# Введение

Целью практики является подготовка к осознанному и углубленному изучению дисциплин, отражающих специфику отраслевого производства; закрепление, расширение и углубление полученных теоретических знаний по одной или группе изучаемых дисциплин, приобретение практических навыков самостоятельной работы, выработка умений применять их при решении конкретных технических задач.

В данной работе предстоит решить задачу расчет ГЭС по прямому водотоку, а также построить оптимальные графики энергетических режимов ГЭС с учетом наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС.

# Исходные данные и алгоритм расчета

Исходные данные представлены в таблице 1-3.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Среднемесячные расходы реки, м3/с | | | | | | | | | | | |
| X | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| 2692 | 1222 | 765 | 712 | 609 | 572 | 1889 | 6630 | 10039 | 5593 | 4744 | 3894 |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Кривая связи верхнего бьефа Zвб(Vв) | | | | | | | |  |
| Уровни | Z, м | 160 | 202,5 | 226 | 233 | 244 | 252,5 | 258 | 264 |
| Объемы | V, км3 | 0 | 20 | 48 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 |

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кривая связи нижнего бьефа Zнб(Qнб) | | | | | | | | | | |  |
| Уровни | Z, м | 138,4 | 144,4 | 146,8 | 148 | 149,4 | 150,6 | 151,7 | 152,8 | 153,5 | 155,3 |
| Расходы | Q, м3/с | 0 | 300 | 600 | 900 | 1200 | 1500 | 1800 | 2100 | 2400 | 3000 |

Параметры ГЭС: НПУ = 260 м, КПД = 85%.

Алгоритм расчета:

1. переменная “ i ” обозначает номер расчетного интервала;

2. переменная “ t ” обозначает месяц (см. табл.1.);

Расчет основных параметров водно-энергетического расчета ГЭС:

3. Длительность месяца в i-м интервале в секундах (Δt’ i), принимаем, что рассматривается не високосный год;

4. Приточность воды к створу ГЭС:‾Qпр(t)=‾Qмес.(t);

5. Zвб iн начальная для i-го интервала отметка ВБ:

– при i =1: Zвб iн = ∇НПУ;

– при i > 1: Zвб i нач. = Zвб i-1 кон.;

6. Конечная для i-го интервала отметка ВБ: Zвб iк = var ;

7. Объем воды вод-ща соответствующий Zвб iн : Vв iн = f (Zвб iн);

8. Объем воды вод-ща соответствующий Zвб iк: Vв iк = f (Zвб iк);

9. Изменение объема воды вод-ща: ΔVв i = Vв iн – Vв iк;

10. Расход воды водохранилища: ‾Qв i = ΔVв i / Δt’i;

11. Расход воды ГЭС: ‾Qгэс i =‾Qв i +‾Qпр i ;

12.‾Zвб i средняя для i-го интервала отметка ВБ: ‾Zвб i = 0,5( Zвб iн + Zвбiк);

13. Расход воды попадающий в НБ: ‾Qнб i ≈‾Qгэс i ;

14.‾Zнб i отметка воды НБ соответствующая‾Qнб i равна:‾Zнб i = f(Qнбi);

15. ‾Hгэс i напор воды ГЭС: ‾Hгэс i = ‾Zвб i –‾Zнб i;

16. ‾Nгэс i вырабатываемая мощность ГЭС:

‾NГЭС i =kN ‾HГЭС i ‾QГЭС i , где

kN = 9,81 ηГЭС – коэффициент мощности ГЭС;

17. Длительность месяца в i-м интервале в часах (Δt” i), принимаем, что рассматривается не високосный год;

18. ‾Эгэс i выработка электроэнергии ГЭС: ‾Эгэс i =‾NГЭС i Δt” i ;

1. По алгоритму п.1 провести водно-энергетический расчет при Zвбi = const = ∇НПУ и рассчитать среднегодовую мощность ГЭС ().

3. На годовой график средних нагрузок ЭЭС (из Проф.Практикума) наложить режим ГЭС ‾Nгэс(t) (п.2). Графическим методом получить режим ГЭС‾N’гэс(t) по критерию наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС, т.е.

