#### ДЕПАРТАМЕНТ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

##### Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия

Кафедра: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дисциплина: Регулирование стока

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

Приняла:

Попова Ольга Васильевна

Выполнила: студентка третьего курса,

заочного отделения, группы 35 ЭМЗ, 04/040

Фастова Надежда Александровна

#### Волгоград 2007г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| ДАННЫЕ ПО ВАРИАНТУ | |
| 1 | Построение батиграфических кривых водохранилища. |
| 2 | Определение минимального уровня воды УМО. |
| 3 | Расчет водохранилища сезонно-годичного регулирования стока |
| 4. | Определение режима работы водохранилища балансовым  таблично-цифровым расчетом |
| 5 | Интегральные (календарные) кривые стока и отдачи |
| . | Расчет водохранилища многолетнего регулирования. |
| 7. | Определение регулирующего влияния водохранилища на максимальный |

**ДАННЫЕ ПО ВАРИАНТУ**

**ВАРИАНТ 0.** Река Сура, с. Кадышево, площадь водосбора F=27 900 км2, залесенность 30%, болот нет, среднее многолетнее количество осадков 682 мм.

Среднемесячные и среднегодовые расходы воды и модули стока

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | Год | М л/с\*км2 | Ма л/с\*км2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1964 | 47,6 | 42,6 | 44,9 | 699 | 259 | 94,7 | 66,8 | 60,8 | 51,0 | 49,7 | 44,3 | 42,5 | 125 | 4,48 | 4,23 |
| 1965 | 37,9 | 41,2 | 56,1 | 574 | 148 | 71,4 | 53,3 | 50,1 | 46,8 | 48,4 | 45,1 | 55,2 | 102 | 3,66 | 3,54 |
| 1966 | 46,4 | 42,9 | 141 | 380 | 85,5 | 55,6 | 47,6 | 42,2 | 42,3 | 43,1 | 43,9 | 37,2 | 83,9 | 3,01 | 2,66 |
| 1967 | 27,6 | 33,2 | 36,3 | 332 | 94,6 | 53,9 | 44,4 | 46,1 | 38,4 | 40,4 | 36,9 | 31,4 | 67,9 | 2,43 | 2,47 |
| 1968 | 32,8 | 27,2 | 48,9 | 767 | 113 | 72,1 | 79,0 | 45,3 | 42,2 | 45,2 | 51,8 | 15,4 | 112 | 4,01 | 3,72 |
| 1969 | 27,4 | 23,0 | 20,0 | 636 | 104 | 68,1 | 67,4 | 52,4 | 45,5 | 64,9 | 76,8 | 73,7 | 105 | 3,76 | 2,42 |
| 1970 | 54,5 | 55,1 | 48,8 | 1120 | 137 | 77,5 | 54,7 | 48,1 | 48,9 | 52,3 | 66,2 | 44,7 | 151 | 5,41 | 4,24 |
| 1971 | 43,8 | 40,3 | 95,6 | 565 | 104 | 58,6 | 51,8 | 42,0 | 36,7 | 48,4 | 60,1 | 63,4 | 101 | 3,62 | 2,88 |
| 1972 | 32,7 | 26,4 | 48,6 | 333 | 67,4 | 51,2 | 44,6 | 26,2 | 27,4 | 37,2 | 48,1 | 60,6 | 67,0 | 2,40 | 1,71 |
| 1973 | 34,3 | 32,0 | 37,3 | 308 | 86,4 | 56,6 | 56,1 | 66,2 | 57,8 | 66,9 | 94,4 | 67,9 | 79,5 | 2,85 | 2,40 |

Бассейн – аналог – р. Сура, г. Пенза.

Средняя многолетняя величина годового стока (норма) Моа=3,5 л/с\*км2, Сv=0,27.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отметки Н, м | 220 | 222 | 224 | 226 | 228 | 230 | 232 | 234 | 236 | 238 | 240 | 242 |
| Площади  , км2 | 0 | 10 | 22 | 38 | 56 | 76 | 98 | 124 | 152 | 188 | 230 | 278 |

Сезонное:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяцы | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
| U, млн. м3 | 40 | 40 | 40 | 40 | 150 | 150 | 150 | 150 | 40 | 40 | 40 | 40 | 920 |
| П, мм | 60 | 60 | 60 | 84 | 144 | 166 | 180 | 185 | 142 | 84 | 60 | 60 |  |

Многолетнее: Uбр =2800 млн. м3, Р = 80%, r = 0.

