

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ»

РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ №2

МЕТОДЫ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТВОРА И РУСЛОВОЙ ГЭС С ОДИНАКОВЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ АГРЕГАТОВ

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА *):

1. Летняя кривая связи нижнего бьефа $z_{НБ}^л(Q_{НБ})$ задана в виде аналитической зависимости:

$$z_{НБ}^л(Q_{НБ}) = Q_{НБ}^{1/3} + (278 + 0,4 * N_2), \quad \text{где } z_{НБ} \text{ в м и } Q_{НБ} \text{ в м}^3/\text{с};$$

2. Коэффициент учета зимних условий K_3 :

$$K_3 = 0,6 + 0,01 * N_2;$$

3. КПД ГЭС ($\eta_{ГЭС}$) в %: $\eta_{ГЭС} = 84 + 0,2 * N_2$;

4. Отметка $VНПУ = 305,5 + 0,5 * N_2$;

5. Отметка $VУМО = 300 + 0,2 * N_2$;

6. Максимальная пропускная способность ГЭС в $\text{м}^3/\text{с}$:

$$Q_{ГЭС}^{max} = 1000 + 10 * N_2;$$

7. Потери в водоподводящих сооружениях $\Delta h_{вод}^{подв}$:

$$\Delta h_{вод}^{подв} = 0,3 + 0,01 * N_2 \text{ в м};$$

8. Потери в сородерживающих решетках $\Delta h_{суп} = 0,2$ в м.

*) - N_2 - порядковый номер студента по списку группы подставляется в расчетные соотношения исходных данных

1.2 Допущения:

1. Расчет производится при условии, что холостые сбросы равны «0».
2. Не учитывается изменение КПД ГЭС.
3. Потери в подводящих турбинных водоводах $\Delta h_{вод}^{подв}$ принимаются постоянными.
4. Не учитываются динамические потери в ВБ.

1.3 Состав задания

1. Рассчитать и представить в графическом виде для летних условий при заданной отметке ВБ $Z_{ВБ} = 0,5 * (НПУ + УМО)$ напорные и энергетические характеристики: участка реки; створа ГЭС; потерь напора на сработку водохранилища; потерь напора в нижнем бьефе.

гр. Э-14-10 разработала ст.преп. Дерюгина Г.В.

На одном графике представить - $H_p(Q_{нб})$, $H_{ств}(Q_{нб})$, $\Delta H_{сраб}(Q_{нб})$, $\Delta H_{нб}(Q_{нб})$, а на другом - $N_p(Q_{нб})$, $N_{ств}(Q_{нб})$, $\Delta N_{сраб}(Q_{нб})$, $\Delta N_{нб}(Q_{нб})$

2. Рассчитать и представить в графическом виде напорные и энергетические характеристики створа ГЭС для лета и зимы при отметках ВБ $Z_{ВБ}=НПУ$ и $Z_{ВБ}= УМО$: $H_{ств}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3)$, $N_{ств}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3)$.
3. Рассчитать и представить в графическом виде напорные и энергетические характеристики русловой ГЭС с одинаковыми агрегатами для лета и зимы при отметках ВБ $Z_{ВБ}=НПУ$ и $Z_{ВБ}= УМО$: $H_{зэс}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3)$, $N_{зэс}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3)$.
4. Определить ориентировочно основные энергетические параметры ГЭС:
 - расчетный напор ГЭС H_p^N ;
 - установленную мощность ГЭС $N_{ГЭС}^{уст}$.
5. Рассчитать и представить в графическом виде линию предельных расходов и мощностей ГЭС по напору $N_{ГЭС}^{пред}(H_a)$, $Q_{ГЭС}^{пред}(H_a)$, определить рабочий диапазон напоров ГЭС: минимальный и максимальный.
6. Изучить и разработать алгоритм расчета баланса напоров и мощностей русловой ГЭС. На базе разработанного алгоритма провести водно-энергетические расчеты (ВЭР) в табличном для 3-х расчётных точек:

$$Z_{вб1} = НПУ, Q_{нб1} = 1200 \text{ м}^3/\text{с}, k_{зим} = 1 \text{ (лето)}.$$

$$Z_{вб2} = 0.5 \cdot (НПУ+УМО), Q_{нб2} = 2000 \text{ м}^3/\text{с}, k_{зим} \neq 1.$$

$$Z_{вб3} = УМО, Q_{нб3} = 600 \text{ м}^3/\text{с}, k_{зим} \neq 1.$$

Определить: $H_{зэс}$, H_a , $Q_{зэс}$, $Q_{х сб-в}$, $N_{зэс}$.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К РАСЧЕТНОМУ ЗАДАНИЮ

1. Расчет напорных и энергетических характеристик участка реки, створа ГЭС, потерь напора на сработку водохранилища и в нижнем бьефе для летних условий при заданной отметке ВБ $Z_{ВБ}$

Наибольшим является напор участка реки $H_p(Q_{нб})$, который определяется по формуле:

$$H_p(Q_{нб}) = НПУ - Z_{нб}(Q_{нб}=0). \quad (1)$$

Подведенный напор к створу ГЭС $H_{ств}(Q_{нб})$ в зависимости от расхода НБ определяется по формуле:

$$H_{ств}(Q_{нб}) = Z_{ВБ} - Z_{нб}(Q_{нб}) = H_p(Q_{нб}) - \Delta H_{ср}(Q_{нб}) - \Delta H_{нб}(Q_{нб}) - \Delta h_{ср} \quad (2)$$

