

6. Pilifosova, O.V. Clim. Change / O.V. Pilifosova, I.B. Eserkepova, S.A. Dolgih. — 1997. — N1-2. — С. 23-40.
7. Логвинов, В.Ф. О реальности солнечно-атмосферных связей в проблеме Солнце — нижняя атмосфера // Солнечно-Атмосферные связи в теории климата и прогнозах погоды: Тр. Всерос. Совещ. — Л.: Гидрометеиздат, 1974.
8. Глобальные изменения природной среды. — М.: Научный мир, 2000.
9. Селегей, В.В. Оценка изменения климата на локальном и региональном уровнях // Современные проблемы геоэкологии горных территорий. — Горно-Алтайск, 2006. — С. 85-104.
10. Damon, P.E. Geophys. Res. Lett. / P.E. Damon, A.N. Peristykh // Department of Geosciences, University of Arizona, Arizona. — 1999. — N16. — P. 2469-2472.
11. Байдал, М.Х. Многолетняя изменчивость макроциркуляционных факторов климата / М. Х. Байдал, Д.Ш. Ханжина. — М.: Гидрометеиздат, 1986. — 98 с.
12. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — Вып. 20. — Ч.1.
13. Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — Вып. 20. — Ч. IV.
14. Галахов, В.П. Ледники Алтая / В.П. Галахов, Р. М. Мухаметов. — Новосибирск: Наука, 1999. — 134 с.
15. Подрезов, О.А. Современный климат Кыргызстана и сценарий его изменений в 21 веке / О. А. Подрезов, Л. И. Титова. — Бишкек, 2002.

Статья поступила в редакцию 23.05.07

УДК 556.11

Д.М. Безматерных

ЗООБЕНТОС БАРНАУЛЬСКОЙ ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ (юг Западной Сибири)

Приведены материалы исследования зообентоса озер Барнаульской системы, которая относится Барабинско-Кулундинской лимнологической области. Состав и уровень развития зообентоса озер системы в многолетнем аспекте нестабильны и изменяются в зависимости от водного режима. Структурные характеристики зообентоса, в общем, соответствовали фоновым показателям озер этой зоны. По уровню развития зообентоса озера относятся в основном к мезотрофному типу. На обследованных озерах не отмечено перестроек структуры донных сообществ антропогенного происхождения.

Барнаульская озерная система относится Барабинско-Кулундинской лимнологической области [5]. Отличительная особенность озер этого региона — малая глубина озерных котловин и цикличность гидрологического режима. Цикличность проявляется в периодическом падении уровня воды в озерах, которое сопровождается усилением заморных явлений и повышением минерализации и вызывает циклические сукцессии их гидробиоценозов [9]. Озера системы располагаются в пределах трех природных подзон в верховьях р. Барнаулки (приток Верхней Оби): засушливой степи, умеренно-засушливой степи и лесостепи. Ежегодно в январе — феврале наблюдается дефицит растворенного в воде кислорода, а в начале марта заморы охватывают всю акваторию водоемов. Суточное потребление кислорода на окислительные процессы в озере Зеркальном составляет до 0,22 мг/л, а в оз. Бахматовском до 0,18 мг/л [11].

Материалы и методы. Летом 1996 г. были исследованы оз. Бахматовское и оз. Сухое, летом 1997 г. — Зеркальное, Лебяжье, Мясково, Песчаное, Песьяное, Среднее, Серебрянниковское и Урлаповское. Было отобрано 37 качественных проб. Летом-осенью 2003 г. было отобрано 32 количественные пробы зообентоса на 9 озерах: Бахматовское, Вавилон, Горькое, Зеркальное, Песчаное, Песьяное, Степное, Сухое и Шуракша.

Материал собирали и обрабатывали по стандартным гидробиологическим методикам [10]. Качественные сборы его проводили сачком или скребком, количественные сборы — штанговым дночерпателем ГР 91-000 ТО. Извлеченный грунт переносили в мешок для промывки, сшитый из редкого газа (№25), отмытую часть пробы с оставшимися организмами перекладывали в кюветы. Пробы просматривали по частям, выбирали обнаруженные в ней организмы и фиксировали их 4% формалином (1996-1997 гг.) и 70% этанолом (2003 г.). Обработка проб проведена в камеральных условиях под МБС-10, все организмы подсчитывали и взвешивали на торсион-

ных весах ВТ-500. Всего было собрано и проанализировано 69 проб зообентоса.

