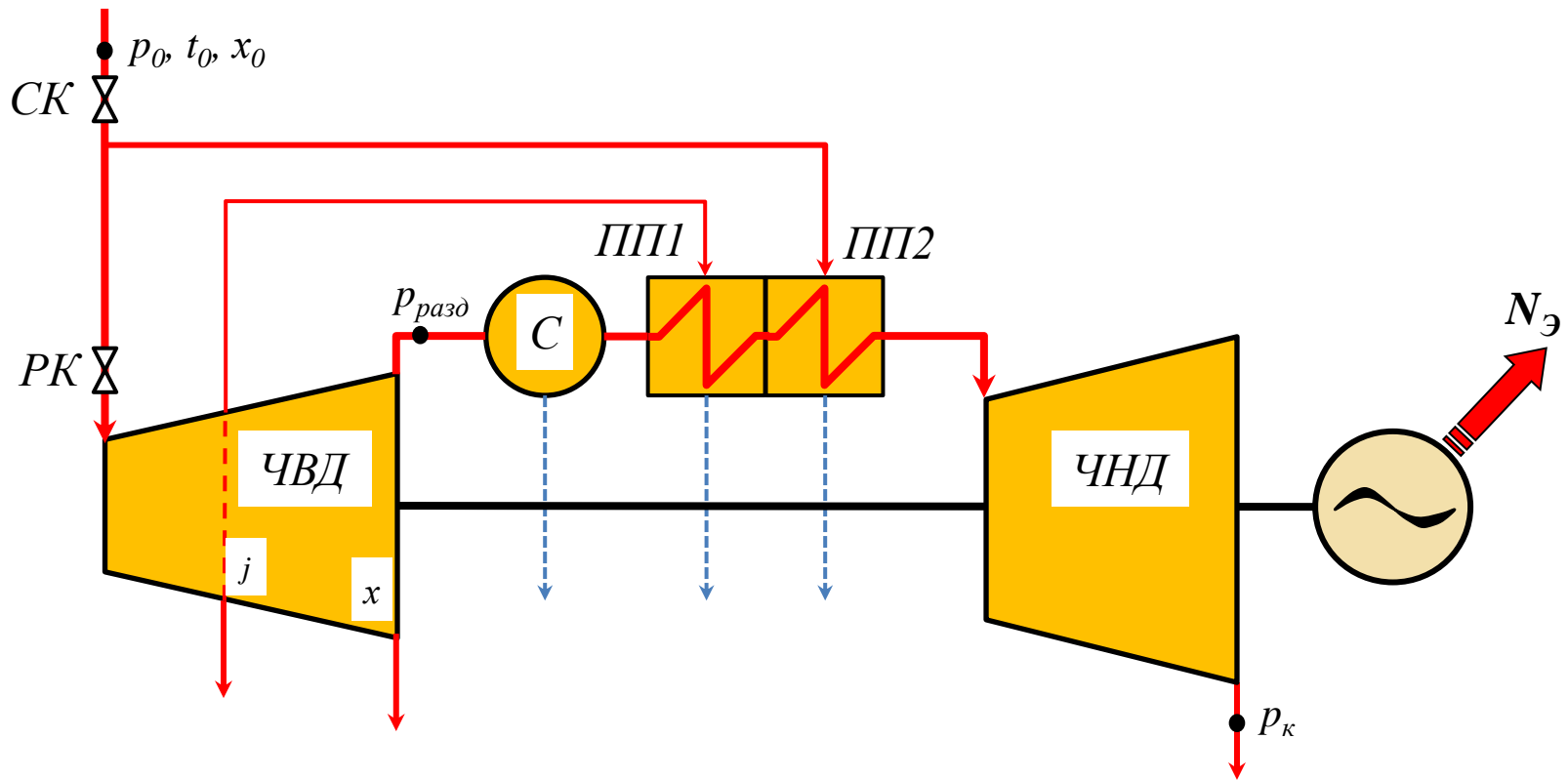
Спроектировать тепловую схему ПТУ АЭС с Z ступенями РППВ при заданных p_0, t_0, p_k (*и т.д.*) и электрической мощности $N_{\text{э}}$.

Примечание: а) «*и т.д.*»: м.б. заданы промежуточный перегрев пара, сепарация влаги, отпуск теплоты внешним потребителям, т.е. все, что отражается на структуре турбины и процессе расширения пара в турбине;
б) в нашем случае задан тип подогревателей.