где: отметка ВБ $Z_{ВБ} = 0,5 \cdot (НПУ + УМО)$; потери напора на сработку $\Delta H_{ср}(Q_{нб})$ определяются по формуле:

$$H_{ср}(Q_{нб}) = НПУ - Z_{ВБ} = НПУ - 0,5 \cdot (НПУ + УМО); \quad (3)$$

потери напора в НБ $\Delta H_{нб}(Q_{нб})$ определяются по формуле:

$$\Delta H_{нб}(Q_{нб}) = Z_{нб}(Q_{нб} \neq 0) - Z_{нб}(Q_{нб} = 0). \quad (4)$$

Аналогично определяются мощностные характеристики реки $N_p(Q_{нб})$ и створа ГЭС $N_{ств}(Q_{нб})$, а также потери мощности на сработку $\Delta N_{ср}(Q_{нб})$ и в НБ $\Delta N_{нб}(Q_{нб})$:

$$N_p(Q_{нб}) = 9,81 \cdot H_p(Q_{нб}) \cdot Q_{нб} \cdot 10^{-3}; \quad (5)$$

$$N_{ств}(Q_{нб}) = N_p(Q_{нб}) - \Delta N_{ср}(Q_{нб}) - \Delta N_{нб}(Q_{нб}), \quad (6)$$

где

$$\Delta N_{нб}(Q_{нб}) = 9,81 \cdot \Delta H_{нб}(Q_{нб}) \cdot Q_{нб} \cdot 10^{-3}; \quad (7)$$

$$\Delta N_{ср}(Q_{нб}) = 9,81 \cdot \Delta H_{ср}(Q_{нб}) \cdot Q_{нб} \cdot 10^{-3}. \quad (8)$$

Результаты расчета сводятся в таблицу 1 и предоставляются в графическом виде (см.рис.1-2).

Пример для исходных данных варианта №0

Дано: $z_{НБ}^л(Q_{НБ}) = Q_{нб}^{1/3} + 278$; $\nabla НПУ = 305,5$ м; $\nabla УМО = 300$ м; $Q_{гэс}^{max} = 1000$ м³/с

Определить: $H_p(Q_{нб})$, $H_{ств}(Q_{нб})$, $\Delta H_{ср}(Q_{нб})$, $\Delta H_{нб}(Q_{нб})$, $N_p(Q_{нб})$, $N_{ств}(Q_{нб})$, $\Delta N_{ср}(Q_{нб})$, $\Delta N_{нб}(Q_{нб})$

По формуле (1) определяем $H_p = 305,5 - 278 = 27,5$ м.

Результаты расчетов представлены в таблице 1 и на рисунках 1-2.

Таблица 1- Напорные и энергетические характеристики участка реки, створа ГЭС, потерь на сработку водохранилища и в нижнем бьефе при $Z_{ВБ}=0,5*(НПУ+УМО)=const$ для лета для варианта $N_2=0$

$Q_{нб}$, м ³ /с	0,0	400,0	800,0	1200,0	3200,0	...	13200,0	15200,0	17200,0
H_p , м	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	...	27,5	27,5	27,5
$\Delta H_{нб}$, м	0,0	7,4	9,3	10,6	14,7	...	23,6	24,8	25,8
$\Delta H_{ср\text{аб}}$, м	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	...	2,8	2,8	2,8
$H_{ств}(Q_{нб})$, м	24,6	17,6	15,3	13,9	9,8	...	0,9	0,0	0,0
$\Delta N_{нб}$, МВт	0,0	28,9	72,9	125,1	462,6	...	3060,3	3693,7	4355,5
$\Delta N_{сб}$, МВт	0,0	10,8	21,6	32,4	86,3	...	356,1	410,1	464,0
$N_p(Q_{нб})$, МВт	0,0	107,9	215,8	323,7	863,3	...	3561,0	4100,6	4640,1
$N_{ств}(Q_{нб})$, МВт	0,0	68,2	121,4	166,3	314,4	...	144,6	0,0	0,0

Примечание: В таблице 1 значения расходов $Q_{нб}$ представлены от «0» с шагом 400 м³/с до первого значения больше $Q_{гэс}^{max}$, а далее с шагом 2000 м³/с до значения расхода при котором напор будет «0».

