

УДК 591.524.11 (571.55)

СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЗООБЕНТОСА НА ОЗЕРЕ ЗУН-ТОРЕЙ В ДАУРСКОМ ЭКОРЕГИОНЕ

Матафонов П.В.

*ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН», г. Чита, Россия
e-mail: benthos@yandex.ru*

Озеро Зун-Торей является одним из крупнейших озер в Даурском экорегионе – международной охраняемой природной территории глобального значения с выраженными циклическими изменениями климата и природных комплексов. В статье дана оценка возможности использования накопленных данных о состоянии зообентоса озера в целях анализа экологических аспектов климатических изменений. В соответствии с задачами программы «Влияние климатических изменений на экосистемы Даурского экорегиона и природоохранные адаптации к ним» внесены рекомендации по совершенствованию мониторинга зообентоса на озере.

Ключевые слова: Даурский экорегион, климат, мониторинг, озеро Зун-Торей, зообентос

STATUS OF RESEARCH AND RECOMMENDATIONS FOR THE ORGANIZATION MONITORING ZOOBENTHOS LAKE ZUN-TOREY IN DAURSKIY ECOREGION

Matafonov P.V.

*FSBIS «Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS», Chita, Russia
e-mail: benthos@yandex.ru*

Lake Zun-Torey is one of the largest lakes in the Daurskiy ecoregion – international protected natural area of global significance with pronounced cyclical changes in climate and natural systems. The paper evaluated the possibility of using the accumulated data on the state of the lake zoobenthos to analyze the environmental aspects of climate change. In accordance with the objectives of the program “Impact of climate change on ecosystems and environmental Daurskiy ecoregion adaptation” made recommendations for improving the monitoring of zoobenthos on the lake.

Keywords: Daurskiy ecoregion, climate, monitoring, Zun-Torey lake, zoobenthos

Введение

Мелководные озера привлекают внимание исследователей водных экосистем, т.к. они очень чутко реагируют на климатические флуктуации изменением состава гидробионтов, их обилия и структуры сообществ, трофических связей [9]. Исследования зообентоса Торейских озер проводятся более 30 лет, их основной целью является изучение биологической структуры и биотического баланса энергии в разнотипных озерах [3, 2]. В настоящее время Торейские озера стали одним из ключевых объектов в разрабатываемой Международным заповедником «Даурия» Программе «Влияние климатических изменений на экосистемы Даурского экорегиона и природоохранные адаптации к ним» [5] (далее – Программа). Создание Программы нацелено на изучение закономерностей динамики природных комплексов в условиях выраженных циклических изменений климата в Даурском экорегионе, что согласуется с задачами гидробиологических исследований Торейских озер [4].

В соответствии с современными задачами Программы целью настоящей работы

стали оценка возможности использования накопленных сведений о состоянии зообентоса и закономерностях его динамики в задачах анализа экологических аспектов климатических изменений, а также выработка рекомендаций по совершенствованию системы мониторинга зообентоса на водоемах Даурского экорегиона на примере озера Зун-Торей.

Материалы и методы

Основой для оценок и выработки рекомендаций стали опубликованные материалы за 1983 и 1986 гг. [2, 32] и результаты исследований ИПРЭК СО РАН в 2003 г. Пробы в 2003 г. были отобраны дночерпателем Петерсена (0,025 м²) в двух повторностях. Промывка проб осуществлялась через мельничное сито с ячейей 0,250 мм.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ экологических аспектов климатических изменений требователен к объему и непрерывности массива накопленных данных. Опубликованные [2, 3] результаты исследований дают первые сведения о составе, количественном развитии, структуре и функциональных параметрах зообентоса озера, их сезонной и

многолетней динамике, биологии отдельных видов в 1983 и 1986 гг. Проведенные через 20 лет исследования дополнили эти сведения данными о состоянии зообентоса в 2003 г. (табл. 1). В целом, несмотря на внушительный объем полученных данных, имеющиеся сведения о зообентосе озера Зун-Торей отрывочны, представлены данными лишь за три года, основаны

на небольшом количестве станций без их географической привязки, ориентированы преимущественно на оценку обобщенных по озеру показателей. Накопленные данные позволили наметить некоторые возможные тенденции связи зообентоса озера с изменением водности озера [2, 3], однако статистически обоснованных закономерностей получить не удалось.