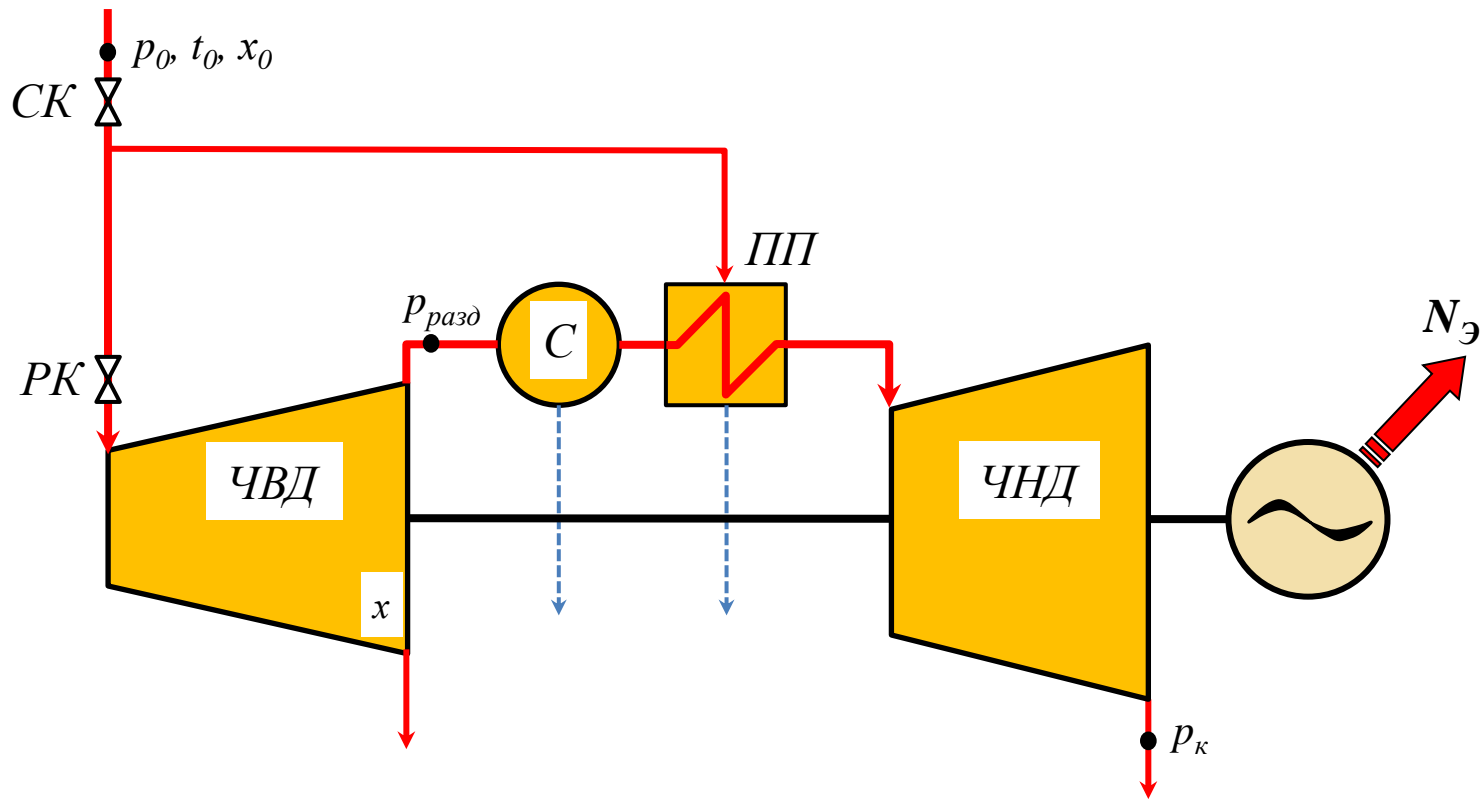
Базовая схема № 1



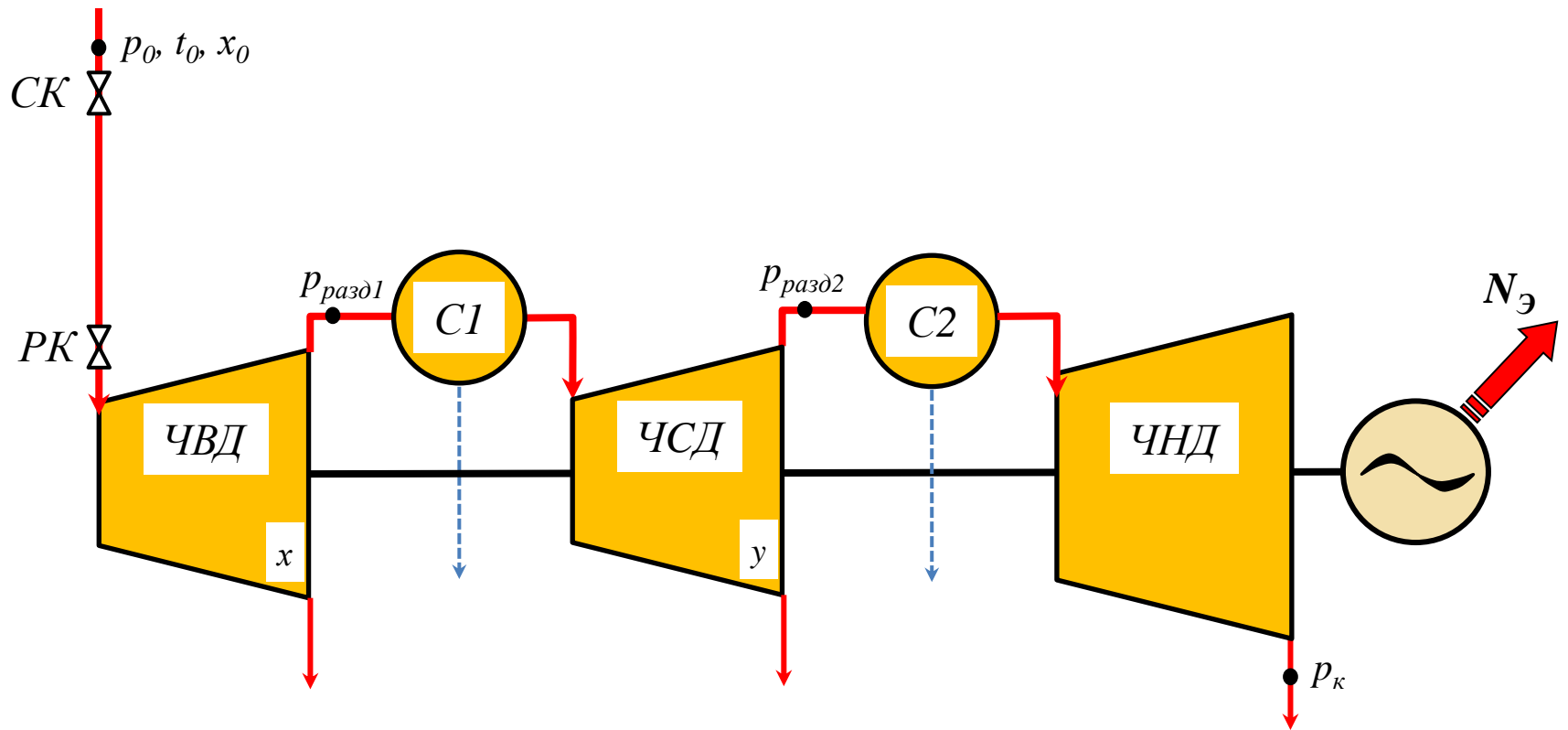
Базовая схема № 1



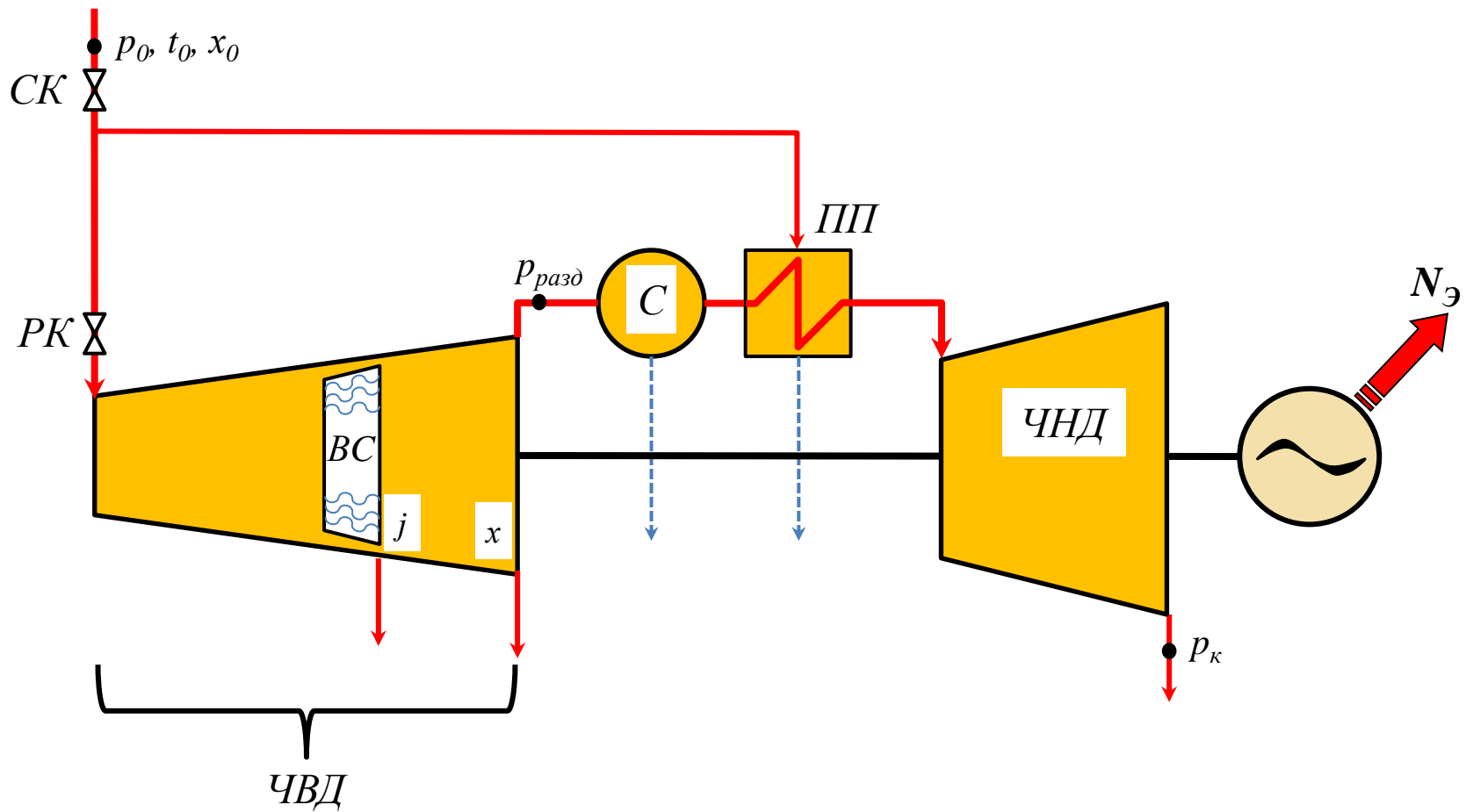
Базовая схема № 2