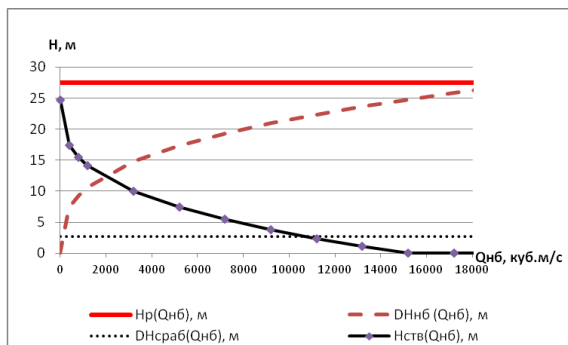


Рисунок 1 –Напорные характеристики створа для варианта $N_2=0$

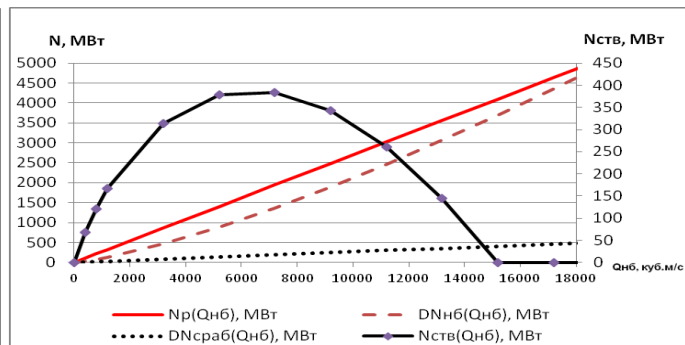


Рисунок 2 – Мощностные характеристики створа для варианта $N_2=0$

2. Рассчитать и представить в графическом виде напорные и энергетические характеристики створа ГЭС для лета и зимы при отметках ВБ $Z_{ВБ}=НПУ$ и $Z_{ВБ}= УМО$: $H_{ств}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3)$, $N_{ств}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3)$.

Рассчитываем характеристику НБ для лета и зимы и представляем в табличном и графическом виде (см.табл.2 и рис.3). Расчет $z_{НБ}^л(Q_{НБ})$ производим по зависимости из п.1 исходных данных, где значения $Q_{НБ}^л$ берутся из таблицы 2. Пересчет $Q_{НБ}^з$ производим по формуле:

$$Q_{НБ}^з = Q_{НБ}^л \cdot K_3 \quad (9)$$

Пример для исходных данных варианта $N_2=0$

Дано: $z_{НБ}^л(Q_{НБ}) = Q_{нб}^{1/3} + 278$; $K_3 = 0,6$.

Определить: $z_{НБ}^л(Q_{НБ})$; $z_{НБ}^з(Q_{НБ})$

Таблица 2 – Кривые связи НБ для зимы и лета для варианта $N_{\text{б}}=0$

$Q_{\text{НБ}}^{\text{л}}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	2000	3000	7000
$Q_{\text{НБ}}^{\text{з}}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	120	240	360	480	600	720	840	1200	1800	4200
$z_{\text{НБ}}^{\text{л}} = z_{\text{НБ}}^{\text{з}}, \text{ м}$	278,0	283,8	285,4	286,4	287,3	288,0	288,6	289,2	290,6	292,4	297,1

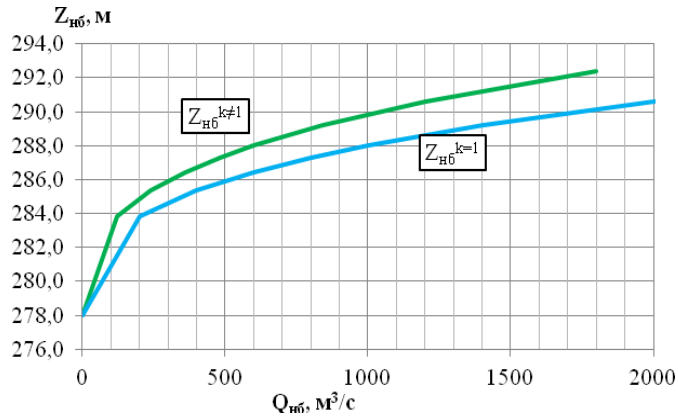


Рисунок 3 – Кривые связи НБ для лета и зимы для варианта $N_{\text{б}}=0$

Расчет $H_{\text{ств}}(Z_{\text{ВБ}}, Q_{\text{НБ}}, k_3)$, $N_{\text{ств}}(Z_{\text{ВБ}}, Q_{\text{НБ}}, k_3)$ при заданной отметке ВБ $Z_{\text{ВБ}}$ производится по формулам:

$$H_{\text{ств}}(Z_{\text{ВБ}}, Q_{\text{НБ}}, k_3) = Z_{\text{ВБ}} - Z_{\text{НБ}}(Q_{\text{НБ}}, k_3), \quad (10)$$

$$N_{\text{ств}}(Z_{\text{ВБ}}, Q_{\text{НБ}}, k_3) = 9,81 \cdot Q_{\text{НБ}} \cdot H_{\text{ств}}(Z_{\text{ВБ}}, Q_{\text{НБ}}, k_3) \cdot 10^{-3} (\text{МВт}) \quad (11)$$

Результаты расчётов сводятся в таблицы 3-6.

Таблица 3 - Напорные и энергетические характеристики створа ГЭС при $Z_{\text{ВБ}} = 305,5 \text{ м}$, $k_3 = 1$ для варианта $N_{\text{б}}=0$

$Q_{\text{НБ}}$	$z_{\text{нб}}$	$H_{\text{ств}}$	$N_{\text{ств}}$	$H_{\text{гэс}}$	$N_{\text{гэс}}$
$\text{м}^3/\text{с}$	м	м	МВт	м	МВт
0	278,00	27,50	0,00	27,20	0,0
200	283,85	21,65	42,48	21,35	35,2
400	285,37	20,13	79,00	19,83	65,4
600	286,43	19,07	112,22	18,77	92,8
800	287,28	18,22	142,97	17,92	118,1
1000	288,00	17,50	171,68	17,20	141,7
2000	290,60	14,90	292,35	14,60	240,6
...
19000	304,68	0,82	152,09	0,52	80,8
20000	305,14	0,36	69,81	0,06	9,2
21000	305,59	0,00	0,00	0,00	0,0

