

Лекция 5

Тема: Водные балансы озер и водохранилищ

Водный баланс водохранилища

□ Водные балансы водохранилищ составляются за декадный, месячный и годовой интервалы времени и имеют вид:

$$Q_{\Pi} + Q_{\text{п.подз.}} + Q_{\text{сбр.}} + P - (Q_o + Q_{\text{гр.}} + Q_{\text{заб.}} + E_{\text{вдхр.}}) = \\ = \Delta S_{\text{вдхр.}} + \Delta S_{\text{русл.}} + \Delta G + \Delta S_{\text{сн.}} \pm \eta$$

Q_{Π} – приток в водохранилище поверхностных (речных) вод

$Q_{\text{п.подз}}$ – приток подземных вод, не дренируемых реками

$Q_{\text{сбр}}$ – возвратные (сбросные) воды, т. е. воды, непосредственно поступающие в водохранилище (минуя реки, сток которых учитывается элементом Q_{Π}) после использования на орошение земель, водоснабжение населенных пунктов и т. д.

P - осадки, выпадающие на зеркало водохранилища

Q_o - воды из водохранилища через сооружения замыкающего гидроузла (турбины, водосливные отверстия, шлюзы, рыбоходы, бревноспуски, ледосбросы, а также потери воды на утечку и фильтрацию через эти сооружения)

Водный баланс водохранилища (2)

$Q_{\text{гр.}}$ - отток воды подземным путем (фильтрация) через борта и ложе водохранилища в нижний бьеф ГЭС (в обход сооружений замыкающего гидроузла)

$Q_{\text{заб}}$ – забор воды из водохранилища на орошение, водоснабжение и т. д.

$E_{\text{вдхр.}}$ - испарение с зеркала водохранилища

$\Delta S_{\text{вдхр.}}$ – изменение запаса воды в чаше водохранилища за расчетный интервал времени

$\Delta S_{\text{русл.}}$ – изменение запаса воды в устьевой части русел основных впадающих в водохранилище рек (в зоне влияния подпора ниже замыкающих гидрометрических створов)

ΔG - водообмен с грунтами ложа и берегов водохранилища

$\Delta S_{\text{сн.}}$ - изменение запаса воды в водохранилище за счет оседания на берегах зимой (при сработке) и всплывания весной (при наполнении водохранилища) льда и покрывающего его снега

η - невязка водного баланса

Методические рекомендации по расчету элементов водного баланса водохранилищ (2)

$Q_{п}$ - приток поверхностных вод оценивается по данным измерений стока на основной реке и других водотоках, впадающих в водохранилище.

$Q_{п.подз.}$ - приток подземных вод определяется по данным гидрогеологической съемки и наблюдений, выполнявшихся в период строительства гидроузла и ведущихся во время эксплуатации водохранилища.

$Q_{сбр.}$ – сброс учитывается лишь в случаях, когда они сбрасываются непосредственно в водохранилище или его притоки (ниже г/м створов) после их использования на хозяйственные нужды

P - осадки, выпадающие на зеркало водохранилища в жидком виде, определяются по данным наблюдений островных и береговых осадкомерных пунктов, а в твердом виде (снег) - по материалам береговых метеопунктов

Методические рекомендации по расчету элементов водного баланса водохранилищ (2)

Q_0 - отток воды из водохранилища оценивается по данным учета стока на ГЭС, а в случаях если этот учет не налажен, - по материалам наблюдений на гидрометрическом створе, расположенном на реке ниже ГЭС

ΔG - фильтрация воды из водохранилища в нижний бьеф ГЭС через берега и ложе в обход сооружений замыкающего гидроузла определяется по данным специальных гидрогеологических исследований и расчетов, выполняемых за период, предшествующий заполнению водохранилища, или во время его эксплуатации

$Q_{\text{заб.}}$ – забор воды из водохранилища на хозяйственные нужды оценивается по данным организаций, эксплуатирующих соответствующие водозаборные сооружения

Методические рекомендации по расчету элементов водного баланса водохранилищ (3)

$E_{\text{вдхр.}}$ - расчет испарения с поверхности водохранилищ обычно производится по формуле

$$E_{\text{вдхр.}} = 0,14n (e_0 - e_2)(1 + 0.72u_2),$$

e_0 - среднее значение максимальной упругости водяного пара, вычисленное по температуре поверхности воды в водоеме, мбар

e_2 - среднее значение упругости водяного пара (ранее - абсолютной влажности воздуха) над водоемом на высоте 200 см, мбар

u_2 - среднее значение скорости ветра над водоемом на высоте 2 м, м/с

n - число суток в расчетном интервале времени

$\Delta S_{\text{вдхр.}}$ и $\Delta S_{\text{русл.}}$ - аккумуляционные компоненты водного баланса рассчитываются по разности их значений на начало и конец рассматриваемого интервала времени (декада, месяц, год).