Таблица 1

Плотность (N, экз./м²) и биомасса (B, г/м²) зообентоса оз. Зун-Торей в августе 2003 г.

Таксон	Западное побережье		Глубинный центр		Северное побережье	
	N	B	N	B	N	B
Хирономиды	2300	0,26	1300	1,24	820	0,36
Олигохеты	600	0,18	–	–	20	0,01
Мокрецы	20	0,01	–	–	–	–
Хаоборус	-	-	40	0,34	–	–
Всего	2920	0,45	1340	1,58	840	0,37

В связи с отрывочностью ряда данных без регулярных дополнительных исследований на данном этапе затруднительно выполнение таких задач по изучению зообентоса для целей Программы, как выделение модельных сообществ, выявление количественных зависимостей многолетней динамики состава, обилия, структуры, функциональной роли в экосистеме озера и околосредовых сообществах от обуславливающих их климатических и антропогенных факторов; выявление локальных источников антропогенного воздействия, и т.д. Усугубляет ситуацию отсутствие данных о динамике уровня озера Зун-Торей.

Несмотря на необходимость большого числа допущений на основе имеющихся данных можно попытаться дать прогноз состояния зообентоса озера на июль 2014 г. Достаточно уверенно можно предполагать равномерное, как и прежде, распределение зообентоса в озере, без выраженных различий между прибрежной и центральной частью. В связи с увеличением в настоящее время количества осадков на территории Торейских озер состав, количественное развитие и структура зообентоса озера вероятно будут подобными тем, что были в июле 1986 г., в момент начала повышения уровня. Границы возможного диапазона значений численности и биомассы донных беспозвоночных в июле 2014 г. можно предположить, исходя из колебаний значений в период с июня по август в 1983 и 1986 гг. (табл. 2). В общей биомассе зообентоса в июле 2014 г. следует ожидать доминирования личинок хищных хирономид.

Индикаторными в отношении состояния экосистемы озера Зун-Торей на данный момент можно рассматривать количественные показатели хирономид, ручейников и жуков, т.к. диапазоны значений их плотности и биомассы за 1983 и 1986 гг. не совпадали (табл. 2). Более надежными могут быть показатели обилия личинок жуков, которые в 1983 г. встречались постоянно и в большом количестве, а в 1986 г. стали весьма малочисленными и отмечены были только в мае и октябре [3].

Очевидно, что возможности использования накопленных сведений о состоянии зообентоса озера Зун-Торей в целях анализа экологических аспектов климатических изменений существенно ограничены, поэтому в настоящее время приоритетной задачей является выработка рекомендаций по совершенствованию системы мониторинга зообентоса для целей Программы.

Обзор исследований зообентоса минерализованных водоемов [1, 3, 7] показывает, что многолетний мониторинг зообентоса озера Зун-Торей может основываться на общепринятых методах исследований (сбора, обработки, анализа) зообентоса [6]. Расширение базовой системы мониторинга возможно в дальнейшем с учетом опыта организации мониторинга зообентоса на оз. Taihu в КНР [10, 11].

При создании и совершенствовании системы мониторинга зообентоса на оз. Зун-Торей необходимо решить довольно сложные задачи направленные в-первую очередь на выявление фоновых закономерностей структурно-функциональной организации зообентоса озер. Это требует подроб-

ных сведений о видовом составе и экологии доминирующих видов макрозообентоса озер, пространственном распределении, сезонной и многолетней динамики обилия и структуры сообществ, зависимости со-

стояния зообентоса от динамики экологических факторов и т.д. Предлагаемые ниже рекомендации нацелены на решение именно этих задач, без чего оценка антропогенного воздействия на озера будет невозможна.

