

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ ПОДЗЕМНОГО ВОДООБМЕНА В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ РУСЛОВЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Угренинов Г.Н.
РГГМУ, Россия

В результате расчетов месячных водных балансов русловых водохранилищ нередко выявляется закономерный календарный ход знака невязки: если гидроузел осуществляет сезонное регулирование стока, то за период наполнения невязки имеют отрицательный знак, а за период сработки – положительный. Чем больше разница отметок нормального подпорного уровня (НПУ) и уровня мертвого объема (УМО), тем четче проявляется эта закономерность, особенно если склоны котловины водохранилища сложены грунтами с повышенными коэффициентами фильтрации.

Непосредственная оценка объемов берегового водообмена обычно затруднена ввиду отсутствия скважин в зоне влияния водохранилищ на режим уровней грунтовых вод. Редкий случай, но такая оценка гидрологическими методами была произведена в Обсерватории им. М.А. Рыкачёва на Рыбинском водохранилище.

По результатам наблюдений за уровнями грунтовых вод, Ф.И. Белых предложил линейное уравнение связи запасов грунтовых вод и уровней водохранилища:

$$W_t = 57,7Z_t - 5610, \quad (1)$$

где W_t - запас грунтовых вод, млн. м³; Z_t - уровень водохранилища м БС. Эта зависимость отражает следующие принципиальные положения: изменения объема воды в водовмещающем массиве грунтов происходит синхронно с изменением уровней воды. Следует признать неполную правомерность этого тезиса: динамика изменения уровня поверхностных и грунтовых вод несопоставима. Очевидно значимое запаздывание процессов фильтрации в грунты и водоотдачи из грунтов, по сравнению с ходом уровней водохранилища.

Более универсален при оценке берегового водообмена на Цимлянском водохранилище подход П.П. Кокоулина и В.Г. Андреенова:

$$W_t = (1 - e^{-\lambda \Delta T}), \quad (2)$$

где W_t – объем грунтовых вод при полном насыщении прибрежного грунтового массива, млн. м³; ΔT – выраженное в месяцах время от начала наполнения или сработки водохранилища

до момента t ; λ - эмпирический показатель степени. Существенное уточнение схемы расчета (2) произвел В.В. Романов, предложивший зависимость для определения показателя λ :

$$\lambda = \frac{\omega i}{\mu L} \quad , \quad (3)$$

где μ и ω - коэффициенты фильтрации и водоотдачи; i - уклон поверхности грунтовых вод; L - расстояние от береговой линии до зоны выклинивания влияния водохранилища на режим грунтовых вод. К сожалению, при отсутствии наблюдений за уровнями грунтовых вод использование формулы (3) проблематично.

Совершенствование расчетной схемы (2) возможно путем соотнесения потенциальных объемов $V_{\text{подв},j}$ с определенными j -интервалами диапазона изменения уровней водохранилища - от УМО до НПУ. Например, в момент t периода сработки происходит отдача воды из водоносных горизонтов, расположенных выше отметки уровня водохранилища Z_t . Детализация расчета по принципиальной схеме (2) выполнена на примере Камского водохранилища. Полный объем разделен на три ёмкости, соотнесенные с тремя интервалами отметок - $Z_{1,0}$; $Z_{2,0}$; $Z_{3,0}$. Подъем уровней выше каждой из этих отметок в фазу наполнения водохранилища принят за начало оттока воды в соответствующую береговую зону, а опускание уровней ниже $Z_{1,0}$; $Z_{2,0}$; $Z_{3,0}$ - начало сработки части соответствующего объема $V_{\text{подв},1}$; $V_{\text{подв},2}$; $V_{\text{подв},3}$. Среднее значение показателя степени λ в формуле (2) получено в первом приближении при установлении наибольшей продолжительности сработки и допущении того, что при этом срабатывается 0,95 полного объема грунтовых вод.

Полный объем определен с использованием ориентировочного значения показателя степени λ по данным о среднесуточной невязке водного баланса за t -ый месяц сработки и о средней продолжительности периода сработки.

Установлено, что теоретически возможная водовмещающая ёмкость прибрежных грунтов Камского водохранилища составляет до 25% полезного объёма водохранилища. Следует отметить, что практически эта грунтовая ёмкость никогда не успевает достичь насыщения при наполнении водохранилища или сбросить воду при сработке. Показатели степени за период сработки λ в уравнении (2) составляют 0,60 - 0,85 значений показателя λ при наполнении, что соответствует сложившимся у специалистов представлениям о динамике водообмена в береговой зоне.