

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН «ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ СУШИ»
АССОЦИАЦИЯ АКАДЕМИЙ НАУК СТРАН АЗИИ (AASA)**

**ВОДНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
СИБИРИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

(в трех томах)

Т. II

**Теоретические и прикладные аспекты экологической оценки
и мониторинга природных и природно-техногенных комплексов**

**Труды Всероссийской научной конференции с международным участием,
посвященной 25-летию Института водных и экологических
проблем СО РАН
(20-24 августа 2012 г., Барнаул)**

Барнаул 2012

УДК 556.01 + 556.02

ББК 26.22

В

Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 25-летию юбилею Института водных и экологических проблем СО РАН: в 3 т. – Барнаул, 2012. – Т.2. - 255 с.

ISBN 978-5-904014-35-3

В сборнике представлены результаты исследований, касающиеся теоретических и прикладных аспектов изучения, экологической оценки и мониторинга природных и природно-техногенных комплексов, включающих разнотипные водные объекты и их водосборные бассейны, находящиеся на значительной территории Евразии от северо-востока России до Кавказа. Рассмотрены современные методы изучения и мониторинга биологических сообществ (фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, макрофитов и рыб), химического загрязнения и экологического состояния поверхностных и подземных вод, атмосферы. Приведены оценки экологических последствий различных видов антропогенного воздействия (нефтегазового комплекса, угледобывающей и горнорудной промышленности, гидростроительства) и природных процессов (аридизации).

Издание может быть полезно для широкого круга исследователей и практиков в области экологии

Редакционная коллегия:

Васильев О.Ф., академик; Винокуров Ю.И., д.г.н.; Борисенко В.И.; Безматерных Д.М., к.б.н.; Болгов М.В., д.т.н.; Зиновьев А.Т., к.ф.-м.н.; Кириллов В.В., к.б.н.; Красноярова Б.А., д.г.н.; Папина Т.С., д.х.н.; Пестова Л.В., к.с.-х.н.; Пузанов А.В., д.б.н.; Рыбкина И.Д., к.г.н.

При подготовке материалов к публикации сохранен авторский стиль изложения с минимальными редакционными правками, в основном пунктуации и орфографии. Ответственность за содержание материалов несут авторы.

Печатается по решению оргкомитета конференции и при финансовой поддержке Федерального агентства водных ресурсов и гранта РФФИ № 12-05-06059-г

ISBN 978-5-904014-35-3

© Институт водных и экологических
проблем СО РАН, 2012
© Коллектив авторов, 2012

Литература

1. Отчет о НИР «Комплексно эколого-эпидемиологическая оценка Арало-Сырдарьинского бассейна», Алматы, 2006-2011 гг.
2. Н.А. Амиргалиев Арало-Сырдарьинский бассейн: гидрохимия, проблемы водной токсикологии. – Алматы, 2007.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР ЮГА ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПО СОСТАВУ И СТРУКТУРЕ ЗООБЕНТОСА

О.Н. Жукова, Д.М. Безматерных

Институт водных и экологических проблем СО РАН, jukova@iwep.ru, bezmater@iwep.ru

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF LAKES IN THE SOUTH OB-IRTYSH INTERFLUVE BY ZOOBENTHOS COMPOSITION AND STRUCTURE

O.N. Zhukova, D.M. Bezmaternykh

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, jukova@iwep.ru, bezmater@iwep.ru

На основе анализа данных по составу, структуре и количеству зообентоса в 2008-2011 г. оценено экологическое состояние четырех озерно-речных систем юга Обь-Иртышского междуречья: Карасукской, Бурлинской, Кулундинской и Касмалинской. Минерализация воды изученных озер составляла от 0,3 до 122,1 г/л. Для анализа экологического состояния озер с минерализацией до 3 г/л рекомендовано использовать индексы: фламандский мультиметрический, видового разнообразия по Шеннону, олигохетный Гуднайта и Уитлеа. Для озер с соленостью воды более 3 г/л предложена формула расчета потенциально возможной биомассы зообентоса, которая могла бы быть при отсутствии угнетающего действия минерализации. По рассчитанной потенциальной биомассе зообентоса возможно определить реальный трофический статус водоема.