Для биологического анализа качества воды озер по структурным характеристикам зообентоса были применены основные биоиндикационные подходы [8]: изучен уровень видового обилия (индекс Маргалефа), выявлены виды-биоиндикаторы (индекс сапробиости Пантле и Букка), проведена индикация по соотношению крупных таксонов (олигохетный индекс Гуднайта и Уитлея).

Результаты и их обсуждение. Летом 1996-1997 г. в озерах выявлено 33 вида зообентонтов, из них были характерными для озер и в р. Барнаулке не встречались: высшие раки *Potastacus leptodactylus*, клопы *Notonecta glauca*, *N. lutea* и водяные жуки *Laccophilus*, *Dytiscus*, *Acilius*, двукрылые *Nilobezzia*, хинономиды *Tanypterus punctipennis*. Сходство видового состава озер с р. Барнаулкой невысокое — 27,5%. Доминирующие таксоны в бентофауне озер представлены в приложении.

По качеству вод исследованные озера можно разделить на две группы (табл.). К первой группе относятся озера: Урлаповское, Бахматовское, Песьяное, Серебрянниковское, эти озера характеризуются как умеренно загрязненные органическими веществами (II класс качества вод по шкале Росгидромета). Ко второй группе относятся озера: Песчаное, Зеркальное, Сухое, они относятся к загрязненным (III класс качества вод).

Уровень развития донных беспозвоночных озер был изучен в 2003 г. Биомасса зообентоса колебалась от 0,19 г/м² (оз. Зеркальное) до 19,57 г/м² (оз. Бахматовское), что по шкале трофности озер В.П. Китаева [7] соответствует ультраолиготрофному и альфа-эвтрофному типу. Во всех изученных водоемах основу биомассы зообентоса составляли личинки комаров-звонцов (*Chironomidae*), к обязательным компонентам зообентоса можно также отнести брюхоногих и двусторчатых моллюсков, из семейств Lymnaeidae, Planorbidae и Pisidiidae. Кроме того, необходимо отметить малоцетинковых червей семейства Tubificidae

(*Limnodrilus hoffmeisteri*), рачков-бокоплавов (*Gammarus lacustris*), пиявок (*Eprobdeella octoculata*), водных клопов (*Illycoridae*, *Corixidae*, *Notonectidae*) и жуков (*Dytiscidae*), а также личинок ручейников, поденок и стрекоз.

Таблица
Биологические индексы озер бассейна р. Барнаулки
в 1996-1997 гг.

Индексы	Озера						
	Урлаповское	Бахматовское	Песчаное	Серебрянниковское	Песчаное	Зеркальное	Сухое
Сапробности	3,0	2,1	2,5	2,0	2,4	2,9	3,0
Олигохетный	0	5	0	0	0	0	2
Маргалефа	3,56	2,70	2,33	1,08	2,51	0,71	0,75
Класс вод	2	2	2	2	3	3	3

Аналогичные данные по зообентосу Барнаульской озерной системы были получены Л.А. Благовидовой [3], которая указывает те же ведущие группы зообентоса, а трофность озер исходя из ее данных, колебалась от ультраолиготрофной до бета-эвтрофной (см. приложение).

З.А. Иванова [6] отмечает, что бентофауна озер Зеркальное и Бахматовское, бедна как в видовом, так и в количественном отношении. Личинки хирономид представлены всего 7-10 формами и не достигают высокой численности, моллюски отсутствуют, в незначительном количестве представлены олигохеты, гаммариды и пиявки. Основу бентоса в обоих озерах составляют личинки Chaoborus. Средние значения биомассы зообентоса для озер Бахматовского, Серебрянниковского и Песчаного составляют 8,63 г/м², 21,18 и 29,87 соответственно. По ее данным наибольшую биомассу на оз. Бахматовском имели моллюски, личинки комаров и бокоплав; на оз. Серебрянниковском — моллюски, пиявки, личинки комаров, поденок и веснянок; на оз. Среднем — моллюски, личинки комаров, пиявки и жуки. Большой вклад в биомассу бентоса моллюсков и личинок комаров также согласуется с нашими результатами.