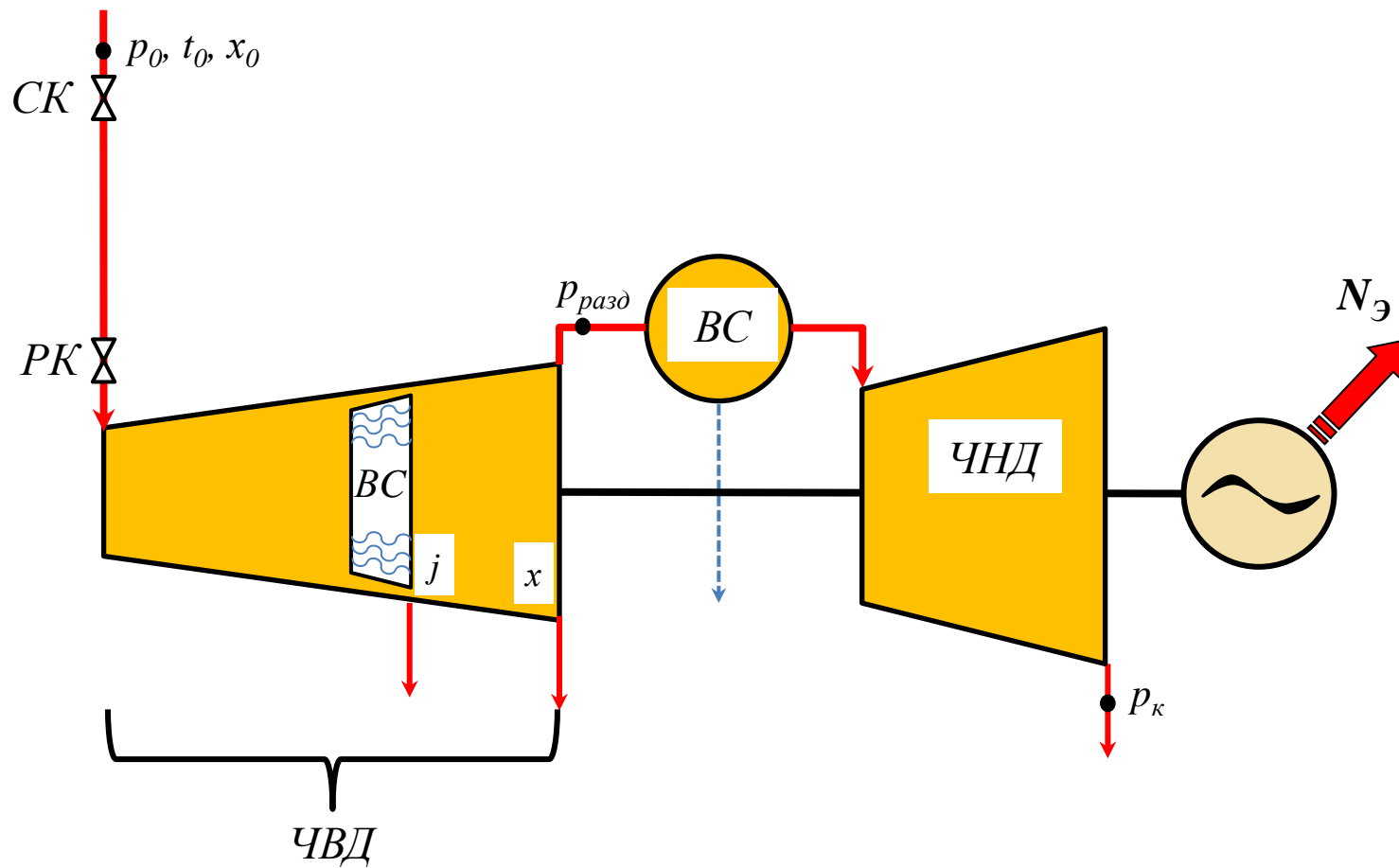
Базовая схема № 3



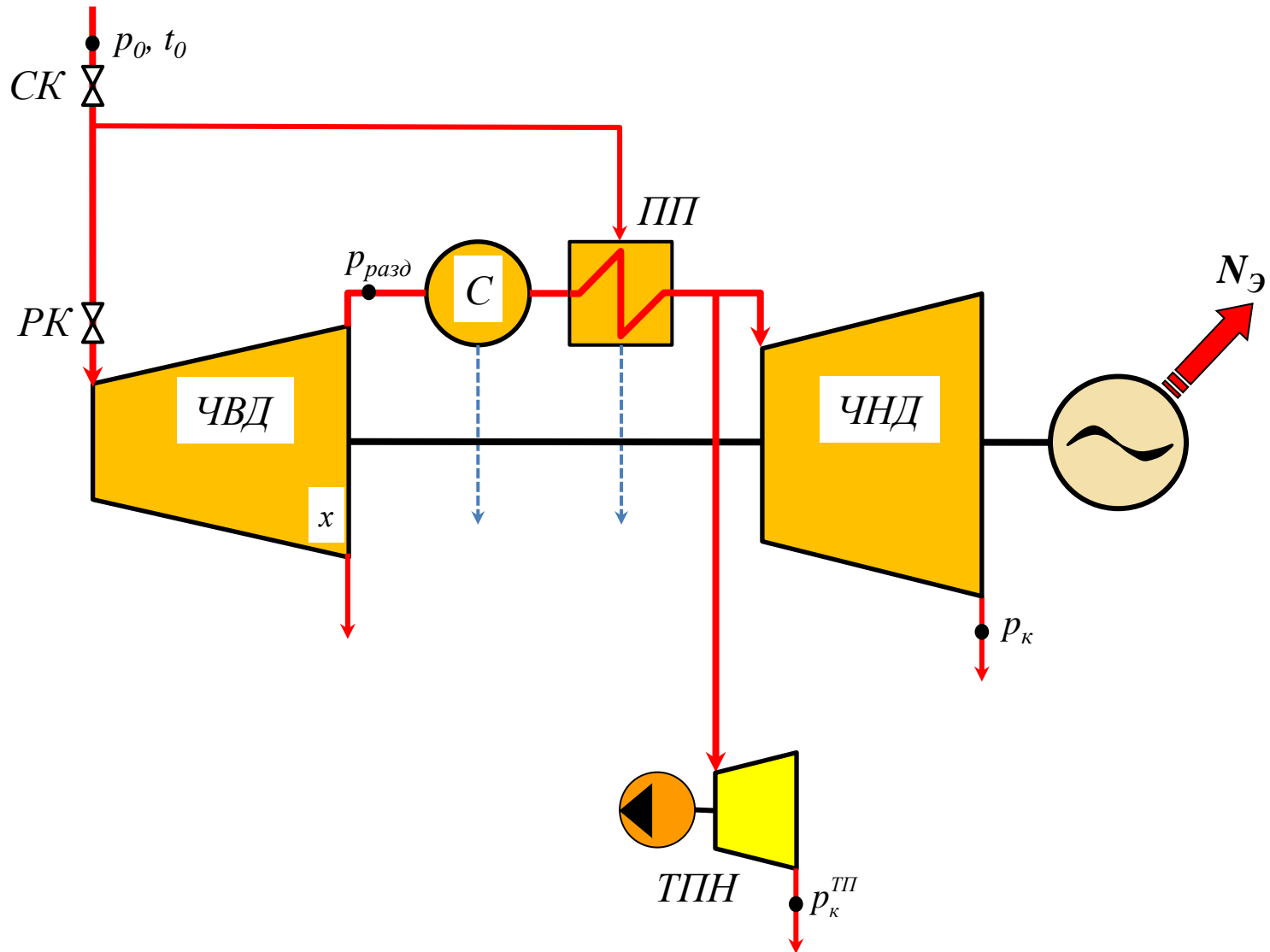
Базовая схема № 4



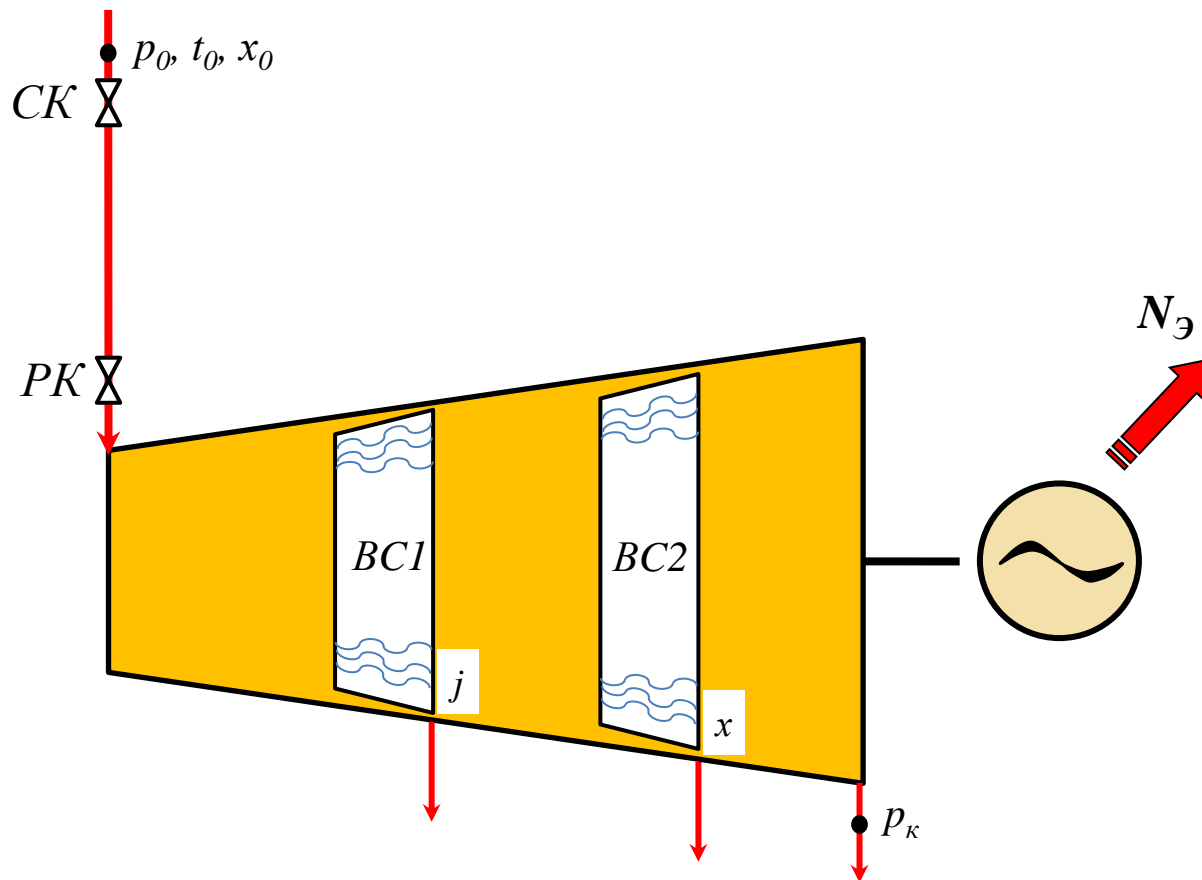
Базовая схема № 5



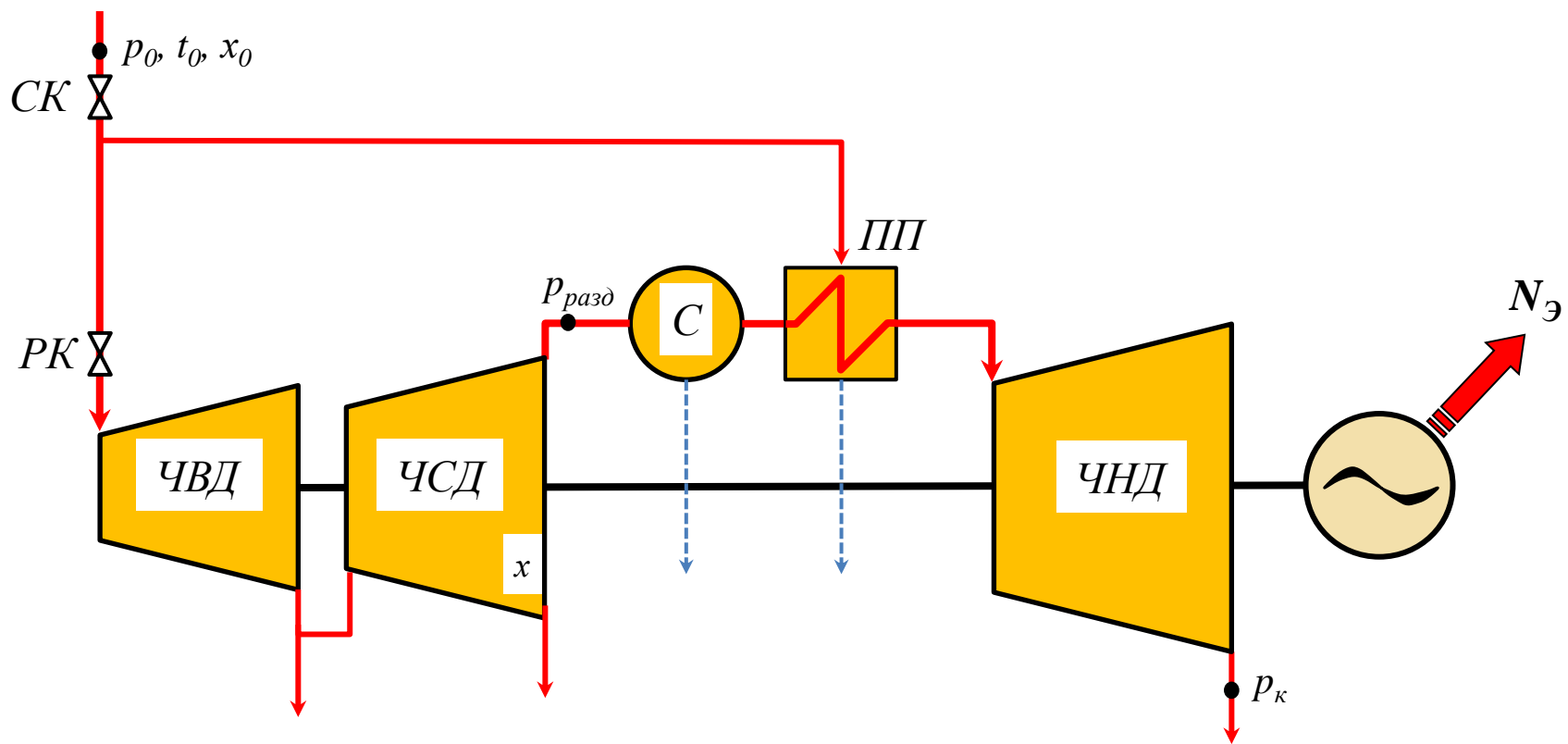