The ecological assessment (in 2008-2011) of four river-lake systems (i.e. Karasuk, Burla, Kulunda, Kasmala) situated in the south of the Ob-Irtysh interfluve was made based on the analysis of the data on zoobenthos composition, structure and abundance. Mineralization of the studied lakes was within 0.3-122.1 g/l. To analyze the lakes with salinity up to 3 g/l, it was recommended to use the Flemish and multimetric indices, the Shannon index of species diversity and the Goodnight and Whitley oligochaeta index.

For the lakes with salinity more than 3 g/l the formula for calculation of probable zoobenthos biomass that could be at the absence of inhibitory effect of salinity was proposed. Using the calculated potential biomass of zoobenthos, one can define a real trophic status of the reservoir.

Видовой состав гидробионтов в соленых озерах определяется, прежде всего, уровнем минерализации воды. При превышении критического уровня (хорогалинной зоны) происходит кардинальное изменение структуры водных сообществ: 5-8‰ для морских вод [1] и 7-11 – 8-13‰ [2] или 12-14‰ [3] для континентальных вод. После пересечения этих границ методики, основанные на индикаторных видах (сапробности, токсобности, кислотности), теряют свою индикаторную значимость. То же отмечено при индикации по более крупным таксонам [4]. Использование биомассы и продуктивности сообществ для индикации эвтрофирования соленых водоемов также затруднительно, т.к. возрастание минерализации приводит увеличению энергетических затрат гидробионтов на осмотическую регуляцию [1] и снижению их биомассы и продукции. Для биоиндикации экологического состояния минерализованных водоемов юга Обь-Иртышского междуречья необходимо создание новой системы учитывающей действие фактора минерализации воды.

Материал и методы. В 2008-2011 гг. в рамках комплексных лимнологических экспедиций исследованы сообщества донных беспозвоночных четырех озерных систем юга Обь-Иртышского междуречья: Касмалинской, Кулундинской, Карасукской и Бурлинской. Всего исследовано 34 озера. Материал для изучения отбирали и обрабатывали по стандартным методикам [5]. Для оценки экологического состояния водных объектов использовали три индекса: фламандский мультиметрический (биотический) [6]; Гуднайта и Уитлеа (процентное отношение численности олигохет к численности всего зообентоса) [7]; видового разнообразия (по Шеннону). Уровень трофности озер определяли по шкале С.П. Китаева [8].

Результаты исследований и обсуждение. В соответствии с классификацией водных беспозвоночных внутренних вод по отношению к фактору солености [9] исследованные озера для анализа разделили на две группы: с минерализацией воды до 3 г/л, в которых обитают пресноводные виды (1) и более 3 г/л, в которых обитают пресноводные солевывносливые, галофильные и галобионтные виды (2).

В пресных и солоноватых озерах с минерализацией воды, не превышающей 3 г/л, биоиндикационные индексы по структуре зообентоса показали следующие результаты. Индекс видового разнообразия по Шеннону в изученных озерах изменялся от 0,6 до 3,0. В более чем половине озер (16) индекс – от 1,0 до 1,5, что свидетельствует об их умеренном загрязнении озер [10]. Максимальные его значения (2,1-3,0 – слабозагрязненные и чистые

воды) отмечены для шести озер, для четырех из этих озер – также высокие значения фламандского мультиметрического индекса (0,5-0,8), что свидетельствует о «посредственном» и «хорошем» качестве воды. Минимальные значения индекса видового разнообразия (0,5-0,9): Большое, Кротово, Ледорезное, Угловое, Чаган и Чернаково, что соответствует загрязненным водам. Согласно фламандскому индексу воды этих озер также отнесены к «низкому» и «плохому» качеству воды.

Значение олигохетного индекса Гуднайта и Уитлеа (Ко, %) в озерах юга Обь-Иртышского междуречья варьировали от 0 до 89%. В большинстве озер (18 озер) олигохеты не были зарегистрированы, в шести озерах индекс не превысил 10 %. Неблагоприятное экологическое состояние отмечено в озерах Малое Топольное и Хомутиное. В озере Малом Топольном значения индекса соответствовали V классу качества (грязные воды), в озере Хомутином – III классу качества (умеренно загрязненные воды). Таким образом, индекс Гуднайта и Уитлеа оказался малоинформативным для изученных систем озер, т.к. основным ограничением его применения является то, что при численности олигохет ниже 20% индекс не дает достоверных результатов [11]. Он может использоваться только совместно с другими биотическими индексами. Биомасса зообентоса большинства изученных озер не превышала IV класса по шкале [8], что соответствует мезотрофному уровню.