□ Объемы воды в чаше водохранилища $\Delta S_{\text{вдхр.}}$ на заданные моменты времени определяются по кривой зависимости объема $V_{\text{вдхр.}}$ от уровня воды h

Водные балансы озер

□ Уравнение водного баланса проточных озер имеет вид

$$Q_{\Pi} + Q_{\text{п.подз.}} + Q_{\text{заб.}} + P - (Q_o + Q_{\text{гр.}} + Q_{\text{сбр.}} + E_{\text{оз.}}) = \Delta S_{\text{оз.}} + \Delta G_{\text{.}} \pm \eta$$

□ В отличие от уравнения водного баланса для водохранилища в этом уравнении отсутствуют составляющие $\Delta S_{\text{русл.}}$ и $\Delta S_{\text{сн}}$, значения которых для озер весьма малы

Q_o - характеризует отток из озера поверхностных (речных) вод

$Q_{\text{гр.}}$ – отток подземных вод за пределы бассейна озера

Остальные обозначения - прежние (с той лишь разницей, что относятся к озеру, а не к водохранилищу)

□ Уравнение водного баланса бессточных озер отличается от общего уравнения водного баланса для озер лишь отсутствием элемента Q_o (поверхностного стока из озера) и имеет вид

$$Q_{\Pi} + Q_{\text{п.подз.}} + Q_{\text{заб.}} + P - (Q_{\text{гр.}} + Q_{\text{сбр.}} + E_{\text{оз.}}) = \Delta S_{\text{оз.}} + \Delta G_{\text{.}} \pm \eta$$

Методические рекомендации по расчету элементов водного баланса водохранилищ

- Для крупных, а в ряде случаев для средних и малых озер значения элементов $Q_{n.подз}$, $Q_{гр}$ и ΔG в сравнении с другими элементами баланса невелики и ими можно пренебречь без существенных погрешностей
- Например, составляющие $Q_{n.подз}$, $Q_{гр}$ и ΔG могут быть близки к нулю для озер, дно и берег которых сложены водонепроницаемыми породами, и для мелководных озер, не дренирующих подземные водоносные горизонты
- При отсутствии забора воды из озера на хозяйственные нужды и их сброса составляющие $Q_{заб}$ и $Q_{сбр.}$ равны нулю. Малы они также и в случаях, когда безвозвратные потери невелики по сравнению с водопотреблением, т. е., когда объем сбрасываемых в озеро вод примерно равен водозабору

Методические рекомендации по расчету элементов водного баланса водохранилищ (2)

- В случаях, когда средние значения уровня воды в озере в начале и конце расчетного периода одинаковы, составляющая $\Delta S_{\text{оз}} = 0$.
- В этом случае уравнения баланса при достаточно надежном определении их составляющих ($\eta = 0$) будут иметь вид:

$$Q_{\text{п}} + P - (Q_0 + E_{\text{оз.}}) = 0$$

$$Q_{\text{п}} + P - E_{\text{оз.}} = 0$$

- Они могут быть использованы для определения одного из наименее изученных элементов баланса, например, испарения
- Этим способом норма годового испарения рассчитывается, например, для Каспийского и Аральского морей.

Вопросы:

1. Какие основные элементы уравнения водного баланса водохранилищ?
2. Какие существуют методические рекомендации по оценке элементов водного баланса водохранилищ?
3. Какие факторы учитывает формула для расчета испарения воды с поверхности озера?
4. Как определяется объем воды в чаше водохранилища?
5. Какие составляющие не входят в уравнение водного баланса озер по сравнению с уравнением водного баланса водохранилищ?
6. Какими элементами можно пренебречь при расчетах уравнения водного баланса для крупных озер?
7. К какой величине приравнивается невязка уравнения водного баланса озер при расчетах за многолетний цикл?

Спасибо за внимание!