= –' = const → min t = 1 ÷ 12 мес.,

‾N’гэс min = 10%(max‾Nгэс),

и для нового мощностного режима ГЭС провести ВЭР используя алгоритм п.1., с условием Zвб1нач.= Zвб12кон. = ∇НПУ.

Для найденных мощностей‾N’гэс(t) определяем Эсут i = 24‾N’ГЭС i , далее откладывая ее от максимального значения суточной энергии на зимней ИКН (из Проф. Практикума), получаем тем самым рабочую мощность ГЭС для каждого месяца (NРАБ. i). Далее наносим на годовой график аксимальных нагрузок ЭЭС (ТР Проф. Практикума) значения мощностей NРАБ.(t).

Примечание:

для п.3 необходимо определить:

– отметку ∇УМО= min(Zвб t );

– полезный объем водохранилища: Vпол.= V(∇НПУ) – V(∇УМО).

4. По результатам расчетов для п.п.2,3 построить: NГЭС (t) (ступенчатый график) и Zвбн, Zвбк (t) (т.е. для начала t-го месяца Zвб t н, а для конца Zвб t к) и ‾NРАБ., ГЭС,ТЭС (t).

# Расчет основных параметров водно-энергетического расчета ГЭС

Расчет согласно алгоритму представлен в таблице 4.

Таблица 4

Расчет основных параметров ГЭС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | | Δt’i | ‾Qпрi | Zвб iн | Zвб iк | Vв iн | Vв iк | ΔVi | ‾Qвi | ‾Qгэс i | ‾Ζвб i | ‾Qнбi | ‾Ζнбi | ‾ΗГЭС i | ‾ΝГЭС i | Δt’’i | ‾Эгэс i | ‾Эсут i |
| i | t, мес | ×106, с | м3/с | м | м | 109м3 | 109м3 | 109м3 | м3/с | м3/с | м | м3/с | м | м | МВт | ч | МВт·ч | МВт·ч |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 1 | I | 2,684 | 712 | 260 | 250 | 0,14 | 0,10 | 0,040 | 14,90 | 726,9 | 255 | 726,9 | 141 | 114 | 2243 | 744 | 1669101 | 69546 |
| 2 | II | 2,419 | 609 | 250 | 245 | 0,10 | 0,08 | 0,020 | 8,27 | 617,3 | 247,5 | 617,3 | 116 | 131,5 | 2197 | 672 | 1476716 | 61530 |
| 3 | III | 2,684 | 572 | 245 | 230 | 0,08 | 0,06 | 0,020 | 7,45 | 579,5 | 237,5 | 579,5 | 100 | 137,5 | 2157 | 744 | 1604801 | 66867 |
| 4 | IV | 2,592 | 1889 | 230 | 200 | 0,06 | 0,02 | 0,040 | 15,43 | 1904,4 | 215 | 1904,4 | 175 | 40 | 2062 | 720 | 1484863 | 61869 |
| 5 | V | 2,684 | 6630 | 200 | 225 | 0,02 | 0,05 | -0,028 | -10,43 | 6619,6 | 212,5 | 6619,6 | 202 | 10,5 | 1882 | 744 | 1399975 | 58332 |
| 6 | VI | 2,592 | 10039 | 225 | 230 | 0,05 | 0,06 | -0,012 | -4,63 | 10034,4 | 227,5 | 10034,4 | 221 | 6,5 | 1766 | 720 | 1271348 | 52973 |
| 7 | VII | 2,684 | 5593 | 230 | 250 | 0,06 | 0,10 | -0,040 | -14,90 | 5578,1 | 240 | 5578,1 | 228,5 | 11,5 | 1737 | 744 | 1292067 | 53836 |
| 8 | VIII | 2,684 | 4744 | 250 | 230 | 0,10 | 0,06 | 0,040 | 14,90 | 4758,9 | 240 | 4758,9 | 225,5 | 14,5 | 1868 | 744 | 1389876 | 57912 |
| 9 | IX | 2,592 | 3894 | 230 | 245 | 0,06 | 0,08 | -0,020 | -7,72 | 3886,3 | 237,5 | 3886,3 | 219 | 18,5 | 1946 | 720 | 1401416 | 58392 |
| 10 | X | 2,684 | 2692 | 245 | 230 | 0,08 | 0,06 | 0,020 | 7,45 | 2699,5 | 237,5 | 2699,5 | 207 | 30,5 | 2229 | 744 | 1658352 | 69098 |
| 11 | XI | 2,592 | 1222 | 230 | 245 | 0,06 | 0,08 | -0,020 | -7,72 | 1214,3 | 237,5 | 1214,3 | 168 | 69,5 | 2285 | 720 | 1645000 | 68542 |
| 12 | XII | 2,684 | 765 | 245 | 260 | 0,08 | 0,14 | -0,060 | -22,35 | 742,6 | 252,5 | 742,6 | 125,5 | 127 | 2553 | 744 | 1899706 | 79154 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ∑ | 24926 | ∑ | 18193222 | 758051 |