Примечание: - аналогично заполняются таблицы 4-6;

- в таблице 3 при $Z_{ББ}=НПУ$ (при $Z_{ББ}=УМО$ в таблице 5) и $k_3 = 1$ значения расходов $Q_{НБ}^n$ представлены от «0» с шагом $200 \text{ м}^3/\text{с}$ до ближайшего большего к $Q_{гэс}^{max}$, а далее с шагом $1000 \text{ м}^3/\text{с}$ до значения расхода, при котором напор створа будет «0»;

- в таблице 4 при $Z_{ББ}=НПУ$ (при $Z_{ББ}=УМО$ в таблице 6) и $k_3 \neq 1$ значения расходов $Q_{НБ}^3 = Q_{НБ}^n$. т.е. берутся из таблицы 3 (и соответственно таблицы 5), а отметки $Z_{нб}$ определяются с учетом k_3 по формуле:

$$Z_{нб} = (Q_{НБ}^n / k_3)^{1/3} + (278 + 0,4 * N_b). \quad (12)$$

По данным таблиц 3-6 строятся напорные (см.рис.4) и энергетические (см.рис.5) характеристики створа ГЭС для лета и зимы.

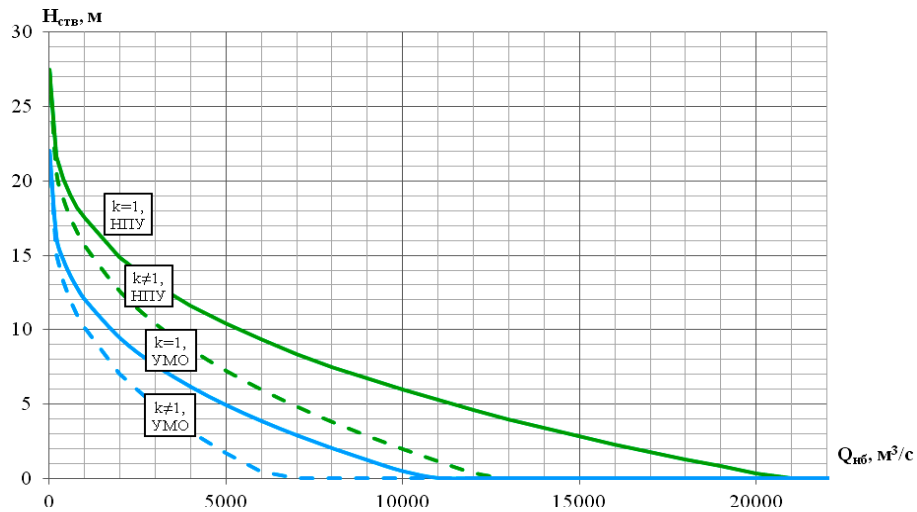


Рисунок 3 – Напорные характеристики створа ГЭС для варианта $N_b=0$

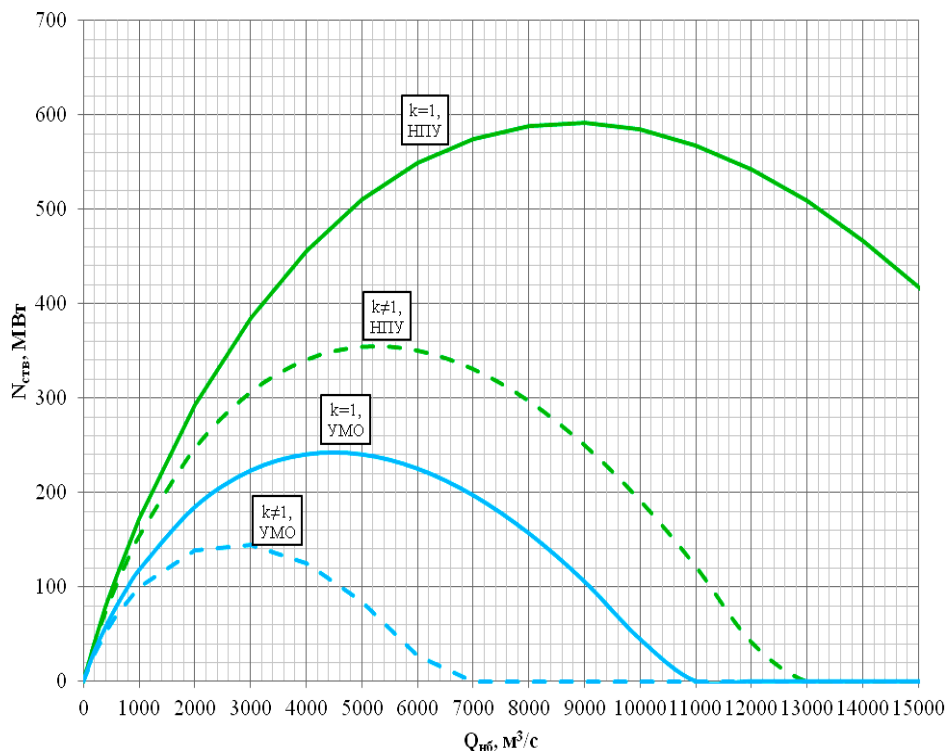


Рисунок 4 – Мощностные характеристики створа ГЭС для варианта $N_b=0$

3. Расчет напорных и энергетических характеристик русловой ГЭС с одинаковыми агрегатами для лета и зимы при постоянной отметке ВБ ($Z_{ВБ}=НПУ$ и $Z_{ВБ}=УМО$)

