

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИВОДОЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Эдельштейн К.К., Даценко Ю.С., Пуклаков В.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия

Совершенствованием водохозяйственных и гидрологических расчётов практически создана теория оптимального регулирования количественных параметров речного стока, т.е. управления внешним водообменом водохранилищ. В то же время познание процессов внутреннего водообмена и трансформации качества речной воды в водохранилищах только началось. Все возрастает актуальность изучения сложнейших взаимодействий физических, химических, биохимических и биологических процессов в долинных водохранилищах различных морфологических и водохозяйственных типов при постоянно изменяющихся гидрометеорологических условиях. Лишь на базе таких исследований возможно создать теорию оптимизации управления внутренним водообменом с целью оптимизации изменений экологического состояния, увеличения самоочищающей способности водохранилищ, повышения питьевых и рекреационных качеств воды в них и их рыбопродуктивности. Все природные системы очень сложны, а когда требуется управлять сложными и высокоорганизованными системами, то суждения и интуиция могут приводить к ошибочным решениям и необратимому ущербу. Достигнутый за последние годы прогресс в развитии методов понимания динамики экосистем основан на предположении о том, что состояние экосистемы в любой заданный момент времени может быть выражено количественно, так что изменения в экосистеме могут быть математически формализованы. Таким образом, единственной перспективной методологией описания поведения водных экосистем в настоящее время представляется математическое моделирование.

В докладе представлены результаты изучения факторов пространственно-временных изменений важнейших характеристик экосистемы водохранилищ – содержания минерального фосфора, биомассы фитопланктона (преимущественно диатомовых, зеленых и/или синезеленых водорослей) и растворенного в воде кислорода – путем моделирования не только сезонных, но и их синоптических изменений в стратифицированных долинных водохранилищах, сооруженных в бассейне верхнего участка р. Москва для водоснабжения столицы. Для этого разработана и многократно использована квазидвумерная боксовая гидрологическая модель, созданная на кафедре гидрологии суши МГУ для диагностических и прогностических расчётов температуры, плотности воды, ее потоков и химико-биологических переменных.

Алгоритм модели состоит из двух взаимосвязанных блоков – теплообмена (ТМО) и трансформации экологически значимых веществ (ТЭВ), каждый из которых включает комплекс взаимосвязанных расчётных подпрограмм. Блок ТМО описывает перераспределение моделируемых переменных в результате внутриводоемных процессов физического переноса: стоковых, плотностных, компенсационных и в озеровидных плесах ветровых течений, свободной и вынужденной конвекции, вертикальной адвекции и динамического перемешивания. Влияние комплекса этих процессов на перенос пассивных субстанций прослеживается диагностическими расчетами во все сезоны лет различной водности. Это позволяет проанализировать ежесуточное изменение структуры пространственных полей химико-биологических переменных в зависимости от особенностей гидрометеорологической обстановки, притока воды в водохранилище и режима регулирования стока гидроузлом при сбросе воды в нижний бьеф через водослив и/или глубинные водоводы. В блоке ТЭВ описываются синоптически обусловленные изменения концентраций веществ и показателей экологического состояния водохранилищ, наиболее значимые в вегетационный период, которые определяются интенсивностью процессов биохимического взаимодействия в водоеме химических веществ и биоты. Интенсивность этих изменений, также как и характер переноса, существенно зависит от гидрометеорологических условий, режима регулирования уровня воды и заметно изменяется в различные годы.

В докладе приводятся примеры верификационных расчетов пространственно-временных изменений концентрации фосфора, фитопланктона и растворенного кислорода в годы различной водности и различных условий формирования вертикальной стратификации водной массы водохранилищ. Анализируются особенности влияния гидрологической структуры на распределение фитопланктона в водохранилище и характер развития продукционных процессов в зависимости от прогрева водных масс водохранилищ в различные годы от момента их вскрытия до начала ледостава. Представлены результаты статистической валидации модельных расчетов по данным серий синхронных гидролого-гидрохимических съемок водохранилищ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12-05-00176).