# Расчет основных параметров водно-энергетического расчета ГЭС при постоянном уровне воды в водохранилище

Расчет согласно алгоритму представлен в таблице 5.

Таблица 5

Расчет основных параметров ГЭС при постоянном уровне воды в водохранилище

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | | Δt’i | ‾Qпрi | Zвб iн | Zвб iк | Vв iн | Vв iк | ΔVi | ‾Qвi | ‾Qгэс i | ‾Ζвб i | ‾Qнбi | ‾Ζнбi | ‾ΗГЭС i | ‾ΝГЭС i | Δt’’i | ‾Эгэс i | ‾Эсут i |
| i | t, мес | ×106, с | м3/с | м | м | 109м3 | 109м3 | 109м3 | м3/с | м3/с | м | м3/с | м | м | МВт | ч | МВт·ч | МВт·ч |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 1 | I | 2,684 | 712 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 712,0 | 260 | 712,0 | 141 | 119 | 2294 | 744 | 1706586 | 71108 |
| 2 | II | 2,419 | 609 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 609,0 | 260 | 609,0 | 116 | 144 | 2374 | 672 | 1595429 | 66476 |
| 3 | III | 2,684 | 572 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 572,0 | 260 | 572,0 | 100 | 160 | 2478 | 744 | 1843390 | 76808 |
| 4 | IV | 2,592 | 1889 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 1889,0 | 260 | 1889,0 | 175 | 85 | 4347 | 720 | 3129765 | 130407 |
| 5 | V | 2,684 | 6630 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 6630,0 | 260 | 6630,0 | 202 | 58 | 10410 | 744 | 7745382 | 322724 |
| 6 | VI | 2,592 | 10039 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 10039,0 | 260 | 10039,0 | 221 | 39 | 10599 | 720 | 7631606 | 317984 |
| 7 | VII | 2,684 | 5593 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 5593,0 | 260 | 5593,0 | 228,5 | 31,5 | 4770 | 744 | 3548597 | 147858 |
| 8 | VIII | 2,684 | 4744 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 4744,0 | 260 | 4744,0 | 225,5 | 34,5 | 4431 | 744 | 3296591 | 137358 |
| 9 | IX | 2,592 | 3894 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 3894,0 | 260 | 3894,0 | 219 | 41 | 4322 | 720 | 3112008 | 129667 |
| 10 | X | 2,684 | 2692 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 2692,0 | 260 | 2692,0 | 207 | 53 | 3863 | 744 | 2873771 | 119740 |
| 11 | XI | 2,592 | 1222 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 1222,0 | 260 | 1222,0 | 168 | 92 | 3044 | 720 | 2191391 | 91308 |
| 12 | XII | 2,684 | 765 | 260 | 260 | 0,127 | 0,127 | 0,000 | 0,00 | 765,0 | 260 | 765,0 | 125,5 | 134,5 | 2786 | 744 | 2072455 | 86352 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ∑ | 55717 | ∑ | 40746970 | 1697790 |

Графически энергетический режим работы водохранилища по водотоку представлен на рис. 1.