Для русловых ГЭС напоры на разных агрегатах и напоры ГЭС одинаковые:

$$H_{ai}(Q_{нб}) = H_{aj}(Q_{нб}) = H_{ГЭС}(Q_{нб}). \quad (13)$$

Расчет напорных и энергетических характеристик русловой ГЭС с одинаковыми агрегатами для лета и зимы при постоянной отметке ВБ ($Z_{ВБ}=НПУ$ и $Z_{ВБ}=УМО$) проводим по формулам:

$$H_{гэс}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3) = H_{снб}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3) - \sum_{j=1}^n \Delta h_j = Z_{ВБ} - Z_{НБ}(Q_{НБ}, k_3) - \Delta h_{600}^{подб} - \Delta h_{сус}, \quad (14)$$

$$N_{ГЭС}(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3) = K_N \cdot Q_{НБ} \cdot H_a(Z_{ВБ}, Q_{НБ}, k_3) \cdot 10^{-3} (МВт). \quad (15)$$

Результаты расчета заносятся в таблицы 3-6 и представляются графически (см. рис.5-6).

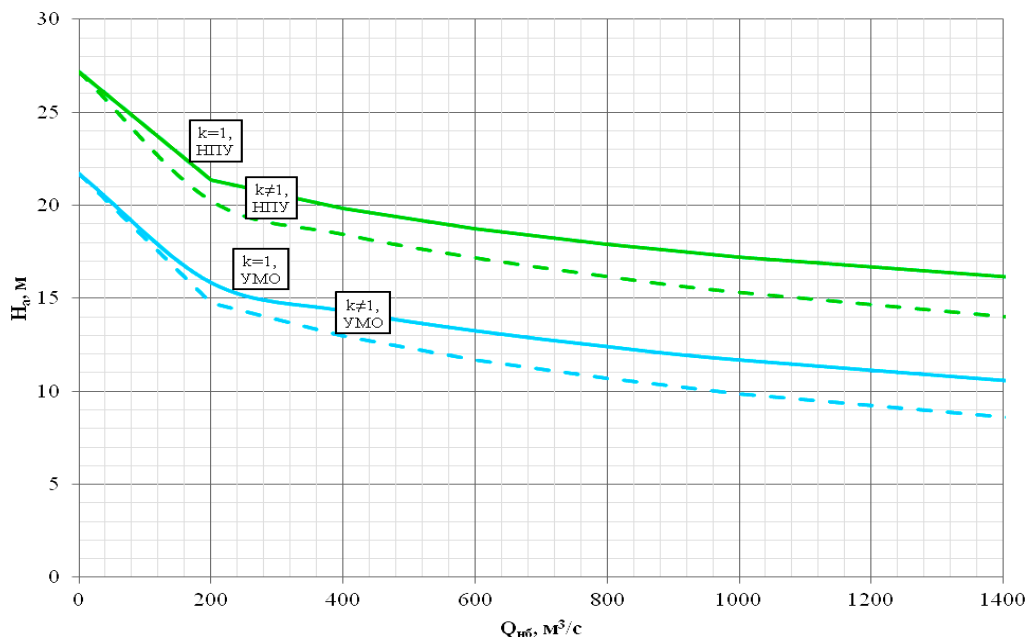


Рисунок 5 – Напорные характеристики русловой ГЭС для варианта $N_{д}=0$

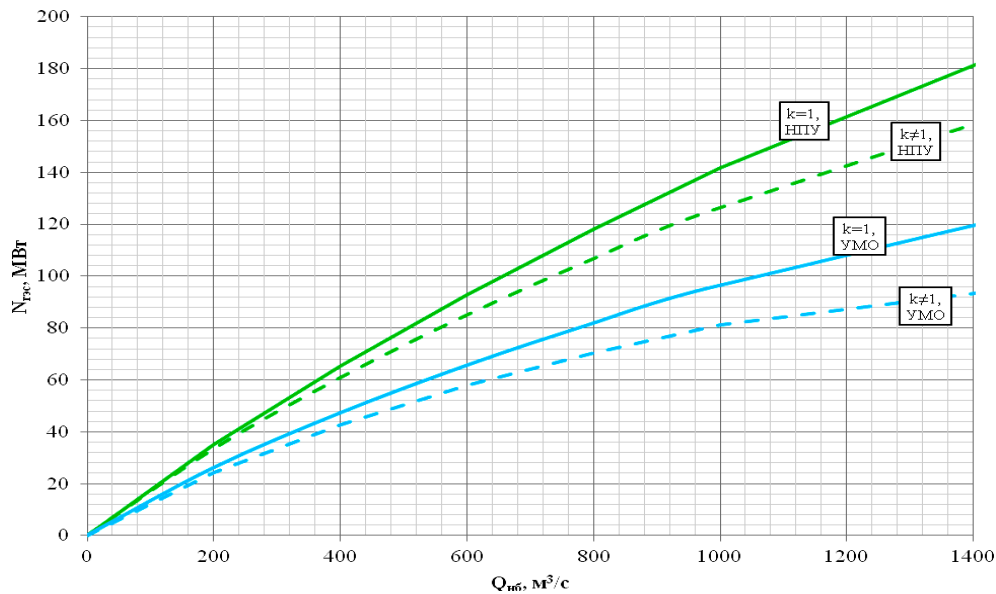


Рисунок 6 – Мощностные характеристики русловой ГЭС для варианта №0

Примечание: напорные и мощностные характеристики ГЭС на рисунках 5-6 представляем в диапазоне расходов от «0» до ближайшего большего к $Q_{ГЭС}^{max}$.