В озерах с минерализацией воды более 3 г/л, использованные индексы показали неблагоприятное экологическое состояние водоемов (табл.). Это объясняется тем, что под действием увеличения минерализации воды снижается видовое разнообразие, обилие бентосных организмов, и индексы, основанные на индикаторных видах, оказываются малоинформативными.

Таблица – Показатели состояния донных зооценозов озер юга Обь-Иртышского междуречья с минерализацией воды более 3 г/л

Озеро	H	MMIF	Ко, %	B_{cp}	B_m	Уровень трофности (расчетный)
Без названия	0,9	0,10	0	3,70	7,29	β-мезотрофный
Большое Топольное	0,9	0,25	0	1,05	3,89	α-мезотрофный
Горькое	1,2	0,40	0	1,92	4,60	α-мезотрофный
Кривое	0,5	0,35	0	0,67	2,90	α-мезотрофный
Кулундинское	0,0	0,05	0	0,25	3,91	α-мезотрофный
Пресное	0,6	0,15	0	1,50	4,57	α-мезотрофный

Примечание: H – коэффициент видового разнообразия по Шеннону; Ко – олигохетный индекс Goodnight, Whitley; MMIF – фламандский мультиметрический индекс; B_{cp} – среднее значение биомассы зообентоса на илистых грунтах в зоне прибрежья; B_m – потенциально возможная биомасса при отсутствии угнетающего действия минерализации.

Для оценки влияния минерализации воды на биомассу зообентоса нами была рассчитана зависимость (рис.) для наиболее распространенных илистых грунтов и на одинаковых глубинах (в зоне побережья). К тому же именно эта зона, как правило, испытывает наибольшую антропогенную нагрузку от окружающих озера сельскохозяйственных угодий.

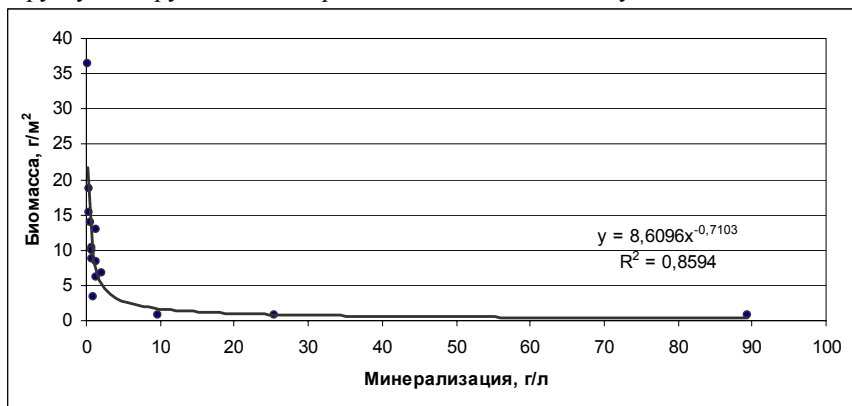


Рис. Зависимость биомассы зообентоса от минерализации воды на илистых грунтах в зоне побережья

Полученная зависимость была аппроксимирована в виде следующего уравнения:

$$B' = 8,6096 \cdot X^{-0,7103}, \quad (1)$$

где B' – расчетная биомасса, X – минерализация воды.

На основе этого уравнения предложена формула, по которой можно установить потенциально потерянную биомассу при возрастании минерализации:

$$B_p = B'' - B', \quad (2)$$

где B_p – потенциально потерянная биомасса при возрастании минерализации, B'' – расчетная биомасса по формуле (1), при минерализации 3 г/л (в нашем случае $B'' = 3,945$).

Из уравнений (1) и (2) можно определить потенциально возможную биомассу, которая была бы при отсутствии угнетающего действия минерализации:

$$B_m = B_{cp} - B_p, \quad (3)$$

где B_m – потенциально возможная биомасса при отсутствии угнетающего действия минерализации, B_{cp} – средняя биомасса зообентоса в побережье водоема.

Используя предложенную формулу, проведен пересчет биомассы донных беспозвоночных с учетом угнетающего действия минерализации. В соответствии с ним большинство озер оказались α -мезотрофного типа. Сходный уровень трофности некоторых изученных озер был также получен по содержанию хлорофилла «а», данные гидрохимического изучения этих озер показали значительное содержание биогенов (N, P) в воде [12-13].