Базовая схема № 6



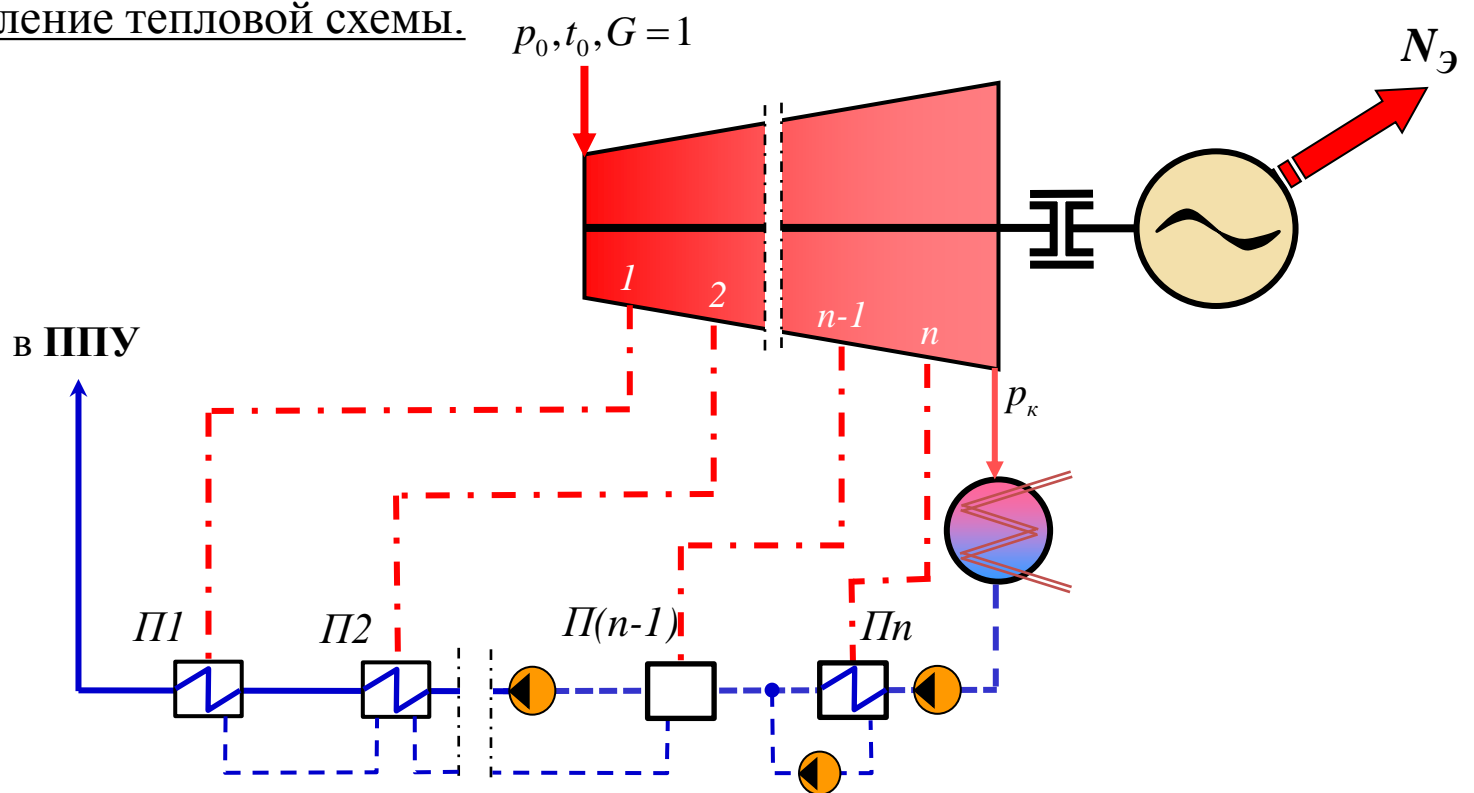
Базовая схема № 7

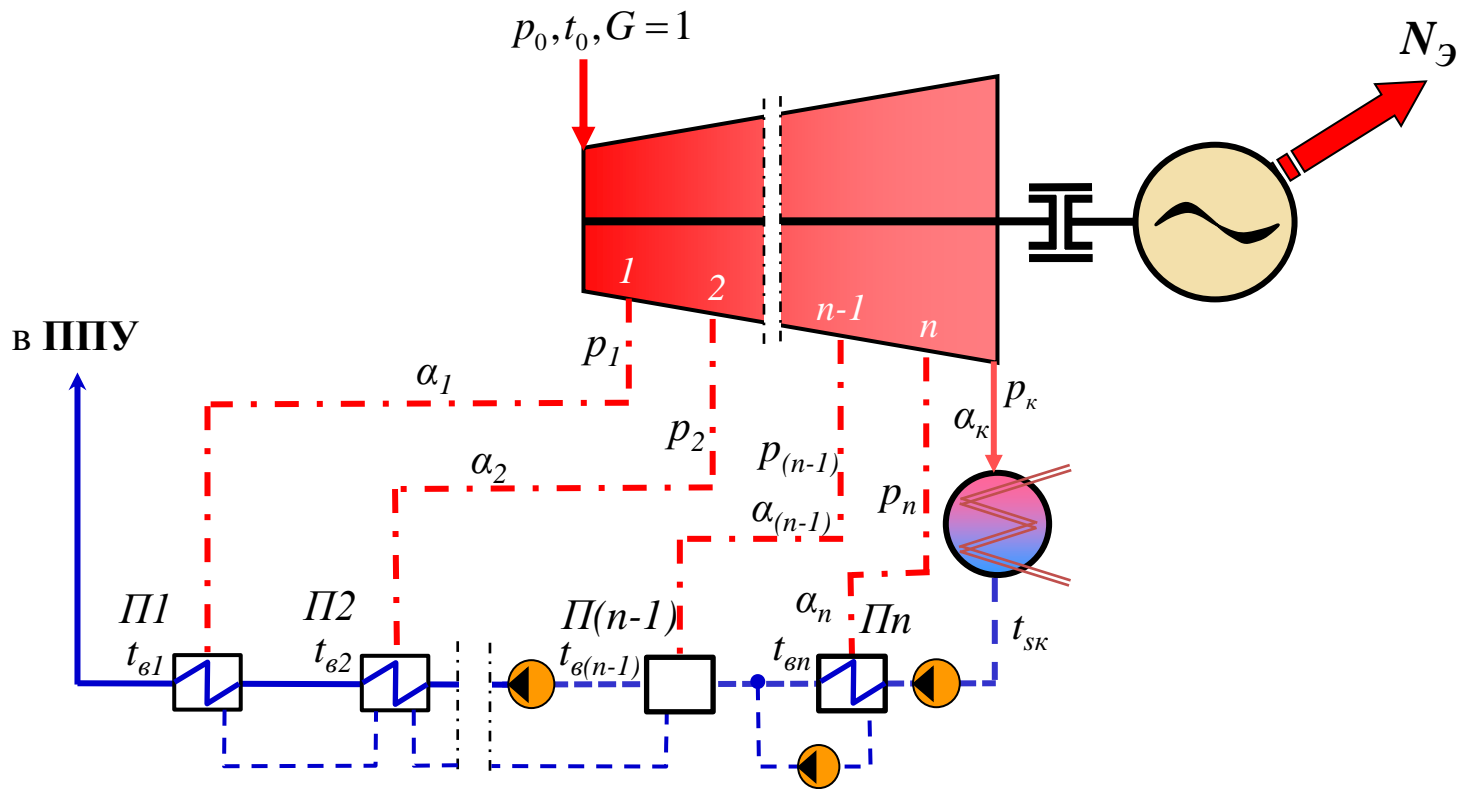


Базовая схема № 8



1. Составление тепловой схемы.