Таблица 2

Диапазон средних по озеру значений плотности (N, экз./м²) и биомассы (B, мг/м²) зообентоса озера Зун-Торей в период с июня по август (по данным [3])

Таксон	N		B	
	1983 г.	1986 г.	1983 г.	1986 г.
хириноиды хищные	80-33	610- 930 -1870	14- 89	508 -1867
хириноиды мирные	106- 487	0 -30	23- 60	0 -5,5
ручейники	7- 20 -36	0	3- 80	0
двукрылые	0- 20	0- 10 -40	0- 25	0- 45 -382
мокрецы	33 -200	30 -90	8 -176	7,5 -133
жуки	23- 100	0	62- 623	0
клопы	0- 33	0 -70	0- 215	0 -166
артемия	0	0- 30	0	0- 653
Всего	527- 780	750- 1000 -1213	231- 1100	1213 -2060

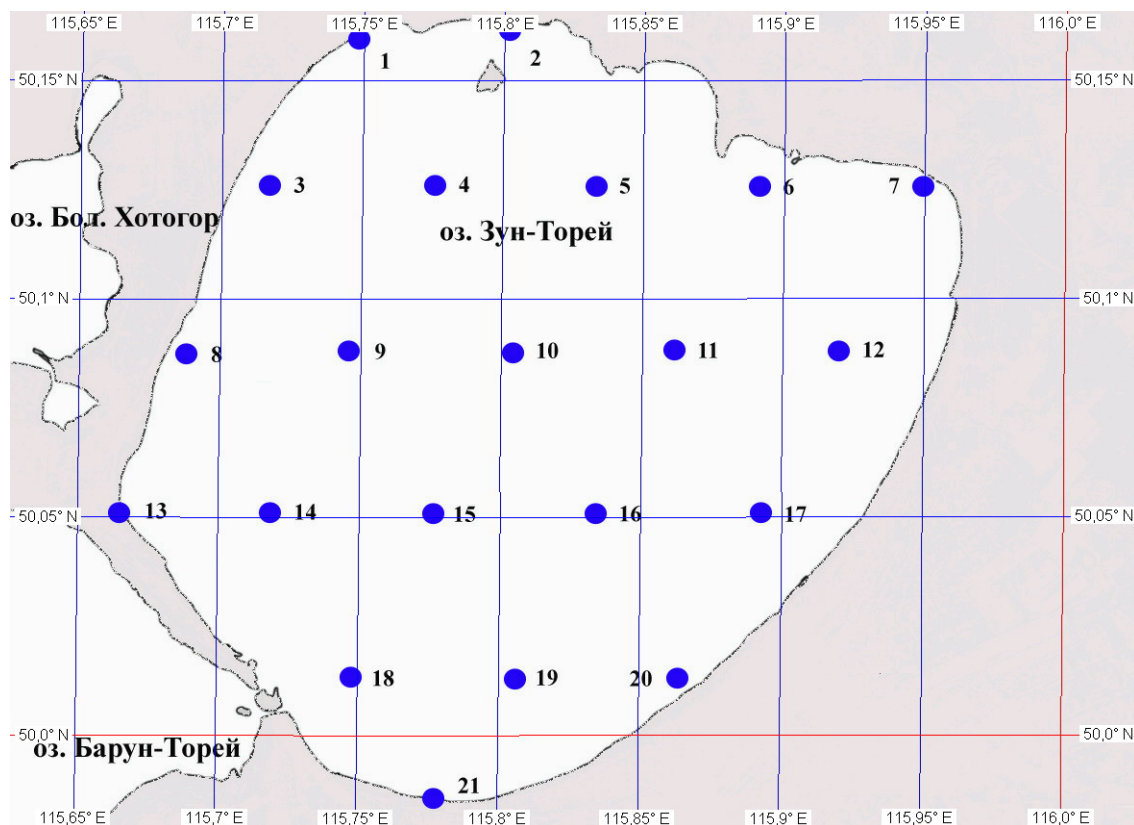
Примечание: выделением полужирным шрифтом показаны значения за июль (1983 г. – по 23 июля, 1986 г. – по 17 июля).

