

В обоих вариантах область 2, соответствующая устойчивым равновесиям с высокой плотностью микрозоопланктона, мала по сравнению с диапазонами начальных состояний (область 1), при которых система сходится к равновесию, когда микрозоопланктон полностью вытеснен из системы копеподами, либо присутствует в небольшом количестве.

### **Библиографический список**

1. Franks P.J.S, Walstad L.J. Phytoplankton patches at fronts: a model of formation and response to wind events // *Journal of Marine Research*. – 1997. – Vol. 55, No 1. – P. 1–29.
2. Lacroix G., Nival P. Influence of meteorological variability on primary production dynamics in the Ligurian Sea (NW Mediterranean Sea) with a 1D hydrodynamic/biological model // *Journal of Marine Systems*. – 1998. – Vol. 16. – P. 23–50.
3. Wroblewski J, Sarmiento J.L., Flierl G.R. An Ocean Basin Scale Model of plankton dynamics in the North Atlantic: 1. Solutions For the climatological oceanographic conditions in May // *Global Biogeochemical Cycles*. – 1988. – Vol. 2. – P. 199–218.
4. Edwards C. A., Batchelder H.P., Powell T.M. Modeling microzooplankton and macrozooplankton dynamics within a coastal upwelling system // *Journal of Plankton Research*. – 2000. – Vol. 22, No. 9. – P. 1619–1648.

## **УДК 51.7**

### **Подсистема прогноза загрязнения и выбора водоохранных мероприятий**

*Е.К. Ергалиев, А.К. Тасибеков, Е. Саяси*

*ВКГУ им. С.Аманжолова, г. Усть-Каменогорск*

Современная организация мониторинга поверхностных водных объектов опирается на технологию оценки качества воды по различным показателям загрязнений с обоснованием оптимального набора этих показателей и использованием гидродинамических характеристик объекта. При этом важно чтобы отдельные параметры водного объекта, характеристики составляющих (компоненты) качества воды представляли целостную картину, что требует создания единого информационного пространства мониторинга водного объекта. Управление качеством водных ресурсов предполагает наличие полной своевременной информации о текущем и прогнозируемом состоянии водных и других объектов – за-

грязнителей, их протяженности, точном местоположении и взаимосвязи, характеристиках химических и биологических загрязнений, то есть предусматривает операции со значительными объемами данных.

Отдельные аспекты этой проблемы, в т.ч. для управления водными ресурсами, обсуждаются в работах М.А. Шахраманьяна, Дж. Ф Эндрюса, А.Т. Мамиконова, К. Дж. С. Петри, Р.З. Хамитова, А.А. Барсегяна и др.

В данной работе исследуется математическое моделирование загрязнения поверхностных вод и создание информационно-аналитической системы для поддержки принятия решений в рамках экологического мониторинга водных объектов, с помощью которой может быть осуществлено обоснование комплекса водоохраных мероприятий, обеспечивающих требуемое качество воды реки Иртыш.

Рассматриваем модель водного объекта, приведенная в методике расчета ПДС (предельно допустимый сброс):

$$Y_k = A_{k,k-1} \cdot Y_{k-1} + \sum_{v \in V_k} A_{kv} \cdot Y_v + \sum_{i \in I_k} B_{ki} \cdot \frac{q_i}{Q_\alpha} \cdot C_i; \alpha = \alpha(i), k \in K \quad (1)$$

где:  $k$  – множество номеров расчетных створов, в которых моделируется качество воды;  $Y_k$  – вектор показателей (концентраций веществ), характеризующих качество воды в створе  $k$ ,  $г/м^3$ ;  $C_i$ , – вектор максимальных среднечасовых концентраций веществ в сточных водах выпуска  $i$ ,  $г/м^3$ ;  $q_i$  – расход сточных вод выпуска  $i$ ,  $м^3/с$ ;  $Q_\alpha$  – расход воды реки в расчетной секции  $\alpha$ ,  $м^3/с$ ;  $A_{k,k-1}$ ,  $A_{kv}$ ,  $B_{ki}$  – матрицы, характеризующие разбавление и трансформацию качества и сточных вод:

$$A_{km} = \prod_{j \in J_{km}} \xi_j \cdot S_j, B_{km} = \prod_{j \in J_{km}^0} \xi_j \cdot S_j.$$

$J_{km}$  – множество расчетных секций с постоянными характеристиками потока, соединяющих створ  $m$  со створом  $k$ ;  $J_{km}^0$  – то же для сброса  $i$ ;  $\xi_j$  – разбавление речных вод при переходе от секции  $j$  к следующей по течению данной реки секции  $j+1$ .  $\xi_j = 1$ , если секция  $j$  последняя или  $Q_{j+1} \leq Q_j$

$$\xi_j = \frac{Q_j}{Q_{j+1}}, \text{ если } Q_{j+1} > Q_j \quad (2)$$

$S_j = (S_j^{Y, \xi})$  – нижняя треугольная матрица, характеризующая самоочищение и трансформацию веществ в водотоке на протяжении секции  $j$ .

Внедиагональные элементы матрицы характеризуют переход одних соединений в другие или потребление веществ при химических реакциях. В простейшем случае внедиагональные элементы матрицы равны нулю для всех показателей кроме растворенного кислорода, для которого вне диагональный элемент имеет вид:

$$S_j^{\xi', \xi''} = -\frac{k_{\xi''}}{k_{\xi'} - k_{\xi''}} \cdot (S_j^{\xi', \xi''} - S_j^{\xi', \xi'}) , \quad (3)$$

где:  $\xi'$  - индекс БПК полн ;

Данная модель водного объекта предполагает полное и мгновенное смешение речных и сточных вод и предназначена для расчета водоохраных мероприятий на перспективу, когда учет степени смешения речных и сточных вод затрудняется из-за отсутствия исходных данных. При расчетах на ближайший период, а также при наличии необходимых данных при перспективных расчетах для учета степени смешения речных и сточных вод может быть применен метод В. А. Фролова – И. Д. Родзиллера, либо другие упрощенные методы расчета разбавления.

### Библиографический список

1. Айтжанова Д. Предотвращение загрязнений в горнопромышленном регионе / Д. Айтжанова // Промышленность Казахстана. – 2002. – №5(14). – С.52–54.
2. Алексеев С.В. Практикум по экологии: Учебное пособие / Под ред. С.В.Алексеева // С.В. Алексеев, Н.В. Груздева, А.Г. Муравьев, Э.В. Гущина. – М.: АО МДС, 1996. – 192 с.
3. Арский Ю.М. Информационное обеспечение экономических механизмов регулирования природоохранной деятельности / Ю.М. Арский, Ю.А. Арский, И.И.Потапов // Экономика природопользования (Обзорная информация). – М., 2001. – № 3. – С. 45–51.