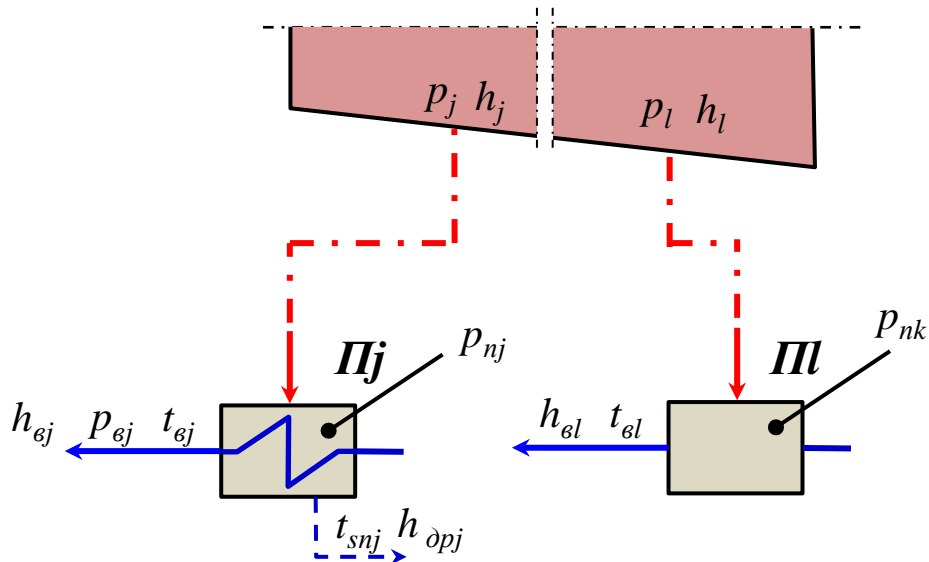
2. Определение параметров в узловых точках схемы и составление таблицы параметров

Нагрев воды в ПТУ: от $t_{ск} = f(p_k)$ до $t_{s0} = f(p_0)$

Температура питательной воды: $(t_{не}^{opt})_Z = t_{ск} + \frac{z}{z+1} (t_{s0} - t_{ск}) = t_{э1}$

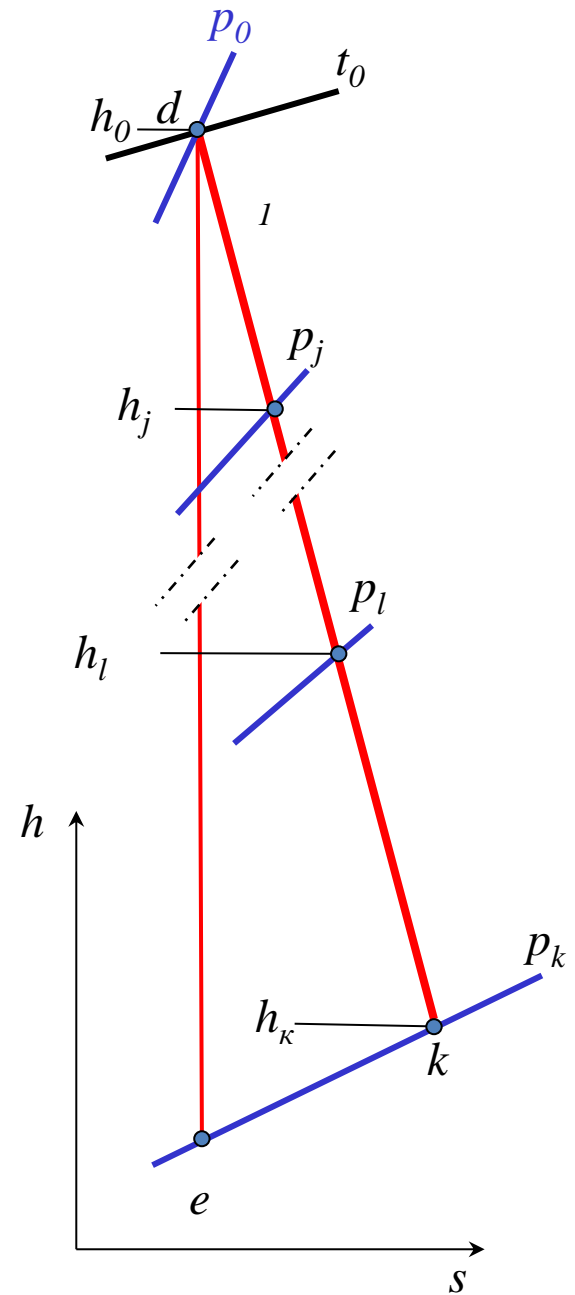
Нагрев воды в ступени регенеративного подогрева: $\Delta t_{эj} = \frac{(t_{э1} - t_{ск})}{z}$

