

УДК 51-76

Моделирование структуры планктонного сообщества

Е.Е. Гиричева

ИАПУ ДВО РАН, ДВФУ, г. Владивосток

Структура планктонного сообщества определяется трофическими отношениями между видами. На протяжении многих лет основным компонентом в трансформации вещества от фитопланктона к более высоким трофическим уровням считался мезозoopланктон, а именно копеподы [1, 2, 3]. Однако, в последние годы было показано, что учет именно микрозоопланктона, как важного звена в трофической цепи фитопланктон – копеподы, позволил получить реальную картину цветения фитопланктона [4].

В представленной работе рассматривается математическая модель планктонного сообщества, включающего фитопланктон (P), микрозоопланктон (Z_1) и мезозoopланктон (Z_2). Изменение биомассы популяций описывается системой уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= rP \left(1 + \frac{P}{K_P} \right) - \frac{\mu_1 P}{K_1 + P} Z_1 - \frac{\mu_2 \rho_1 P}{K_2 + \rho_1 P + \rho_2 Z_1} Z_2; \\ \frac{dZ_1}{dt} &= \frac{\alpha_1 \mu_1 P}{K_1 + P} Z_1 - \frac{\mu_2 \rho_2 Z_1}{K_2 + \rho_1 P + \rho_2 Z_1} Z_2 - m_1 Z_1; \\ \frac{dZ_2}{dt} &= \frac{\alpha_2 \mu_2 (\rho_1 P + \rho_2 Z_1)}{K_2 + \rho_1 P + \rho_2 Z_1} Z_2 - \delta Z_2^2 - m_2 Z_2. \end{aligned}$$

Здесь r , K_P – скорость роста и емкость экологической ниши фитопланктона. Трофические функции Холлинга второго типа описывают потребление фитопланктона обоими видами зоопланктона с максимальными скоростями потребления μ_1 , μ_2 и константами полунасыщения K_1 , K_2 . Трофическая функция копепод зависит от плотности фитопланктона и микрозоопланктона с весовыми коэффициентами ρ_1 и ρ_2 ($\rho_1 + \rho_2 = 1$), определяющими доли жертв в рационе хищника. Эффективность питания зоопланктона – α_1 и α_2 , а убыль происходит по причине естественной смертности со скоростями m_1 , m_2 и выедания крупного зоопланктона либо себе подобными, либо рыбами (δZ_2^2).

На рисунке 1 представлены бифуркационные диаграммы по параметру K_1 при различных начальных условиях ($\rho_1=0.1$).

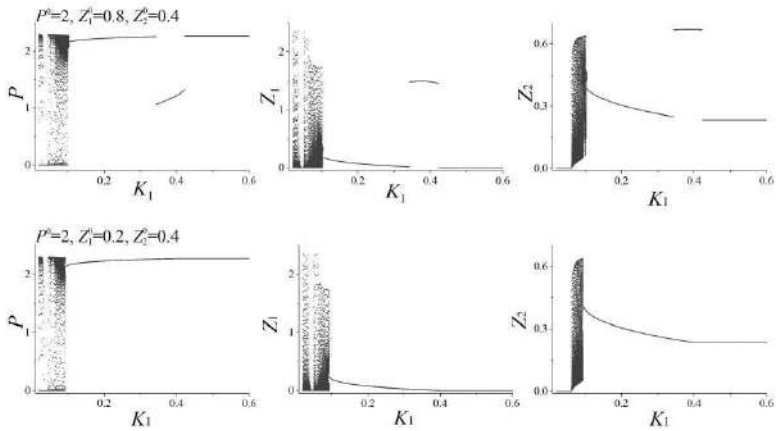


Рисунок 1 – Бифуркационные диаграммы

С увеличением константы полунасыщения микрозоопланктона система от устойчивого аттрактора переходит к устойчивому стационарному сосуществованию трех популяций. В диапазоне $K_1 = (0.35, 0.41)$ в системе наблюдается мультистабильность, т. е. одновременно являются устойчивыми несколько равновесий, и динамика системы определяется начальными условиями. При $K_1 \approx 0.35$ устойчивы два внутренних равновесия, а с увеличением K_1 микрозоопланктон присутствует в системе с малой биомассой, либо он полностью вытесняется копеподами. При больших значениях этого параметра остается устойчивым лишь одно равновесие, означающее сосуществование фитопланктона и мезозоопланктона. Рисунок 2 демонстрирует бассейны притяжения равновесий $(2.267; 0.007; 0.242)$, $(1.135; 1.495; 0.669)$ для $K_1=0.37$ и $(2.271; 0.00; 0.234)$, $(1.262; 1.476; 0.668)$ для $K_1=0.41$.

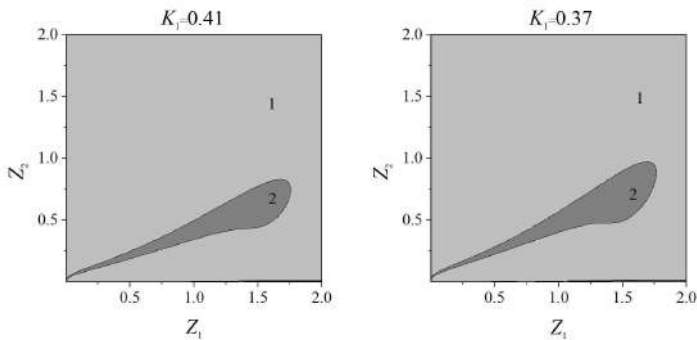


Рисунок 2 – Бассейны притяжения равновесий

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-