Таблица для определения параметров при подсчете максимального расхода талых вод

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Река-пункт | F1 | | ko | | n1 | h | Cv |  | n2 |  |
| 0 | Сура-Кадышево | | 2 | | 0,020 | 0,25 | 80 | 0,40 | 1,30 | 0,20 | 0,8 |

**1. Построение батиграфических кривых водохранилища.**

Топографическая (батиграфическая характеристика представляет собой графическое изображение зависимостей площади водохранилища и его объема от высотных отметок или глубин, соответствующих различным уровням наполнений: V=V (H) – кривая объемов,  = (H) – кривая площадей, hср = hср(H) – кривая средних глубин и L = L (H) – кривая критерия литорали.

Определение этих характеристик проводят путем обработки топографических планов района затопления, причем для каждого проектируемого гидроузла составляют характеристики для разных вариантов створов и на основе технико-экономических расчетов выбирают оптимальный вариант.

Кривая площадей строится по результатам планиметрирования плана в горизонталях. При этом допускается, что водная поверхность водохранилища горизонтальна, что справедливо для относительно крупных слабопроточных водохранилищ, уклон водной поверхности которых незначителен. Объемы, площади зеркала и уровни, вычисленные при допущении горизонтальности, называются статическими.

Расчет батиграфичесикх кривых водохранилища

Таблица №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отметки уровня воды, м | Глубина h , м | Площадь зеркала, км2 | | Разность, м .∆ H | Емкость, млн. м3 | | Средняя глубина, м hср | Литораль | | | |
|  |  | Объем отдельного слоя, ∆ V | Объем  V | Н |  |  | L |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6=(4)\*(5)** | **7** | **8=(7)/(3)** | **9** | **10** | **11** | **12=(11)/(10)** |
| 220 |  | 0 | 5  16  30  47  66  87  111  138  170  209  254 | 2  2  2  2  2  2  2  2  2  2  2 | 10  32  60  94  732  174  222  276  340  418  508 | 0 | 0 | 220 | 0 | 0 | - |
| 222 | 2 | 10 | 10 | 1 | 222 | 10 | 10 | 1 |
| 224 | 4 | 22 | 42 | 1,91 | 224 | 22 | 12 | 0,54 |
| 226 | 6 | 38 | 102 | 2,68 | 226 | 38 | 16 | 0,42 |
| 228 | 8 | 56 | 196 | 3,50 | 228 | 56 | 18 | 0,32 |
| 230 | 10 | 76 | 328 | 4,32 | 230 | 76 | 20 | 0,26 |
| 232 | 12 | 98 | 502 | 5,12 | 232 | 98 | 22 | 0,22 |
| 234 | 14 | 124 | 724 | 5,84 | 234 | 124 | 26 | 0,21 |
| 236 | 16 | 152 | 1000 | 6,58 | 236 | 152 | 28 | 0,18 |
| 238 | 18 | 188 | 1340 | 7,13 | 238 | 188 | 36 | 0,19 |
| 240 | 20 | 230 | 1758 | 7,64 | 240 | 230 | 42 | 0,18 |
| 242 | 22 | 278 | 2268 | 8,16 | 242 | 278 | 48 | 0,17 |

Для установления зависимости V=V (H) определяют объемы по слоям: ∆ V=  ∆ H, где  – площади зеркала водохранилища при отметках Нi и Нi+1; объем первого от дна параболоида ∆ V1 = 2/3 \* ∆H0-1 .

Объем воды в водохранилище при любой отметке уровня наполнений вычисляется путем последовательного суммирования объемов отдельных слоев, начиная с самой низкой точки, V 1 =.

Для построения кривой средних глубин водохранилища hср определяют средние глубины при различных уровнях наполнений, как:

hср = .