Одной из задач в настоящее время является выбор базовой схемы постоянных станций для многолетнего мониторинга. Согласно общим требованиям количество и распределение станций по акватории должно соответствовать морфологии водоема, при выборе станций необходимо учитывать характер котловины, изрезанность берегов, типы грунтов, зарастаемость водоема и т.д. Так как необходимые сведения фактически отсутствуют, на первых этапах мониторинга должна быть использована частая сетка станций (см. рисунок), что позволит оценить разнообразие условий в озере Зун-Торей и выбрать наиболее оптимальную в зависимости от решаемой задачи схему станций. Равномерно распределенные по всей бентали озера Зун-Торей 21 станция в целом достаточны для оценки состояния озера, они позволят проводить анализ данных статистическими методами при решении основных задач мониторинга на уровне экосистемы озера - выявления зависимости зообентоса от физических и химических параметров среды, а также их флуктуаций под влиянием климатических факторов и антропогенного воздействия.

Анализ экологических аспектов климатических изменений предполагает выявление статистических зависимостей между показателями зообентоса и параметрами внешней среды на основании многолетних рядов данных. Достоверные связи могут быть получены только при частых съемках, в идеале ежегодных. Схема станций и

периодичность отбора проб для задач многолетнего мониторинга должны быть определены на основе результатов изучения закономерностей сезонной динамики зообентоса в озере для чего необходимо провести ежемесячные, когда возможно, исследования. На этапе выделения модельных сообществ и выявления ведущих факторов, определяющих пространственное распределение зообентоса, возможен разовый отбор проб в одной повторности на всех намеченных станциях. В дальнейшем многолетние исследования возможно проводить только в модельных сообществах, периодически, раз в пять – десять лет, проводя исследования на всех станциях. При изучении модельных сообществ возможно сокращение числа станций, но при одновременном увеличении количества повторности на каждой станции таким образом, чтобы получить репрезентативные показатели по модельному сообществу. В любом случае количество проб в сообществе должно быть не менее трех. Станции отбора проб обязательно должны включать сообщества фотической и афотической зоны.

Отбор проб зообентоса в связи с преобладанием плотных глинистых донных отложений следует проводить модифицированной моделью дночерпателя Петерсена с площадью захвата 0,025 м². Для исключения потери организмов рекомендуется нарастить боковые стенки дночерпателя так, чтобы исключить наличие боковых щелей между створками. Отобранные пробы зо-



Рекомендуемая схема станций отбора проб зообентоса

обентоса следует промывать через капроновое сито с размером ячеек 0,25-0,30 мм (мельничное сито № 24). Консервировать пробы согласно современным требованиям необходимо в 70% этаноле [7, 10]. Так как в процессе консервации происходит снижение концентрации спирта, через сутки раствор следует заменить на свежий. Консервацию проб в 4% растворе формальдегида следует рассматривать как вынужденную меру. Выборку организмов из грунта рекомендуется проводить до консервации в день отбора пробы.

Для решения основных задач мониторинга зообентоса достаточно учета организмов макрозообентоса с размерами тела от 3 мм. Рутинная сортировка и первичная идентификация организмов должна проводиться с использованием микроскопов «МБС-10» или лучше, с рабочим увеличением до 200*. Видовую идентификацию организмов следует проводить с использованием микроскопов аналогичных «Микмед-1» или лучше, с рабочим увеличением до 1000* и использованием специальных определителей, например, серии «Определители пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий» издаваемых Зоологическим институтом РАН. Весовые харак-

теристики организмов должны определяться на весах с ценой деления не более 2 мг после обсушивания на фильтровальной бумаге до исчезновения влаги на поверхности тела организмов.

Для решения основных задач Программы отбор проб зообентоса следует проводить в комплексе с прочими гидробиологическими, гидрофизическим, гидро- и геохимическими исследованиями, а также исследованием околотовных сообществ

В целях дальнейшего анализа данных в качестве параметров состояния зообентоса следует выбрать: показатели состояния популяций ключевых и индикаторных видов (частота встречаемости, границы, диапазон сезонных и многолетних значений плотности и биомассы, жизненный цикл); показатели состояния зообентоса основных сообществ и всего озера (таксономическая, количественная и трофическая структура, границы, плотность и биомасса, функциональные параметры, диапазон сезонных и многолетних колебаний). Следует также обратить внимание на роль в структуре сообществ нектобентических и хищных форм беспозвоночных животных, которые, порой, являются основным компонентом сообществ в минерализованных водоемах

степной зоны Забайкалья [8]. При оценке осредненных по озеру значений, их необходимо рассчитывать исходя из площадей, занимаемых различными биотопами или зонами озера.