В 2003 г. кроме озер, был исследован зообентос верхнего течения р. Барнаулки (которая вытекает из системы озер). Анализ этого материала показал принципиальную схожесть основных показателей по сравнению с данными 1996-2000 гг. [1]. Наибольшее значение в формировании структуры зообентоса реки имели хирономиды и моллюски, меньшее — олигохеты. На разных участках реки соотношение численности и биомассы

этих трех групп несколько менялось. Расчет биотического индекса Вудивисса [4] в 2003 г. показал, что на различных участках верхнего и среднего течения реки значения индекса колебались от 4 до 6 баллов, это соответствует III и IV классам вод — загрязненные и умеренно загрязненные по шкале Росгидромета. Такие же показатели качества воды на этих участках реки были отмечены нами и в 1996-2000 гг., что соответствует фоновому состоянию реки.

Пространственный анализ структуры зообентоса трех подзон бассейна (засушливой степи, умеренно-засушливой степи и лесостепи) не выявил значимых отличий, также отсутствует взаимосвязь с природными подзонами биологических индексов. Это можно объяснить как интразональным характером водных экосистем проточных озер (сообщающихся с р. Барнаулкой), так и недостаточной изученностью зообентоса озер разных природных подзон (особенной в верхней части бассейна). Определенные тенденции в многолетней динамике зообентоса так же не выявлены, что также может быть обусловлено методическими причинами и, кроме того, связано с отсутствием достоверных данных о гидрологическом режиме озер за последнее столетие. По мнению Л.А. Благовидовой [2] из всего многообразия факторов среды в Барабинско-Кулундинских озерах наиболее значимыми являются степень минерализации, распределение водной растительности и характер зимнего кислородного режима. Как показали ее данные, для большинства озер юга Западной Сибири эти показатели нестабильны и изменяются в зависимости от водного режима. Анализ собственных и архивных данных не выявил признаков влияния антропогенного загрязнения на биоценозы озер: структурные характеристики зообентоса соответствовали фоновым показателям для озер этой природной зоны. Озера Барнаульской системы, относящиеся в основном к мезотрофному типу, обладают высоким исходным потенциалом самоочищения, особенно к органическому загрязнению, что при существующих видах сельскохозяйственного воздействия в бассейне делает данные озера достаточно устойчивыми к этому антропогенному фактору. Таким образом, практически на всех обследованных экосистемах Барнаульской озерной системы не отмечено существенных перестроек структуры донных сообществ антропогенного происхождения.

Большую благодарность за помощь в сборе и анализе материала автор выражает д.б.н. Г.Н. Мисейко, к.б.н. М.М. Силантьевой, к.г.н. И.В. Жерелиной и Е.Н. Крыловой, отдельная благодарность, за обсуждение статьи — О.С. Бурмистровой.

Библиографический список

1. Безматерных, Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния притоков Верхней Оби (на примере рек Барнаулка, Большая Черемшанка и Чумыш): Автореф. дис... к.б.н. — Барнаул: АлтГУ, 2003. — 18 с.
2. Благовидова, Л. А. Влияние факторов среды на зообентос озер юга Западной Сибири // Гидробиол. журн. — 1973. — Т. IX, №1. — С. 55-61.
3. Благовидова, Л. А. Отчет по обследованию озер системы рек Касмалы, Барнаулки и Алея в пределах Мамонтовского, Охотского, Шипуновского и Пospelихинского районов // Запсиб. Отд. ВНИОРХ, рукопись, 1931. — 37 с.
4. Вудивисс, Ф. Биотический индекс реки Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям: Тр. совет.-англ. семинара. — Л., 1977. — С. 132-161.
5. Жадин, В. И. Реки, озера и водохранилища СССР, их флора и фауна / В. И. Жадин, С. В. Герд. — М: Учпедгиз, 1961. — 600 с.
6. Иванова, З. А. Рыбы степной зоны Алтайского края / Под ред. Б. Г. Иоганзена. — Барнаул, 1962. — 152 с.
7. Китаев, С. П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд Всесоюзного гидробиологического общества, ч. 2. — Куйбышев, 1986. — С. 254-255.
8. Макрушин, А. В. Биологический анализ качества вод / Под ред. Г. Г. Винберга. — Л.: АН СССР, 1974. — 60 с.
9. Максимов, А. А. Природные циклы: Повторяемость экологических процессов. — Л.: Наука, 1989. — 233 с.
10. Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. — СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. — 318 с.
11. Силантьева, М. М. Природные условия бассейна р. Барнаулки / М. М. Силантьева, Д. В. Золотов, О. Н. Жихарева // Река Барнаулка: экология, флора и фауна бассейна. — Барнаул, 2000. — С. 11-28.