Площадь литорали – это площадь мелководья с глубинами 2м и менее. Площадь литорали определяют:

,

где  – площадь зеркала водохранилища при отметке уровня Н, м;

 –площадь зеркала водохранилища при отметке Н-2 м.

Критерий литорали – это отношение площади литорали к площади зеркала водохранилища при этой же отметке.

.

На рис. 1 показаны батиграфические кривые водохранилища (прилагается).

**2 Определение минимального уровня воды УМО.**

Минимальный уровень воды соответствует уровню мертвого объема УМО. Мертвый объем водохранилища расположен ниже уровня наибольшего возможного опорожнения водохранилища и необходим для его нормальной эксплуатации.

Мертвый объем определяют из ряда условий:

а) санитарно-технических;

б) заиления;

в) из условий обеспечения командования над оросительными каналами;

г) из условия напора на ГЭС;

д) из условия судоходства;

е) из условия рыбоводства.

В нашей работе требуется определить мертвый объем водохранилища, исходя из санитарно-технических условий. Для обеспечения нормального качества воды и глубин нормами принимаются hср  2,5 м и .

По кривой Нср=Нср(Н) (рис. №1) для Нср=2,5 м определим УМО=225,5 м абс. и соответственно этой отметке по V=V(Н) определим Vмо=85 млн.м3. Задаемся Lлитораль=0,35 и определяем соответственно мертвый объем=175 млн.м3 при отметке УМО=227,5.

**3. Расчет водохранилища сезонно-годичного регулирования стока.**

Сущность сезонного регулирования стока состоит в накоплении воды в водохранилище в многоводные периоды года с целью покрытия недостатков в притоке над потреблением в маловодные периоды.

Отличительной особенностью сезонного регулирования является использование стока только в пределах одного водохозяйственного года, причем размер потребления ниже расчетного стока заданной вероятности превышения.

В прямой задаче находят полезную емкость водохранилища при известном притоке, плановой отдаче, величинах потерь воды и начальном наполнении. Период, в течение которого происходит заполнение емкости, называется периодом накопления, а периодом частичного или полного опорожнения соответствует сработка. Избытки стока над потреблением сбрасываются без использования на полезные цели в нижний бьеф и называются холостыми сбросами.

Полезный объем водохранилища определяют путем сопоставления расчетного стока и полезной отдачи. Расчетный гидрограф, выраженный в объемах месячного стока (млн. м3) – это результат расчета внутригодового распределения стока методом компоновки. (табл. №2).

Анализируя данные, замечаем:

1) что в VIII месяце W<U, следовательно, необходимо регулирование стока;

2) так как W года >U года, то достаточно сезонного регулирования стока;

3) избытки (∆b) непрерывно продолжаются с сентября по июль и в сумме составляют 1833,46 млн.м3, недостаток стока (∆d) наблюдается только в августе и составляет 17,18 млн.м3.

Чередование периодов накопления и последующей сработки называется тактом работы водохранилища. В рассматриваем примере водохранилище наполняется и опорожняется 1 раз и по характеру работы является однотактным.



Рис. №3

Начало расчетного водохозяйственного года приходится на момент, когда приток начинает превышать потребление; в нашем случае – с сентября месяца.

Так как недостаток притока­ (∆d) есть единственный в течение года, то его величина дает нам необходимый полезный объем нашего водохранилища, т.е. Vплз=17,18 млн.м3.

Полный объем водохранилища определим:

Vплн= Vнпу= Vплз+ Vмо= 17,18+ 175 = 192,18 млн.м3.

Высотная отметка нормального подпорного уровня Ннпу определим по кривой объемов V =V(H), Ннпу =228 м абс.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Данные для определения характера работы водохранилища | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  | | |  | Таблица №2 | | |
| Месяцы | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** |
| Приток млн м. куб. р. Сура с. Кадышево при Р=80% | 125,99 | 92,29 | 125,99 | 144,44 | 1 190,78 | 293,81 | 154,31 | 132,82 | 128,36 | 105,75 | 115,75 | 125,99 | 2 736,28 |
| Плановая отдача U , млн.м. куб. | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 40,00 | 920,00 |
| Избыток (+) или недостаток (-), млн. м. куб. | 85,99 | 52,29 | 85,99 | 104,44 | 1 040,78 | 143,81 | 4,31 | **-17,18** | 88,36 | 65,75 | 75,75 | 85,99 | 1 816,28 |

**4. Определение режима работы водохранилища балансовым таблично-цифровым расчетом.**

Расчет производится по месячным интервалам времени для водохозяйственного года при заданных условиях регулирования.