По мере накопления необходимых данных о фоновых закономерностях структурно-функциональной организации зообентоса озера Зун-Торей можно будет перейти к решению задач Программы по анализу и разработке норм антропогенной нагрузки и мер по адаптации. На локальных участках, подверженных антропогенной нагрузке, для этого возможно потребуется ввести дополнительные станции отбора проб.

Предлагаемые рекомендации по совершенствованию системы мониторинга зообентоса озера Зун-Торей в целом основываются на общепринятых принципах исследования озерного бентоса и поэтому могут быть использованы на других озерах Даурского экорегиона.

Выводы

Накопленные сведения о зообентосе оз. Зун-Торей недостаточны для выявления экологических аспектов климатических изменений и выработки прогнозов его состояния. Создание системы мониторинга зообентоса озера Зун-Торей можно проводить, основываясь, на общепринятых методах исследований озерного зообентоса. Для расширения базовой системы из мировой практики возможно использовать опыт создания системы мониторинга зообентоса в КНР на оз. Тайху.

Благодарю Д.В. Матафонова за сбор и обработку проб зообентоса 2003 г. Работа выполнена по проекту VIII.79.1.2. «Динамика природных и природно-антропогенных систем в условиях изменения климата и ан-

тропогенной нагрузки (на примере Забайкалья)» Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук.

Список литературы

1. Безматерных Д.М., Жукова О.Н. Состав, структура и факторы формирования сообществ донных беспозвоночных озер юга Обь-Иртышского междуречья // *Экология*. 2013. № 2. С. 152-160.
2. Клишко О.К. Зообентос озер Забайкалья. Часть I. Видовое разнообразие, распространение и структурная организация. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2001. 208 с.
3. Клишко О.К., Балушкина Е.В. Зообентос // *Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность*. Новосибирск: Наука, 1991. С. 189-198
4. Куклин А.П., Цыбекмитова Г.Ц., Горлачева Е.П. Состояние водных экосистем озер Онон-Торейской равнины за 1983-2011 годы (Восточное Забайкалье) // *Аридные экосистемы*. 2013. Т. 19. № 3. С. 16-26.
5. Кирилюк В.Е., Симонов Е.А., Горошко О.А. Программа научно-исследовательских и природоохранных работ «Влияние климатических изменений на экосистемы Даурского экорегиона и природоохранные адаптации к ним» // *Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические водохозяйственные аспекты*. Чита: Экспресс-издательство, 2012. С. 14-23.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Зообентос и его продукция. Л.: Гидрометеониздат, 1984. 52 с.
7. Щербина Г.Х., Аююшурен Ч. Структура макрозообентоса некоторых озер Монголии // *Биология внутренних вод*. 2007. № 2. С. 62-70.
8. Matafonov P.V., Borzenko S.V. Nektobenthic forms are the markers of steppe mineralized alkaline water bodies in the Upper Amur River basin // *Materials of International Conference «Global indicators»*. М.: RSMS, 2009. P. 72.
9. Predicting the effect of climate change on temperate shallow lakes with the ecosystem model PCLake / W.M. Mooij, J.H. Janse, L.N. De Senerpont Domis et al. // *Hydrobiology*. 2007. № 584. P. 443-454.
10. Selection of benthic macroinvertebrate-based multimetrics and preliminary establishment of biocriteria for the bioassessment of the water quality of Taihu lake, China / M. Taowu, H. Qinghui, W. Hai et al. // *Acta ecologica Sinica*. 2008. Vol. 28 (3). P. 1192-1200.
11. Cai Y., Gong Z., Qin B. Benthic macroinvertebrate community structure in Lake Taihu, China: Effects of trophic status, wind-induced disturbance and habitat complexity // *Journal of Great Lakes Research*. 2012. Vol. 38. P. 39-48.