4. Определение расчетного напора ГЭС (H_p^N) и ее установленной мощности $N_{ГЭС}^{уст}$

ориентировочно производится по формулам:

$$H_p^N \approx 0,5 \cdot (H_{ГЭС}^3 (НПУ, Q_{ГЭС}^{max}) + H_{ГЭС}^3 (УМО, Q_{ГЭС}^{max})) \quad (16)$$

$$N_{ГЭС}^{уст} = K_N \cdot Q_{ГЭС}^{max} \cdot H_p^N \cdot 10^{-3}, \text{ МВт} \quad (17)$$

Пример для исходных данных варианта №0

Дано: $Q_{ГЭС}^{max} = 1000 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_{ГЭС}^3 (НПУ, Q_{ГЭС}^{max})$; $H_{ГЭС}^3 (УМО, Q_{ГЭС}^{max})$; $\eta_{ГЭС} = 84\%$.

Определить: H_p^N ; $N_{ГЭС}^{уст}$

По данным таблиц 4 и 6 определяем методом линейной интерполяции для значения $Q_{ГЭС}^{max}$ (см.рис.5):

$$H_{ГЭС}^3 (НПУ, Q_{ГЭС}^{max}) = H_{ГЭС}^3 (305,5; 1000) = 15,34 \text{ м};$$

$$H_{ГЭС}^3 (УМО, Q_{ГЭС}^{max}) = H_{ГЭС}^3 (300; 1000) = 9,84 \text{ м};$$

$$H_p^N = 0,5 \cdot (H_{ГЭС}^3 (НПУ, Q_{ГЭС}^{max}) + H_{ГЭС}^3 (УМО, Q_{ГЭС}^{max})) = 0,5 \cdot (15,34 + 9,84) = 12,59 \text{ м};$$

$$N_{ГЭС}^{уст} = k_N \cdot Q_{ГЭС}^{max} \cdot H_p^N \cdot 10^{-3} = 9,81 \cdot 0,84 \cdot 1000 \cdot 12,59 \cdot 10^{-3} = 103,78 \text{ МВт}.$$

5. Расчёт и построение в графическом виде линии предельных расходов и мощностей ГЭС по напору: $N_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$ и $Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$, и определение рабочего диапазона напоров ГЭС: минимальный - максимальный ($H^{min} - H^{max}$).

Определение рабочего диапазона напоров ГЭС ($H^{min} - H^{max}$) производится по графикам $N_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$ и $Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$. Для его определения на первом этапе задаемся возможным диапазоном напоров ГЭС, приняв в качестве максимального значение:

$$H^{max} = H_{зэс}^л (НПУ, Q_{ГЭС} = 0) \quad (18)$$

и в качестве минимального: $H^{min} = H_{зэс}^з (УМО, Q_{ГЭС}^{max})$. (19)

Предварительно разбиваем возможный диапазон напоров от максимально возможного H^{max} до расчетного H_p^N на 5 интервалов и от минимально возможного H^{min} до расчетного H_p^N также на 5 интервалов, предварительно определив шаг.

Для каждого значения напора определяем значение $Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$ по формуле:

$$Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс}) = \begin{cases} H_{зэс} \geq H_p^N \rightarrow Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс}) = \frac{N_{ГЭС}^{учм}}{K_N \cdot H_{зэс}}; \\ N_{ГЭС}^{пред} = N_{ГЭС}^{учм} \\ H_{зэс} < H_p^N \rightarrow Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс}) \cong Q_{ГЭС}^{max}(H_p^N) \cdot \sqrt{\frac{H_{зэс}}{H_p^N}}; \\ N_{ГЭС}^{пред} = K_N \cdot Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс}) \cdot H_{зэс} \cdot 10^{-3} (МВт) \end{cases} \quad (20)$$

Результаты расчета сводим в таблицу 7 и представляем графически (см. рис.7-8).

Уточнение производим только минимального значения напора по графику 7, это точка пересечения $Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$ и напорной характеристики $H_{зэс}^з (УМО, Q_{нб})$.

Таблица 7 - Результаты расчёта $N_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$ и $Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс})$

$H_{зэс}, \text{ м}$	H^{min}	....	H_p^N	....	H^{max}
$Q_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс}), \text{ м}^3/\text{с}$		....	$Q_{ГЭС}^{max}$	....
$N_{ГЭС}^{пред}(H_{зэс}), \text{ МВт}$		....	$N_{ГЭС}^{учм}$	....