Расчет проходит в два этапа:

– предварительный (без учета потерь воды на испарение и фильтрацию);

– окончательный (с учетом последних).

В графе (6) в 1-й строчке выписываем мертвый объем Vмо=175 млн.м3.

Далее по ходу времени, т.е. на конец последующего месяца, вычисляем фиктивные наполнения, не ограниченные заданными пределами Vнпу и Vмо в виде Vф =Vн +(Wp-U).

Если Vф≥ Vнпу,, в графе (6) записываем Vнпу; избыточный объем воды Vф- Vнпу=S направляем на сброс (графа 7).

Если Vф< Vнпу и Vф> Vмо, то Vк= Vф.

Если Vн= Vмо, то Vк= Vмо. (Vн – наполнение на начало месяца, Vк– на конец месяца).

В конце последнего месяца получаем Vк= Vмо.

Суммарный годовой объем сброса равен разности годовых объемов стока и полезной отдачи.

Расчет приведен в таблице № 3.

По второму варианту правил регулирования проводят против хода времени, начиная с последнего месяца водохозяйственного года, ниже которого в графу (8) записываем Vк= Vмо.

Vн =Vк -(Wp-U).

Дефициты стока прибавляем, избытки – вычитаем, сбросы осуществляем при мертвом объеме. При этом выполняются следующие условия:

1. если Vн <Vнпу,, то Vк= Vн;
2. если Vн >Vнпу, то Vк= Vнпу;
3. если Vн >Vмо, то Vк= Vмо, а разность Vмо- Vн= S (имеет место сброс).

Контроль вычислений сумма Wp- суммаU= суммаS.

Второй этап расчета включает определение потерь.

Средний объем вычисляется:

Vср=(Vн+Vк)/2.

Среднюю площадь зеркала находим по топографической характеристике (рис.№1) в зависимости от среднего объема.

Далее находим полезный объем водохранилища с учетом потерь по правилам, изложенным выше.

V/плз=34,9 млн. м3.

Дальнейший расчет аналогичен рассмотренному ранее.

