

ОПТИМИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДНОЙ СРЕДЫ КАСКАДНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ
ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ИХ ВОДНОГО РЕЖИМА
(НА ПРИМЕРЕ ДНЕПРОВСКИХ)

Тимченко В.М.

Институт гидробиологии НАН, Украина

Водный режим является наиболее действенным фактором влияния на внутриводоемные физические, химические и биологические процессы, формирующие качество водной среды в водоемах. В каскадных водохранилищах, таких как днепровские, водный режим в значительной степени регулируется искусственно попусками гидроэлектростанций, что дает возможность оптимизировать качество водной среды на необходимом уровне.

В качестве интегрального показателя качества воды в предлагаемой модели оптимизации используется концентрация легкоокисляемого органического вещества или содержание растворенного в воде кислорода. Если в процессе нахождения водной массы в водохранилище происходит увеличение содержания органики – экосистема загрязняется, если уменьшение – в ней доминируют процессы самоочищения. Повышение содержания кислорода в воде свидетельствует о позитивной динамике качества водной среды.

Для оценки степени трансформации качества водной массы при перемещении ее по водохранилищу используется балансовая модель, применяемая нами для речных участков водохранилищ [3]. Наибольшие отличия физических, химических и биологических процессов функционирования экосистем существуют между речными и озерными участками, а также между транзитными и нетранзитными зонами водохранилищ (методология выделения последних мы базируем на учете разницы в них гидродинамических условий [2]). Поэтому водохранилища при моделировании делятся на участки и зоны, каждая из которых вносит свой вклад в трансформацию интегрального показателя. Общее его изменение при перемещении водной массы от входного до выходного створа водохранилища $\Delta C = C_k - C_n$ формируется под влиянием изменений в основном русле $\Delta C_{тр,р}$ и придаточной сети $\Delta C_{нт,р}$ речного участка; бокового притока на речном участке $\Delta C_{б,р}$; транзитной $\Delta C_{тр,оз}$ и нетранзитной $\Delta C_{нт,оз}$ зон озерного участка, и, наконец, от бокового притока к озерному участку водохранилища $\Delta C_{б,оз}$:

$$\Delta C = \Delta C_{тр,р} + \Delta C_{нт,р} + \Delta C_{б,р} + \Delta C_{тр,оз} + \Delta C_{нт,оз} + \Delta C_{б,оз} .$$

Расчетное уравнение при использовании в качестве интегрального показателя, например, концентрации растворенного в воде кислорода имеет вид:

$$\Delta C = \frac{\tau_p \cdot W_{\text{тр,р}}}{W_p} (A_{\text{тр,р}} - R_{\text{тр,р}} + At_{\text{тр,р}} - G_{\text{тр,р}}) + \frac{\tau_p \cdot W_{\text{нт,р}}}{W_p} (A_{\text{нт,р}} - R_{\text{нт,р}} + At_{\text{нт,р}} - G_{\text{нт,р}}) +$$

$$+ \frac{\tau_p \cdot W_{\text{б,р}}}{W_p} (C_{\text{б,р}} - C_{\text{н}}) + \frac{\tau_{\text{оз}} W_{\text{тр,оз}}}{W_{\text{оз}}} (A_{\text{тр,оз}} - R_{\text{тр,оз}} + At_{\text{тр,оз}} - G_{\text{тр,оз}}) +$$

$$+ \frac{\tau_{\text{оз}} \cdot W_{\text{нт,оз}}}{W_{\text{оз}}} (A_{\text{нт,оз}} - R_{\text{нт,оз}} + At_{\text{нт,оз}} - G_{\text{нт,оз}}) + \frac{\tau_{\text{оз}} \cdot W_{\text{б,оз}}}{W_{\text{оз}}} (C_{\text{б,оз}} - C_{\text{н,оз}}),$$

где: A – интенсивность выделения кислорода при продукционных процессах, R – интенсивность поглощения кислорода при деструкции органического вещества; At – поступление в воду кислорода вследствие атмосферной аэрации, G – его потребление на химическое окисление органических и неорганических веществ.

Суть оптимизации качества водной среды состоит в регулировании попусками ГЭС суточного объема стока воды ($W_p, W_{\text{оз}}$), времени пребывания воды на речном (τ_p) и озерном ($\tau_{\text{оз}}$) участках водохранилища, а также объемов перетока воды между транзитными и нетранзитными зонами ($W_{\text{нт,р}}, W_{\text{нт,оз}}$). Последний генерируется в основном за счёт ветровых течений – фактора, который искусственно не регулируется. Однако, если содержание кислорода в воде основной акватории (транзитной зоны) особенно низкое, что чревато серьёзными экологическими последствиями, целесообразно и технически возможно осуществлять подъёмы уровня воды на озёрном участке водохранилища путём несинхронной работы верхней и нижней ГЭС. При этом активизируется водообмен (а с ним обмен кислородом) между транзитной и нетранзитной зонами. Результаты расчётов [1] свидетельствуют о том, что при одноразовом подъёме уровня воды, например, в Каневском водохранилище на 0,5м (что допускается Правилами его эксплуатации), содержание кислорода в воде основной акватории можно увеличить на 0,14-0,16мг/дм³. Это только за счёт водообмена из занятыми высшей водной растительностью мелководьями нетранзитной зоны. Натурными наблюдениями это подтверждается.

Литература

1. Тимченко О.В., Линник П.М. Кисневий режим Канівського водосховища і можливі шляхи його поліпшення в критичних умовах / Наук. праці УкрНДГМІ. –Вип. 251. – К.: Ніка-Центр, 2003. -204 с.
2. Тимченко В.М. Водообменные процессы как фактор формирования потоков энергии в экосистемах днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. – **46**, №3. – 2010. – С. 105–120.

3. Timchenko V., Oksiyuk O. Ecosystem condition and water quality control at impounded sections of rivers by the regulated hydrological regime. //Ecohydrology and Hydrobiology. 2002. – 2, # 1–4. – P. 259–264.