

# ХАОС В ДИНАМИКЕ ПОПУЛЯЦИЙ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И РЕАЛЬНОСТЬ

Медвинский А.Б., Нуриева Н.И., Русаков А.В.

Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Россия, 142290, Пущино, ул. Институтская, 3, тел.: +7(909)900-54-38, e-mail: [medvinsky@iteb.ru](mailto:medvinsky@iteb.ru), [alexander\\_medvinsky@yahoo.com](mailto:alexander_medvinsky@yahoo.com)

В данной работе мы на основании анализа данных, полученных в ходе полевых наблюдений, показываем, что планктонные сообщества в Нарочанских озёрах (Белоруссия) демонстрируют хаотическое поведение вдали от края хаоса. А именно, применяя численный рекуррентный анализ [1], мы показываем, что горизонт предсказуемости динамики планктона Нарочанских озёр близок к 2,5 месяцам, что позволяет [2] сделать оценку доминантного показателя Ляпунова, численное значение которого оказывается близким к +0,4. Такое значение показателя Ляпунова лежит вне узкого интервала между -0,1 и + 0,1, характерного для жизни на краю хаоса. Кроме того, с помощью численного рекуррентного анализа [1] мы выявили, что численные значения энтропии Реньи второго порядка, характерные для динамики как фитопланктона, так и зоопланктона Нарочанских озёр, во многих случаях существенно превышают величины соответствующих доминантных показателей Ляпунова. Это означает, что динамика планктона Нарочанских озёр может характеризоваться по крайней мере двумя степенями свободы. Следовательно, численное описание хаотических колебаний численности планктонных популяций в этом случае может потребовать четырёх- или более размерного фазового пространства [3]. Вместе с тем, не исключено, что гетерогенность среды обитания способна нивелировать проявления хаоса [4]. Представленные здесь материалы опубликованы, в частности, в [5].

## Литература

1. Marwan N., Romano M.C., Thiel M., Kurths J. Recurrence plots for the analysis of complex systems // *Physics Reports*, **438**, 2007. P. 237-329.
2. Boffetta G., Cencini M., Falcioni M., Vulpiani A. Predictability: a way to characterize complexity // *Physics Reports*, **356**, 2002. P. 367-474.
3. Takens F. Detecting strange attractors in turbulence // *Lecture Notes in Mathematics*, **898**, 1981. P. 336-381.
4. Medvinsky A.B., Bobyrev A.E., Burmensky V.A., Kriksunov E.A., Nurieva N.I., Rusakov A.V. Modeling aquatic communities: Trophic interactions and the body size-and-age structure of fish populations give rise to long-period variations in fish population size // *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, **30**, 2015. P. 55-70.
5. Medvinsky A.B., Adamovich B.V., Chakraborty A., Lukyanova E.V., Mikheyeva T.M., Nurieva N.I., Radchikova N.P., Zhukova T.V. Chaos far away from the edge of chaos: A recurrence quantification analysis of plankton time series // *Ecological Complexity*, **23**, 2015. P. 61-67.