V/нпу=209,9 млн. м3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчет водохранилища сезонного регулирования (объемы стока, отдач, потерь и наполнений в млн. м3)** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | Таблица №3 | | |
| № п/п | Месяц | Расчетный сток (Wp) | Плановая отдача (U) | Наполнение БЕЗ УЧЕТА ПОТЕРЬ | | | | | |
| Сток минус отдача | | 1-й вариант | | 2-й вариант | |
| + | - | V | C | V | C |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| 175,00 | **-** |  |  |
| 1 | IX | 128,36 | 40,00 | 88,36 |  | 192,18 | 71,18 | 175,00 | 88,36 |
| 2 | X | 105,75 | 40,00 | 65,75 |  | 192,18 | 65,75 | 175,00 | 65,75 |
| 3 | XI | 115,75 | 40,00 | 75,75 |  | 192,18 | 75,75 | 175,00 | 75,75 |
| 4 | XII | 125,99 | 40,00 | 85,99 |  | 192,18 | 85,99 | 175,00 | 85,99 |
| 5 | I | 125,99 | 40,00 | 85,99 |  | 192,18 | 85,99 | 175,00 | 85,99 |
| 6 | II | 92,29 | 40,00 | 52,29 |  | 192,18 | 52,29 | 175,00 | 52,29 |
| 7 | III | 125,99 | 40,00 | 85,99 |  | 192,18 | 85,99 | 175,00 | 85,99 |
| 8 | IV | 144,44 | 40,00 | 104,44 |  | 192,18 | 104,44 | 175,00 | 104,44 |
| 9 | V | 1 190,78 | 150,00 | 1 040,78 |  | 192,18 | 1 040,78 | 175,00 | 1 040,78 |
| 10 | VI | 293,81 | 150,00 | 143,81 |  | 192,18 | 143,81 | 175,00 | 130,94 |
| 11 | VII | 154,31 | 150,00 | 4,31 |  | 1+92,18 | 4,31 | 187,87 | - |
| 12 | VIII | 132,82 | 150,00 |  | 17,18 | 175,00 | - | 192,18 | - |
|  |  |  |  |  |  |  |  | 175,00 | - |
| **ИТОГО:** | | **2 736,28** | **920,00** | **1 833,46** | **17,18** | **2 463,98** | **1 816,28** | **2 305,05** | **1 816,28** |
|  | **Vмо=175 млн.м куб.** | |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Р%=80%** | |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Vплз=17,18 млн. м. куб.** | |  |  |  | **Vнпу =192,18 млн.м. куб.** | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчет водохранилища сезонного регулирования (объемы стока, отдач, потерь и наполнений в млн. м3)** | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица №4 | | | | | |
| № п/п | Месяц | Испарение I, мм | Испарение I, м | V без учета потерь, мертвый объем | Vср, млн.м.куб. | Wср км кв. | Потери, млн.м.куб. | | | Wq+∑ | с учетом потерь, млн.м. | | | | | |
| I | Ф | ∑ | WQ-(Wq+∑) | | 1-й вариант | | 2-й вариант | |
| + | - | V , млн.м | С, млн.м | V , млн.м | С, млн.м |
|  | **1** | **2** | | **3** | **4** | **5** | **6=(5)\*(2)** | **7** | **8=(6)+(7)** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** |
|  |  |  |  | **175** |  |  |  |  |  |  |  |  | **175** |  |  |  |
| 1 | IX | 142,00 | 0,142 | 192,18 | **183,59** | 52,0 | 7,38 | 1,29 | 8,67 | 48,67 | 79,7 |  | 209,90 | 44,79 | 175,00 | 79,69 |
| 2 | X | 84,00 | 0,084 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 4,54 | 1,35 | 5,88 | 45,88 | 59,9 |  | 209,90 | 59,87 | 175,00 | 59,87 |
| 3 | XI | 60,00 | 0,06 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 3,24 | 1,35 | 4,59 | 44,59 | 71,2 |  | 209,90 | 71,20 | 175,00 | 71,16 |
| 4 | XII | 60,00 | 0,06 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 3,24 | 1,35 | 4,59 | 44,59 | 81,4 |  | 209,90 | 81,40 | 175,00 | 81,4 |
| 5 | I | 60,00 | 0,06 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 3,24 | 1,35 | 4,59 | 44,59 | 81,4 |  | 209,90 | 81,40 | 175,00 | 81,4 |
| 6 | II | 60,00 | 0,06 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 3,24 | 1,35 | 4,59 | 44,59 | 47,7 |  | 209,90 | 47,70 | 175,00 | 47,7 |
| 7 | III | 60,00 | 0,06 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 3,24 | 1,35 | 4,59 | 44,59 | 81,4 |  | 209,90 | 81,40 | 175,00 | 81,4 |
| 8 | IV | 84,00 | 0,084 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 4,54 | 1,35 | 5,88 | 45,88 | 98,6 |  | 209,90 | 98,60 | 175,00 | 98,56 |
| 9 | V | 144,00 | 0,144 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 7,78 | 1,35 | 9,12 | 159,12 | 1 031,7 |  | 209,90 | 1 031,70 | 175,00 | 1130,27 |
| 10 | VI | 166,00 | 0,166 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 8,96 | 1,35 | 10,31 | 160,31 | 133,5 |  | 209,90 | 133,50 | 76,38 |  |
| 11 | VII | 180,00 | 0,18 | 192,18 | **192,18** | 54,0 | 9,72 | 1,35 | 11,07 | 161,07 | - | 6,8 | 203,10 |  | 209,89 |  |
| 12 | VIII | 185,00 | 0,185 | 175,00 | **183,59** | 52,0 | 9,62 | 1,29 | 10,91 | 160,91 | - | 28,1 | 175,00 |  | 203,09 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 175,00 |  |
| ИТОГО: | | 1285 | 1,285 | 2 463,98 | 2 289,0 | 644,0 | 68,74 | 16,02 | 84,76 | 1 004,8 | 1 766,4 | 34,9 | 2652,1 | 1731,56 |  | 1731,45 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | К.Ч.= | 84,76 |  | К.Ч.= | 1 731,48 |  |  | К.Ч |  | К.Ч. |

Графиков по 1-му и 2-му варианту показаны на рисунке №4 и №5 (прилагается).