Температура воды на выходе из j -ой ступени регенеративного подогрева: $t_{эj} = t_{э(j+1)} + \Delta t_{эj}$



0. $t_{\epsilon j}$
1. $t_{snj} = t_{\epsilon j} + \Theta$
2. $p_{nj} = f(t_{snj})$
3. $h_{\delta pj} = f(t_{snj})$
4. $p_{\epsilon j}$ — определяется напором, который создает насос, прокачивающий воду через j -ый подогреватель
5. $h_{\epsilon j} = f(t_{\epsilon j}, p_{\epsilon j})$
6. $p_j = p_{nj} / (0,97 \div 0,98)$
7. h_j — определяется процессом расширения пара в турбине

0. $t_{\epsilon l}$
1. $t_{snl} = t_{\epsilon l}$
2. $p_{nl} = f(t_{snl})$
3. $h_{\epsilon l} = f(t_{snl})$
4. $p_{\epsilon l} = p_{nl}$
5. $p_l = p_{nl} / (0,97 \div 0,98)$
6. h_l — определяется процессом расширения пара в турбине



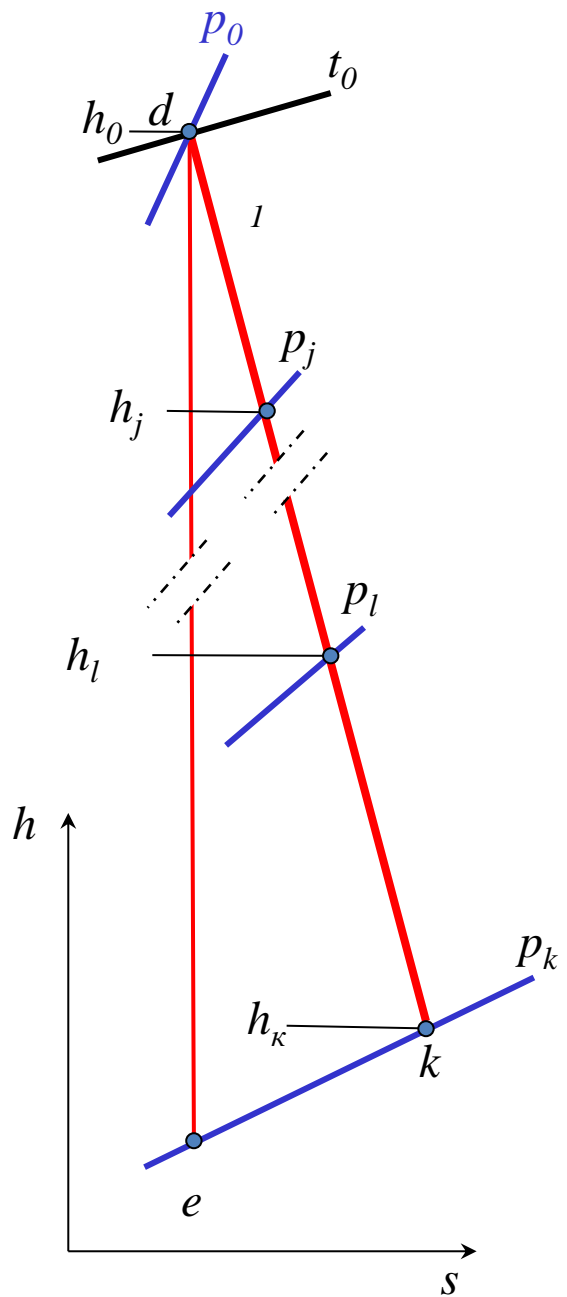


Таблица 1 – Параметры пара и воды по тепловой схеме

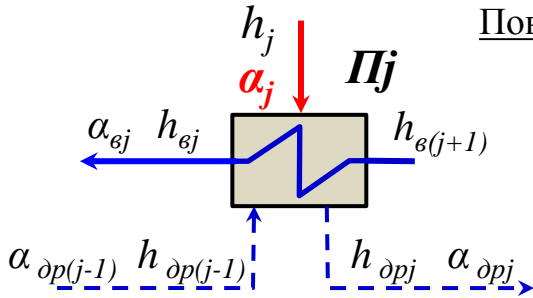
№	Пар в отборе			Дренаж из подогревателя			Вода на выходе из подогревателя			Коэффициент недовыработки мощности
	p_j	t_j / x_j	h_j	p_{nj}	t_{snj}	$h_{дрj}$	$t_{эj}$	$p_{эj}$	$h_{эj}$	y_j
	МПа	°С/-	кДж/кг	МПа	°С	кДж/кг	°С	МПа	кДж/кг	-
0	p_0	t_0	h_0	-	-	-	-	-	-	1
1										
...										
С	p_c	x_c	h_c	-	-	-	-	-	-	
ППI	p_{nnI}	t_{nnI}	h_{nnI}	-	-	-	-	-	-	-
ППII	p_{nnII}	t_{nnII}	h_{nnII}	-	-	-	-	-	-	-
...										
Z										
K	p_k	t_k	h_k	-	-	h'_k	-	-	-	0

Составление и решение уравнений теплового и материального балансов

(определение потоков пара и воды по тепловой схеме)

Подогреватели рассматриваются последовательно **против хода воды**. Почему?

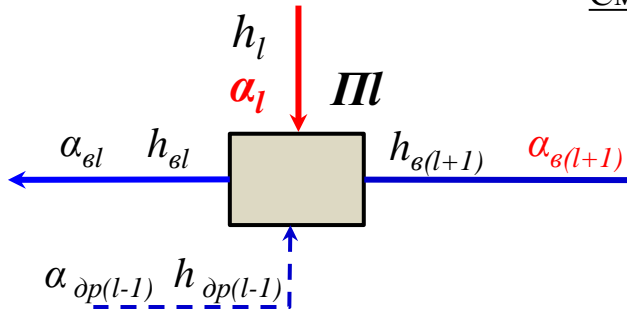
Поверхностный подогреватель



$$[\alpha_j (h_j - h_{dpj}) + \alpha_{dp(j-1)} (h_{dp(j-1)} - h_{dpj})] \eta_n = \alpha_e (h_{ej} - h_{e(j+1)})$$

$$\alpha_{dpj} = \alpha_j + \alpha_{dp(j-1)}$$

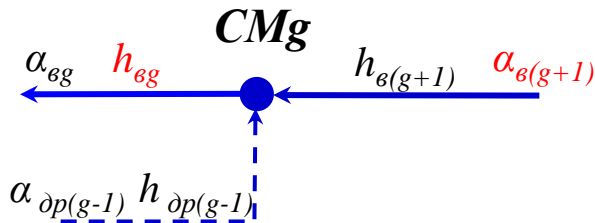
Смешивающий подогреватель



$$\alpha_{e(l+1)} h_{e(l+1)} + \alpha_l h_l + \alpha_{dp(l-1)} h_{dp(l-1)} = \alpha_{el} h_{el} \frac{1}{\eta_n}$$