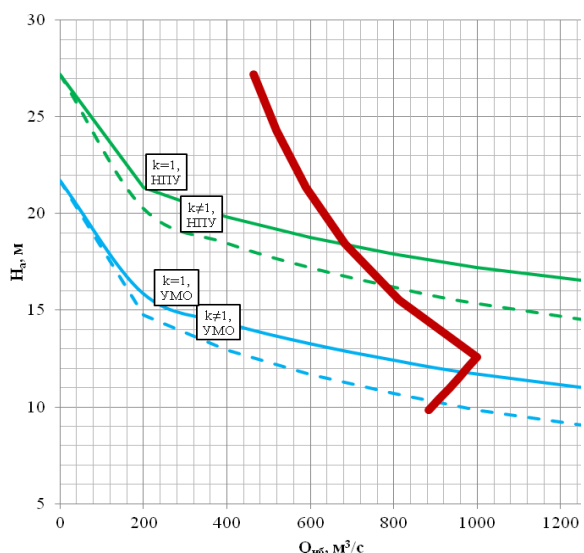


Рисунок 7 - $Q_{ГЭС}^{пред}(H_{эс})$ для варианта $M_0=0$

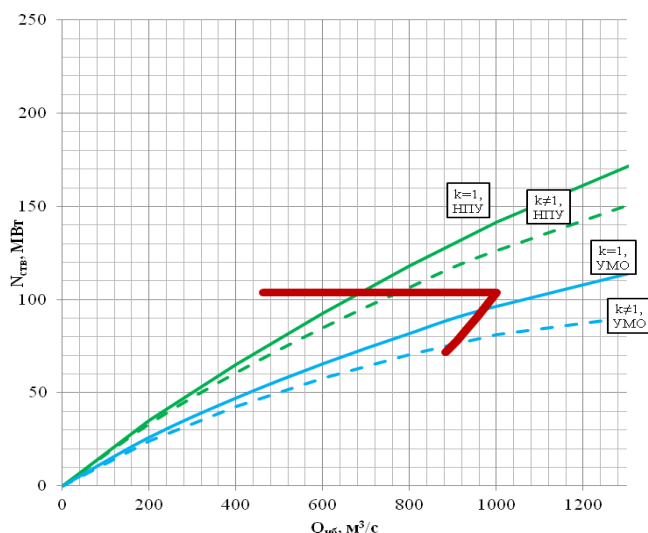


Рисунок 8 - $N_{ГЭС}^{пред}(H_{эс})$ для варианта $M_0=0$

Пример для исходных данных варианта $M_0=0$

Определяем возможный диапазон напоров:

$$H^{max} = H_{эс}^л (HПУ, Q_{ГЭС} = 0) = H_{эс}^л (305,5; 0) = 27,2 \text{ м};$$

$$H^{min} = H_{эс}^з (УМО, Q_{ГЭС}^{max}) = H_{эс}^з (300, 1000) = 9,84 \text{ м}.$$

Определяем шаги при разбиении от максимально возможного H^{max} до расчетного H_p^N на 5 интервалов: $(27,2 - 12,59) / 5 = 2,92$ м и от минимально возможного H^{min} до расчетного H_p^N также на 5 интервалов: $(12,59 - 9,84) / 5 = 0,55$ м. С учетом полученных шагов определяем значения $H_{эс}$ и рассчитываем значения $N_{ГЭС}^{пред}(H_{эс})$ и $Q_{ГЭС}^{пред}(H_{эс})$ по формуле (20). Все расчеты сводим в таблицу по форме 7:

$H_{эс}, \text{ м}$	9,84	10,39	10,94	11,49	12,04	12,59	15,51	18,44	21,36	24,28	27,20
$Q_{ГЭС}^{пред}(H_{эс}), \text{ м}^3/\text{с}$	884,10	908,47	932,19	955,33	977,92	1000,00	811,71	683,10	589,66	518,71	463,00
$N_{ГЭС}^{пред}(H_{эс}), \text{ МВт}$	71,71	77,81	84,07	90,48	97,05	103,78	103,78	103,78	103,78	103,78	103,78

и представляем графически (см.рис.7 и 8). Уточняем значение минимального напора по рисунку 7 $H^{min} = 10,1$ м.

6. Изучить и разработать алгоритм расчета баланса напоров и мощностей русловой ГЭС. На базе разработанного алгоритма провести водно-энергетические расчеты (ВЭР) в табличном виде для 3-х расчётных точек

Дано:

$$Z_{ВБ}, Q_{НБ}, N_{ГЭС}^{уст}, Z_{НБ}^{л/з}(Q_{НБ}), Q_{ГЭС}^{max}, H_p^N, K_N$$