Подобный подход также можно применять при индикации других сообществ гидробионтов. Следует отметить, что использование этой формулы способно выявить повышение трофности (биогенное загрязнение) солоноватых и соленых озер, но формула мало чувствительна к олиготрофикации. Однако в условиях водоемов с повышенной минерализацией это маловероятно.

Таким образом, для индикации экологического состояния озер с минерализацией воды до 3 г/л можно рекомендовать индекс видового разнообразия (по Шеннону) и специальный биотический индекс, разработанный для озер (MMIF), в качестве дополнительного можно использовать олигохетный индекс Гуднайта и Уитлеа. При оценке озер с минерализацией воды более 3 г/л следует учитывать угнетающее действие солей. На озерах одного региона с одинаковым типом солености можно использовать функцию аппроксимации показателей зообентоса от солености воды, при прочих одинаковых (желательно преобладающих) условиях по глубине и типу грунта. Затем, при применении этой функции можно восстановить показатели развития зообентоса, которые могли быть при отсутствии угнетающего действия повышенной минерализации воды.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории водной экологии ИВЭП СО РАН за помощь в отборе и обработке проб донных беспозвоночных.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 08-05-98019-р_сибир_а) и междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН 69 и 125.

Литература

1. Хлебович В.В. Критическая соленость и хорогалиникум: современный анализ понятий // Биология солоноватых и гипергалинных вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1989. – С. 5-11.
2. Аладин Н.В. Критический характер биологического действия каспийской воды соленостью 7-11‰ и аральской воды соленостью 8-13‰ // Биология солоноватых и гипергалинных вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1989. – С. 12-21.
3. Андреева С.И., Андреев Н.И. Донные биоценозы Аральского моря при изменении его режима // Гидробиол. журн. – 1987. – № 5. – С. 81-86.
4. Безматерных Д.М. Применение структурных характеристик зообентоса для оценки экологического состояния озер юга Западной Сибири // Ползуновский вестник. – 2005. – № 4, Ч. 2. – С. 214-216.
5. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – С. 164-173.

6. Gabriels W., Lock K., DePauw N. et al. Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders(Belgium) // *Limnologica*, doi:10.1016/j. limno.2009.10.001. – 2009.
7. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – М.: Госкомитет по стандартам, 1982. – 12 с.
8. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд Всерос. гидроб. об-ва : тезисы, ч. 2. – Куйбышев, 1986. – С. 254-255.
9. Hammer, U.T. Saline Lake Ecosystems of the World / U.T. Hammer. – Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1986. – 614 p.
10. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1986. – 472 с.
11. Пшеницына В.Н. Об эффективности шкалы Вудивисса при биоиндикации качества воды // *Гидробиол. журн.* – 1986. – Т. 24. – № 4. – С. 42-45.
12. Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю., Котовщиков А.В., Кириллова Т.В., Долматова Л.А., Ермолаева Н.И., Соколова М.И. Состав и структура водных экосистем бассейна реки Бурлы в 2010 году // *Наука – Алтайскому краю*, 2010: Сб. статей. Вып. 4. – Барнаул: Алтайский дом печати, 2010. – С. 239-252.
13. Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю., Безматерных Д.М., Ермолаева Н.И., Кириллова Т.В., Яныгина Л.В., Долматова Л.А., Котовщиков А.В., Жукова О.Н., Соколова М.И. Сравнительный анализ экосистем разнотипных озер Касмалинской и Кулундинской долин древнего стока *Наука – Алтайскому краю*: Сб. статей. – Барнаул: Азбука, 2009. – Вып. 3. – С. 311-333.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ДОМИНИРУЮЩИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2011 ГОДУ

Е.Ю. Зарубина, М.И. Соколова, Л.М. Киприянова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, zeur@iwep.asu.ru

THE PRODUCTIVITY OF DOMINATING VEGETATIVE COMMUNITIES OF NOVOSIBIRSKY OF THE RESERVOIR IN 2011 YEAR

E.Yu. Zarubina, M.I. Sokolova, L.M. Kipriyanova

The Institute for Water and Environmental Problems, zeur@iwep.asu.ru

Дана характеристика продуктивности доминирующих растительных сообществ Новосибирского водохранилища. Оценен вклад макрофитов в формирование первичной продукции водохранилища.