$$\alpha_{el} = \alpha_{e(l+1)} + \alpha_l + \alpha_{dp(l-1)}$$

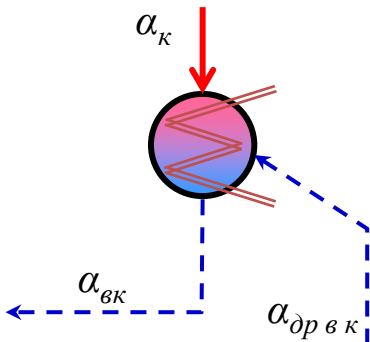
Точка смешения



$$\alpha_{e(g+1)} h_{e(g+1)} + \alpha_{dp(g-1)} h_{dp(g-1)} = \alpha_{eg} h_{eg}$$

$$\alpha_{eg} = \alpha_{e(g+1)} + \alpha_{dp(g-1)}$$

Материальный баланс конденсатора



А) по ходу расчета регенеративных подогревателей:

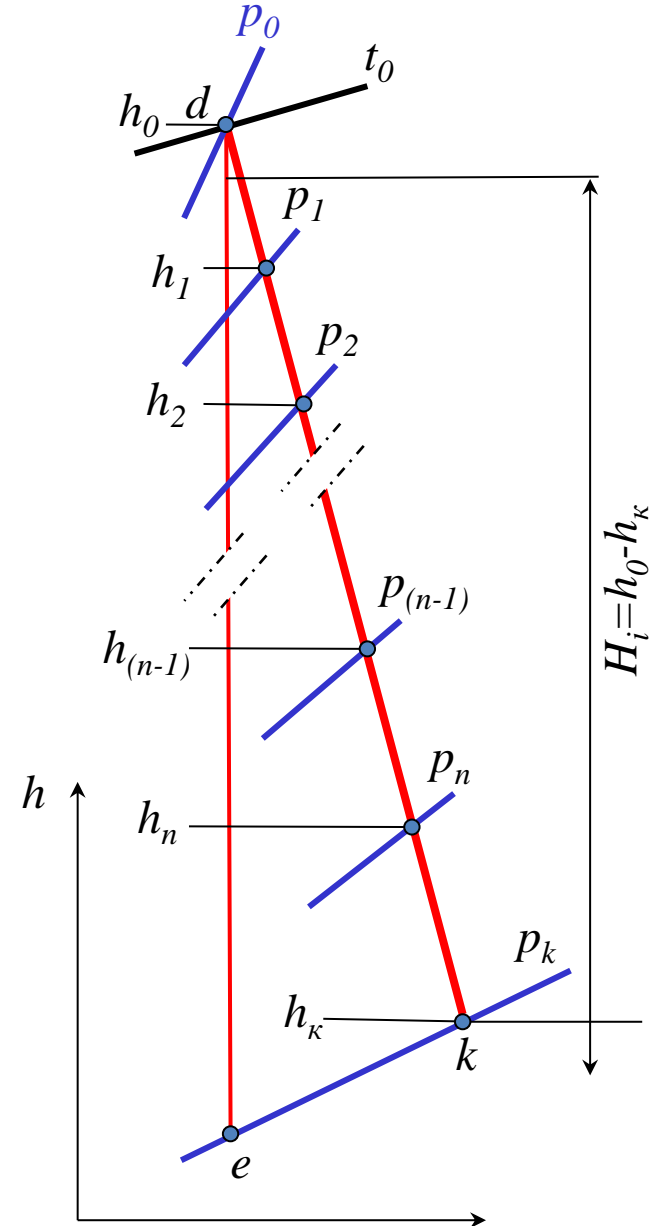
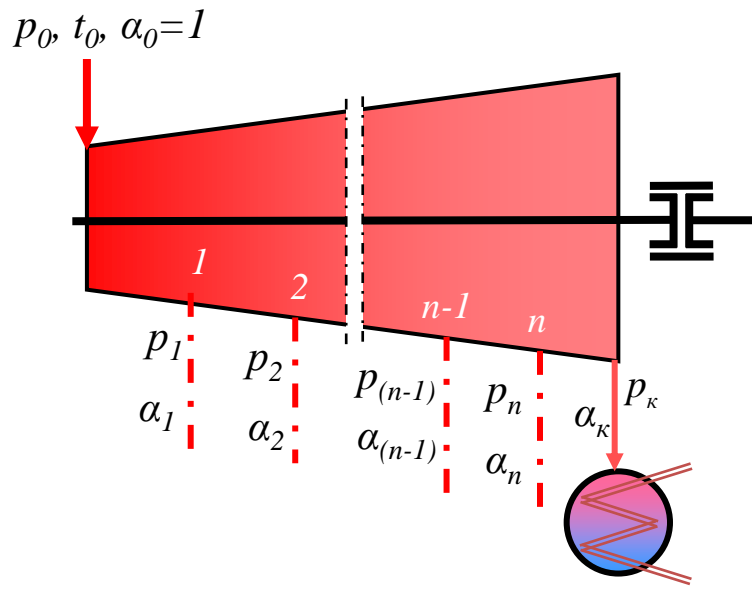
$$\alpha_k = \alpha_{вк} - \alpha_{dpк}$$

Б) по материальному балансу турбины:

$$\alpha_k = 1 - \sum_{j=1}^z \alpha_j$$

= !

Определение расхода пара на турбину и потоков пара и воды по тепловой схеме



Внутренняя мощность турбины, вырабатываемая α_0 :

$$\begin{aligned}
 L_i &= \alpha_1 (h_0 - h_1) + \alpha_2 (h_0 - h_2) + \dots + \alpha_n (h_0 - h_n) + \alpha_k (h_0 - h_k) = \\
 &= 1 \cdot (h_0 - h_k) - \alpha_1 (h_1 - h_k) - \alpha_2 (h_2 - h_k) - \dots - \alpha_n (h_n - h_k) = \\
 &= (h_0 - h_k) \left[1 - \alpha_1 \frac{(h_1 - h_k)}{(h_0 - h_k)} - \alpha_2 \frac{(h_2 - h_k)}{(h_0 - h_k)} - \dots - \alpha_n \frac{(h_n - h_k)}{(h_0 - h_k)} \right] \\
 &= H_i \left(1 - \sum_{j=1}^n \alpha_j y_j \right) = H_{\text{экв}}
 \end{aligned}$$

$$\frac{(h_j - h_k)}{(h_0 - h_k)}; \quad j \text{ от } 1 \text{ до } n \quad - \text{ коэффициент недовыработки мощности паром } j\text{-ого отбора}$$

$$(h_0 - h_k) = H_i \quad y_j - \text{ отношение теплоперепада, недовырабатываемого паром } j\text{-ого отбора к теплоперепаду, который он сработал бы пройдя через всю турбину.}$$