**5. Интегральные (календарные) кривые стока и отдачи.**

*Разностная интегральная (суммарная) кривая* характеризует последовательный ход изменений величин ∑ (Wp-U) во времени, т.е. ∑( Wp-U) =f(T) или ∑Wp-∑U =f(T). Для построения разностной интегральной кривой вычисление производится по таблице №5.

Разностная суммарная кривая имеет следующие свойства:

1) если Wp >U – кривая идет вверх, период избытков;

2) если Wp <U – кривая идет вниз, период недостатков;

3) если Wp =U – кривая имеет перегиб, переход от избытков к недостаткам и наоборот (при многотактной работе водохранилища).

Полезный объем водохранилища по разностной суммарной кривой, исходя из ее свойств, определяется как наибольшее из вертикальных расстояний между предыдущей наивысшей и последующей наинизшей точками (рис. 6).

График работы водохранилища по 1-му варианту строится так: из каждой точки перегиба проводят вниз вертикальные (вспомогательные) линии; от начала координат (от нуля) откладывают ординату, равную Vплз, и от этой точки проводят горизонтальную линию до пересечения с первой вертикальной линией.

Точка пересечения горизонтальной линии с разносной суммарной кривой дает начало первого сброса, а пересеченье с вертикалью – конец его. В период сброса водохранилище стоит наполненным до Ннпу.

С первой точки перегиба проводят горизонтальную линию до второй вертикали. Пересечение этой линии с разностной суммарной кривой дает начало второго сброса.

От первой (а также от второй в зависимости от такта работы водохранилища) точки перегиба откладывают вниз Vплз и находят период заполнения водохранилища.

Начало сработки водохранилища соответствует концу сброса. Объемы сбросов равны их конечным ординатам.

*Полная интегральная (суммарная) кривая* характеризует последовательный ход изменений объемов стока во времени, строиться по уравнению W=,

а при ступенчатом графике W=.

Любая i-я ордината суммарной кривой представляет собой объем воды, притекающий от начала расчетного периода до момента ti.

На рисунке 7 построена полная суммарная кривая притока Wp=f(T) и полная суммарная кривая отдачи U=f(T) по данным таблицы №5.

Основные свойства полной суммарной кривой:

1. Если Q=const, то суммарная кривая – прямая линия.
2. При ступенчатом гидрографе суммарная кривая – ломаная линия.
3. Тангенс угла наклона к оси абсцисс, касательной, проведенной к суммарной кривой в данной точке параллельно кривой отдачи – расход в данный момент, тангенс угла наклона секущей (или звена ломаной линии) – средний расход за данный период.

Полезный объем водохранилища по способу полной суммарной кривой определяется как наибольшее вертикальное расстояние между предыдущими верхними и последующими нижними касательными Wp=f(T) параллельно кривой потребления U=f(T) при условии, что верхняя касательная не пересекает суммарную кривую до точки нижнего касания. Всегда сначала по ходу времени должно быть верхнее касание, а затем нижнее.

Построение графика работы водохранилища по 2-му варианту регулирования с момента, когда V =0, т.е. от крайней правой точки кривой W проводим влево нижнюю касательную, параллельную кривой U и до пересечения с кривой W. Эта точка будет соответствовать концу сброса и началу наполнения (рисунок 7).

*Сокращенная интегральная (суммарная) кривая* строится по уравнению

W/=,

где Qо – некоторый постоянный расход (рис. 8).

В работе в качестве постоянного расхода принимаем среднемесячный приток

Wср=Qср\*t== 228,02 млн.м3.

