

УДК 551.465.7: 504.42

Тучковенко Ю.С., Торгонская О.А. (Украина, Одесса)

ПРИКЛАДНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОДОЕМОВ

На основе термогидродинамической модели МЕССА (Model for Estuarine and Coastal Circulation Assessment; Hess, 1989) разработана трехмерная численная имитационная модель формирования качества вод внутриконтинентальных и прибрежных морских водоемов эстуарного типа. Характерная особенность модели – возможность ее использования для расчетов динамики вод, переноса и химико-биологической трансформации загрязняющих веществ на акваториях водных объектах, отдельные участки которых имеют меньший (подсеточный) размер в одном из горизонтальных направлений, чем шаг расчетной сетки (например, системы устье рек – взморье, река – водохранилище, лиман – море и т.д.). Новая система уравнений, используемая в модели, получена в результате объединения проинтегрированных поперек потока и исходных уравнений таким образом, чтобы при отсутствии канала (трехмерный поток) получалась исходная система уравнений в традиционной форме, а при его наличии – осредненные поперек потока уравнения (двумерный поток). Численная реализация полученной системы уравнений выполнена в криволинейной по вертикали системе координат. Термогидродинамическая модель содержит блоки расчета потока тепла через поверхность моря (на основе метеорологических данных), усвоения гидрометеорологической информации на границах расчетной области и позволяет воспроизводить пространственно-временную изменчивость уровня моря, термохалинной структуры вод, трехмерного поля течений и интенсивности турбулентного обмена на временных отрезках от нескольких суток до годового цикла на акваториях водных объектов со сложными морфологическими и гидрологическими характеристиками.

Химико-биологическая часть модели качества вод состоит из двух блоков: самоочищения и эвтрофикации вод. Блок самоочищения вод применяется для загрязняющих веществ, которые не свойственны морской среде, т.е. поступают в экосистему из внешних, как правило, антропогенных источников и не имеют в морской среде естественных значимых источников. Поэтому в этом блоке рассчитывается только убыль концентрации загрязняющего вещества в каждой локальной точке пространства в результате совокупного действия различного рода физико-химических, химических, биохимических и биологических процессов, протекающих в водной среде. Как правило, это загрязняющие вещества токсического действия, для которых применим критерий ПДК. Блок эвтрофикации представляет собой систему взаимообусловленных дифференциальных уравнений, которые описывают биогеохимические циклы биогенных элементов, продукцию и деструкцию органического вещества, трофические связи и динамику кислорода в локальной точке водной среды. Рассматриваются как прямые, так и обратные связи между биотическими и абиотическими элементами экосистемы. В качестве элементов блока эвтрофикации рассматриваются показатели качества вод морских и пресноводных экосистем, характеризующие уровень их трофности и сапробности.

Модель апробирована при решении прикладных экологических задач, связанных с выбором оптимальной стратегии управления качеством вод, для водных объектов с различными морфологическими и режимными характеристиками, расположенными в разных климатических зонах. В частности, для отдельных Придунайских озер, Причерноморских лиманов, районов северо-западной части Черного моря, прибрежных морских водоемов колумбийского побережья Карибского моря. Модель может быть включена составной частью в ГИС и другие системы поддержки принятия решений, связанные с управлением экологическим состоянием водных объектов.