Найти:

$$H_{ств}, H_{ГЭС}, Q_{ГЭС}, Q_{х.сбр}, N_{ГЭС}$$

Алгоритм:

$$\begin{aligned}
 & Z_{ББ}, Q_{НБ} \rightarrow Z_{НБ}(Q_{НБ}; k_3) \rightarrow H_{смв} = Z_{ББ} - Z_{НБ} \rightarrow \\
 & \rightarrow H_{ГЭС} = H_{смв} - \Delta h_{вод} - \Delta h_{сус} \rightarrow \\
 & \rightarrow Q_{ГЭС}^{пред}(H_{ГЭС}) = \begin{cases} \text{Если } H_{ГЭС} \geq H_p^N, \text{ то } Q_{ГЭС}^{пред} = \frac{N_{ГЭС}^{уст}}{K_N \cdot H_{ГЭС}} \\ \text{если } H_{ГЭС} < H_p^N, \text{ то } Q_{ГЭС}^{пред} = Q_{ГЭС}^{max} \sqrt{\frac{H_{ГЭС}}{H_p^N}} \end{cases} \rightarrow \\
 & \rightarrow Q_{ГЭС}(H_{ГЭС}) = \begin{cases} \text{Если } Q_{НБ} \leq Q_{ГЭС}^{пред}, \text{ то } Q_{ГЭС} = Q_{НБ} \\ \text{если } Q_{НБ} > Q_{ГЭС}^{пред}, \text{ то } Q_{ГЭС} = Q_{ГЭС}^{пред} \end{cases} \rightarrow \\
 & \rightarrow Q_{х.сбр} = Q_{НБ} - Q_{ГЭС} \rightarrow N_{ГЭС} = K_N \cdot Q_{ГЭС} \cdot H_{ГЭС}.
 \end{aligned}$$

Расчеты проводятся по выше приведенному алгоритму и сводятся в таблицу 8, а также представляются на напорных (см.рис.9) и мощностных (см.рис.10) характеристиках.

Таблица 8 - Результаты ВЭР для для варианта $N_2=0$

$Z_{вб}$	$Q_{нб}$	k_3	$Z_{нб}$	$H_{смв}$	$H_{ГЭС}$	$Q_{ГЭС}^{пред}$	$Q_{ГЭС}$	$Q_{х.сбр}$	$N_{ГЭС}$
м	м ³ /с	о.е.	м	м	м	м ³ /с	м ³ /с	м ³ /с	МВт
305,50	1200,00	1,00	288,63	16,87	16,57	759,87	759,87	440,13	103,78
302,75	2000,00	0,60	292,94	9,81	9,51	869,08	869,08	1130,92	68,12
300,00	600,00	0,60	288,00	12,00	11,70	963,87	600,00	0,00	57,85

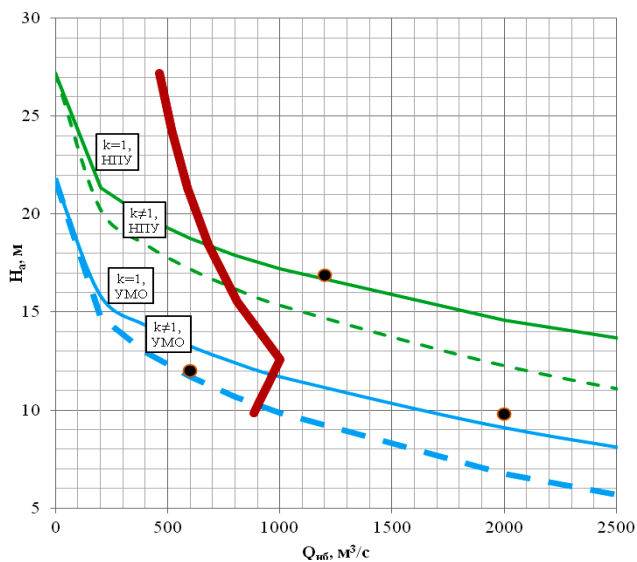


Рисунок 9 – ВЭР для варианта $N_2=0$

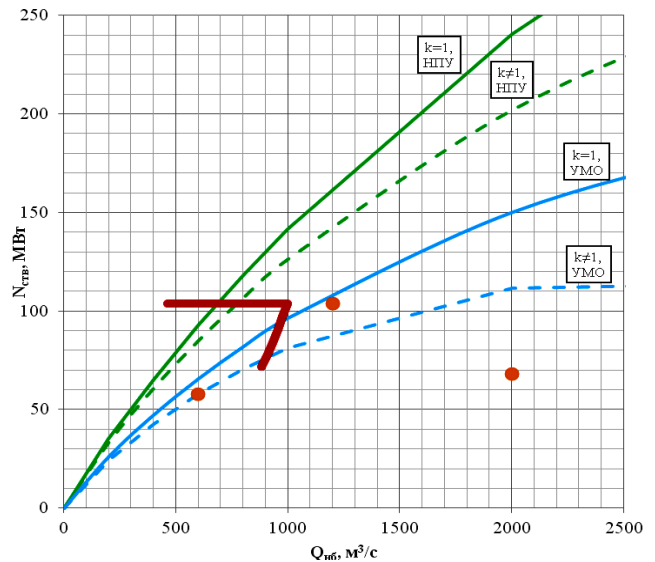


Рисунок 10 - ВЭР для варианта $N_2=0$

Список используемой литературы

1. Малинин Н.К. Теоретические основы гидроэнергетики: Учебник для вузов М: Энергоатомиздат. 1985 г.
2. Малинин Н.К. Гидроэнергетические ресурсы водотока и энергетические характеристики створа ГЭС. Учебное пособие М: МЭИ. 1980 г.

Контрольные вопросы

1. Повлияют ли холостые сбросы на вид напорных характеристик и как?
2. Как изменится положение линии ограничения по максимальной мощности генератора при увеличении K_3 .
3. Как изменится положение линии ограничения по максимальной пропускной способности турбины при увеличении K_3 .