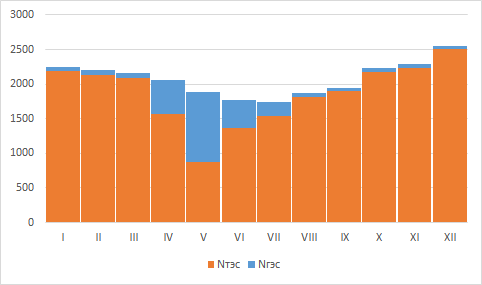


Рис. 1 Режимы работы водохранилища по водотоку

Графически энергетический режим работы ГЭС по критерию наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС и учетом ограничения по минимальной мощности ГЭС представлен на рис. 2.

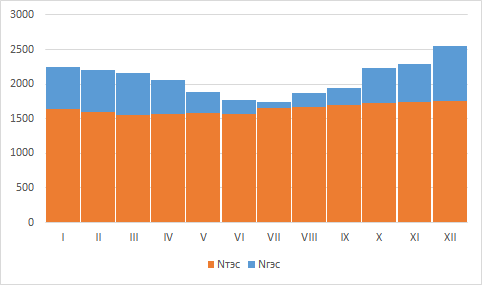


Рис. 2 Режимы работы ГЭС по критерию наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС и учетом ограничения по минимальной мощности ГЭС

Графически энергетический режим работы ГЭС по критерию наполнения водохранилища с учетом наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС и учетом ограничения по минимальной мощности ГЭС представлен на рис. 3.

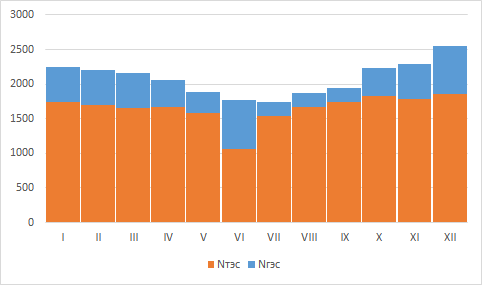


Рис. 3 Режимы работы ГЭС по критерию наполнения водохранилища с учетом наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС и учетом ограничения по минимальной мощности ГЭС

Режим сработки-наполнения водохранилища ГЭС представлен на рис. 4.

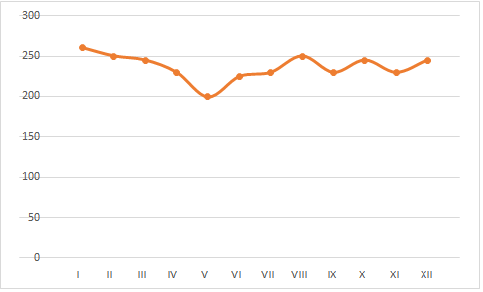


Рис. 4 Режим сработки-наполнения водохранилища ГЭС

Отметка УМО = 200 м. Полезный объем водохранилища:

# Заключение

В данной работе мы решили задачу расчета ГЭС по прямому водотоку, а также построили оптимальные графики энергетических режимов ГЭС с учетом наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС.

Анализируя полученные графики, можем сказать, что по водотоку максимальные мощности ГЭС вырабатывает зимний период, минимальный в летний. Оптимизацию провели по двум критериям:

1) наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС с учетом ограничения по минимальной мощности ГЭС;

2) наполнения водохранилища с учетом наибольшего вытеснения рабочих мощностей ТЭС и по минимальной мощности ГЭС.

В первом случае средняя мощность ТЭС поддерживалась приблизительно на одном уровне, во втором было падения мощности ТЭС в летний период.

# Список литературы

1. Обоснование параметров проектируемой ГЭС. Методические указания к курсовому проекту Александровский А.Ю., Силаев Б.Н.-М. Издательство МЭИ, 2006-103 с

2. Рокотян С.С., Шапиро И.М., Справочник по проектированию электроэнергетических систем. – М: Энергия, 1985-288 с.