Ординаты сокращенной суммарной кривой притока W/=

(графа 10, таблицы №5).

Ординаты сокращенной суммарной кривой потребления:

U/=(графа 11).

Полезный объем и график работы определяется по тому же правилу, что и для полной суммарной кривой.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Данные для построения суммарных кривых стока и отдачи (Объем стока и отдачи в млн. м. куб.) | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Таблица №5 | | |
| Месяцы | W | U | W | U | K суммаU | Сумма W-сумма U | суммаW-KсуммаU | суммаWср | суммаW-суммаWср | суммаU-суммаWср | KсуммаU-суммаWср |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7=(4)-(5)** | **8=(4)-(6)** | **9** | **10=(4)-(9)** | **11=(5)-(9)** | **12=(6)-(9)** |
|  |  |  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| IX | 128,36 | 40,00 | 128,36 | 40,00 | 118,97 | 88,36 | 9,39 | 228,00 | -99,64 | -188,00 | -109,03 |
| X | 105,75 | 40,00 | 234,11 | 80,00 | 237,94 | 154,11 | -3,83 | 456,04 | -221,93 | -376,04 | -218,10 |
| XI | 115,75 | 40,00 | 349,86 | 120,00 | 356,91 | 229,86 | -7,05 | 684,06 | -334,20 | -564,06 | -327,16 |
| XII | 125,99 | 40,00 | 475,85 | 160,00 | 475,87 | 315,85 | -0,02 | 912,09 | -436,24 | -752,09 | -436,21 |
| I | 125,99 | 40,00 | 601,84 | 200,00 | 594,84 | 401,84 | 7,00 | 1 140,11 | -538,27 | -940,11 | -545,27 |
| II | 92,29 | 40,00 | 694,13 | 240,00 | 713,81 | 454,13 | -19,68 | 1 368,13 | -674,00 | -1 128,13 | -654,32 |
| III | 125,99 | 40,00 | 820,12 | 280,00 | 832,78 | 540,12 | -12,66 | 1 596,16 | -776,04 | -1 316,16 | -763,38 |
| IV | 144,44 | 40,00 | 964,56 | 320,00 | 951,75 | 644,56 | 12,81 | 1 824,18 | -859,62 | -1 504,18 | -872,43 |
| V | 1 190,78 | 150,00 | 2 155,34 | 470,00 | 1 397,88 | 1 685,34 | 757,46 | 2 052,20 | 103,14 | -1 582,20 | -654,32 |
| VI | 293,81 | 150,00 | 2 449,15 | 620,00 | 1 844,01 | 1 829,15 | 605,14 | 2 280,23 | 168,92 | -1 660,23 | -436,21 |
| VII | 154,31 | 150,00 | 2 603,46 | 770,00 | 2 290,15 | 1 833,46 | 313,31 | 2 508,25 | 95,21 | -1 738,25 | -218,10 |
| VIII | 132,82 | 150,00 | 2 736,28 | 920,00 | 2 736,28 | 1 816,28 | 0,00 | 2 736,27 | 0,01 | -1 816,27 | 0,01 |
| **ИТОГО:** | **2 736,28** | **920,00** | **14 213,06** | **4 220,00** | **12 551,20** | **9 993,06** | **1 661,86** | **17 785,72** | **-3 572,66** | **-13 565,72** | **-5 234,53** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | К= | W/U | = | 2,97 | Wср= | 228,02 |  |  |  |  |  |

**6. Расчет водохранилища многолетнего регулирования.**

Многолетнее регулирование проектируется в случае, когда годовая отдача с учетом потерь превышает расчетный сток за год.

При многолетнем регулировании водохранилище наполняется водой в многоводные годы с целью покрытия недостатков притока в маловодные годы. Отдача выражается коэффициентом зарегулирования.

Объем водохранилища многолетнего регулирования вычисляется:

Vплн=Vнпу=Vмн+Vсез+Vмо,

где Vмн – многолетняя составляющая емкости водохранилища;

Vсез – сезонная составляющая;

Vмо – мертвый объем.

Коэффициент емкости вычисляется:

βплн=βмн+βсез+βмо, где βмн= Vмн/Wо, βсез= Vсез/Wо, βмо= Vмо/Wо.

