

**Мокрый Андрей Викторович**

канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный  
аграрный университет им. А.А. Ежевского»

п. Молодежный, Иркутская область

## **РАСЧЕТ СТРУКТУРНОЙ ЭКСЭРГИИ ДЛЯ ФОНОВОЙ ТОЧКИ ОЗЕРА БАЙКАЛ**

*Аннотация:* в статье приведены результаты расчета структурной эксэргии для фоновой точки озера Байкал на основании данных о сообществе пелагического планктона, полученных в результате гидробиологического мониторинга.

*Ключевые слова:* оценка состояния экосистем, структурная эксэргия, озеро Байкал.

Структурная эксэргия отражает способность экосистемы усваивать поток энергии извне, служа одновременно индикатором степени развития экосистемы, её сложности и уровня эволюционного развития организмов, из которых та состоит.

Первые работы, посвященные применению эксэргии к оценке состояния экосистемы озера Байкал, были целиком основаны на использовании математического моделирования. По их результатам было показано, во-первых, что эксэргия является достаточно реалистичной мерой реакции экосистемы на воздействие внешних факторов, а во-вторых, различная чувствительность подледного и открытоводного планктонных сообществ к добавлению различных загрязнителей [1]. Следующим шагом стало применение эксэргии и структурной эксэргии к анализу экспериментальных данных, полученных в ходе работ с мезокосмами на Байкале. По результатам этих работ показано, что значения структурной эксэргии однозначно уменьшаются пропорционально количеству добавленного в экспериментах токсиканта, в то время как другие параметры (биомасса отдельных компонентов сообщества, общая биомасса, эксэргия) заметно флуктуируют

[2]. Развитием исследований стал расчет эксэргии для естественной экосистемы – планктонного сообщества пелагиали озера Байкал [3].

Материалом для расчета эксэргии для реперной точки послужили данные ГБИС «Планктон» НИИ биологии при ИГУ [4], собранные у западного побережья Южного Байкала против пос. Большие Коты на расстоянии 2,7 км от берега. Этот район по своим физико-географическим характеристикам является типичным фоновым участком открытого Байкала, где сезонная и годовая динамика планктона сходна с развитием, характерным для планктона Южного Байкала, а качественный состав планктона этого района отражает особенности биоты, присущие открытой пелагиали.

Таблица 1

Статистические показатели выборок динамики структурной эксэргии в слое 0–50 м на пелагической станции №1 (Южный Байкал), 1951–2010 гг.

Показатель	Подледный период	Весенний период	Летний период	Осенне-зимний период	Год
Месяц	февраль – апрель	май – июнь	июль – сентябрь	октябрь – январь	январь – декабрь
Среднее	153,9	138,0	170,7	141,0	152,6
Ошибка среднего	3,0	3,6	2,3	2,6	1,4
Медиана	170,7	138,2	183,8	140,6	162,4
Среднее квадратическое отклонение	56,6	54,0	44,5	46,8	52,0
Размах	199,1	187,9	194,3	197,5	203,8
Минимум	31,7	41,1	35,9	27,0	27,0
Максимум	230,8	229,0	230,2	224,5	230,8
Количество значений	365	226	373	337	1301

Расчет структурной эксэргии производился по трем компонентам экосистемы (биомассам диатомового фитопланктона, недиатомового фитопланктона и зоопланктона) по формуле [2]:

$$Ex_{str} = \left( \sum_{i=1}^N c_i \cdot \beta_i \right) \cdot \left( \sum_{i=1}^N c_i \right)^{-1}.$$

где  $Ex_{str}$  – структурная эксэргия;  $c_i$  – концентрация биомассы,  $г \cdot м^{-3}$ ; и  $\beta_i$  – относительный пересчетный коэффициент, который отражает количество информации, содержащейся в организме.

По результатам расчетов (табл. 1) среднегодовые значения структурной эксэргии за период 1951–2010 гг. изменялись в пределах от  $100,6 \pm 7,7$  (2010 г.) до  $206,6 \pm 3,7$  (1993 г.) со среднемноголетним равным  $152,6 \pm 1,4$  и медианой  $162,4$  (табл. 1). Среднегодовые значения структурной эксэргии за период 1951–2010 гг. колебались вокруг своего среднемноголетнего значения в пределах «среднемноголетнее  $\pm$  среднее квадратическое отклонение», не испытывая каких-либо направленных изменений (при линейной аппроксимации  $R^2 = 0,06$ ), что подтверждает отсутствие выраженных неблагоприятных изменений в планктонном сообществе фонового района пелагиали Южного Байкала.

### *Список литературы*

1. Silow E. A. The changes of ecosystem goal functions in stressed aquatic communities / E.A. Silow // The Journal of Lake Science. – 1998. – Vol. 10, Suppl. – P. 435–450.
2. Зилов Е.А. Экологическое моделирование в оценке функционирования водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки (на примере оз. Байкал): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Е.А. Зилов. – М., 2004. – 43 с.
3. Зилов Е.А. Оценка состояния водных экосистем (на примере озера Байкал) с помощью термодинамической целевой функции – эксэргии / Е.А. Зилов, А.В. Мокрый // Известия ИГУ. – 2008. – Т. 1. – №1. – С. 79–84.
4. База состояния планктона озера Байкал (База данных «ПЛАНКТОН»), №2005620028 Россия. Свидетельство / Л.Р. Измestьева, Е.В. Пешкова; ГОУ ВПО Иркутский Государственный университет – №2004620262; Заявл. 30.11.04; Опубл. 21.01.2005.