По графику Г.Г. Сванидзе определяется βмн как функция βмн=f(P,a,Cv, Cs, r). При Р=80%, а=0,9, Cv =0,27, Cs =0,54, r =0, βмн=0,20.

Vмн= βмн\* Wо=0,20\*2736,27=547,25 млн. м3.

Сезонная составляющая емкости водохранилища, если длительность межени в долях от года составляет t=9/12=0,75.

Доля межени в годовом стоке определяется по межсезонному расчету по методу компоновки (рассчетно-графическая работа по гидрологии) m =Wр. меж/Wр год = 378,82/992,347=0,38.

По формуле βсез=а(t-m) =0,9(0,75-0,38)=0,33,

Vсез= βсез\* Wо=0,33\*2736,27=902,97 млн. м3.

Определение полезного объема и полного объема водохранилища многолетнего регулирования:

Vплз= Vнпу= Vплз+ Vмо=547,25+902,97+175=1625,22 млн. м3.

**7. Определение регулирующего влияния водохранилища на максимальный сток.**

q сб=Qмакс (1– Vф/ Wп),

где Qмакс – расчетный максимальный расход, равный 151 м3/сек, вычисленный в пункте 2 расчетно-графической работы по гидрологии;

Wп – объем половодья (паводка), определяемый по формуле:

Wп=1/2 Qмакс\*Т,

где Т – продолжительность паводка в с, т.е. 86 400 с\*tсут (для всех вариантов tсут=24).

В примере Wп=1/2\*151\*86400\*24=156,56 млн. м3.

Схема расчета: 1. задаемся величиной слоя форсировки hф=0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 м.

2. для каждого слоя по кривой V(Н) находим Vф=Vнпу+ hф- Vнпу.

Vф0,5=228,5 м-228м=215-192,18=22,82 млн. м3.

Vф1=229 м-228м=250-192,18=57,82 млн. м3.

Vф1,5=229,5 м-228м=280,5-192,18=88,32 млн. м3.

Vф2=230 м-228м=330-192,18=137,82 млн. м3.

Vф2,5=230,5 м-228м=345-192,18=152,82 млн. м3.

3. По формуле для каждого hф вычисляем q сб.

q 1сб= 151\*(1-22,82/156,56)=128,99

q 2сб=151\*(1-57,82/156,56)=95,23

q 3сб=151\*(1-88,32/156,56)=65,81

q 4сб=151\*(1-137,82/156,56)=18,07

q 5сб=151\*(1-152,82/156,56)=3,61

4. Строим кривую сбросных расходов q сб= q сб(hф) (рисунок № 9).

5. Определяем расходы, пропускаемые водосливом с широким порогом, задаваясь различной шириной водослива b=100;200; 300; 400 по формуле

Qв=mb 2g\*h3/2, где =0,42.

Вычисления сводим в таблице.

Расчет расходов через водослив

Таблица № 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| hф, м | q м3/сек | | | |
| При b=100 м | При b=200 м | При b=300 м | При b=400 м |
| 0,5 | 110,62 | 221 | 331,8 | 442,47 |
| 1,0 | 186 | 372 | 558 | 744 |
| 1,5 | 252 | 504 | 756,46 | 1008,6 |
| 2,0 | 312,8 | 625,7 | 938,6 | 1254,5 |

Строим три кривых зависимости q в= q в(hф) (рисунок № 9).

Пересечение этих кривых с кривой q сб= q сб(hф) соответствует гидравлически наивыгоднейшему режиму.

Для всех полученных точек пересечения производим технико-экономический расчет общей стоимости гидроузла. В работе условно принимаем точку пересечения, наиболее близкую по величине hф=2 м.

В нашем примере hф= 0,6 при b=100 м, q сб= 125 м3/сек.

Форсированный подпорный уровень ФПУ=НПУ+ hф=228 м+0,6=228,6 м. абс., что соответствует максимальному объему водохранилища 195 млн. м3На рисунке № даны гидрограф половодья и емкость форсировки. (Для всех вариантов Qмакс проходит на 8-е сутки).