Средняя биомасса, уровень трофности и доминирующие таксоны зообентоса Барнаульской озерной системы

Озера	1931 год [3]			1997 год	2003 год		
	Био-масса, г/м ²	Уровень трофности по С.П. Китаеву	Таксоны в порядке доминирования	Таксоны в порядке доминирования	Био-масса, г/м ²	Уровень трофности по С.П. Китаеву	Таксоны в порядке доминирования
1	2	3	4	5	6	7	8
Засушливая степь							
Вавилон	...	...	...	...	3,57	альфа-мезотрофный	Chironomidae, Trichoptera, Eristalis, Lymnaea stagnalis, Planorbis planorbis, Planorbis corneus, Anisus, Plumatella repens, Argironeta aquatica
Песьяное	...	...	...	Tanyus punctipennis, Sigara striata, Ceratopogon, Gammarus lacustris, Laccophilus, Lymnaea ovata, Ilyocoris cimicoides, Chironomus gr. plumosus, Leucorrhinia rubicunda	11,7	альфа-мезотрофный	Chironomidae, Gammarus lacustris, Acarina, Diptera, Planorbidae, Ephemeroptera
Горькое	...	...	...	...	1,21	альфа-олиготрофный	Chironomidae, Lymnaea lagotis, Corixidae, Nebrioporus cerisyi steppensis, Gastropoda, Culicidae
Умеренно засушливая степь							
Крестьянское	26,5	бета-эвтрофный	Gammarus, Chironomidae	...	...	...	...
Шуракша	5,21	бета-мезотрофный	Chironomidae, Trichoptera, Culicoides, Lymnaea ovata, Planorbis, Hirudinea	...	24,2	альфа-мезотрофный	Chironomidae, Coleoptera, Hirudinea, Gammarus lacustris, Odonata, Trichoptera, Euglesa, Planorbidae
Лесостепь							
Зеркальное	26,0	бета-эвтрофный	Chironomidae, Trichoptera	Endochironomus albipennis, Cryptochironomus gr. defectus, Lymnaea ovata	0,19	ультра-олиготрофный	Chironomidae, Gammarus lacustris, Ilyocoris cimicoides, Planorbidae, Ephemeroptera, Bivalvia
Круглое	7,45	бета-мезотрофный	Chironomidae, Corethra	...	...	...	...
Урлапово	3,98	альфа-мезотрофный	Chironomidae, Culicoides, Gammarus	Gammarus lacustris, Cladotanytarsus №1, Glyptotendipes paripes, G. glaucus, Tanyus punctipennis, Limnoporus rufoscutellata, Erpobdella octoculata, Polypedilum nubeculosum, Coenagrion armatum, Cricotopus gr. silvestris, Dytiscus circumflexus	...	...	...
Среднее	16,79	альфа-эвтрофный	Chironomidae, Culicoides, Gammarus, Hirudinea, Nematodes, Oligochaeta, Trichoptera, Lymnaea ovata, Planorbis	Chironomus solitus	...	...	...

1	2	3	4	5	6	7	8
Верхнее Займище	0,49	ультраолиготрофный	Chironomidae, Trichoptera, Culicoides, Hirudinea, Lymnaea ovata, Planorbis	...	...	...	...
Боровское	...	...	Chironomidae, Culicoides, Gammarus.	...	...	...	...
Бахматовское	38,2	бета-эвтрофный	Chironomidae, Culicoides, Gammarus	Cryptochironomus gr. defectus	19,6	альфа-эвтрофный	Chironomidae, Tubificidae, Hirudinea, Gerridae, Gammarus lacustris, Trichoptera, Planorbidae, Ilyocoris cimicoides, Euglesa, Lymnaea stagnalis
Серебrenниковское	11,24	альфа-эвтрофный	Chironomidae, Culicoides, Gammarus	Chironomus tentans, Notonecta glauca, Acilius sulcatus, Cloen dipterum	...	...	...
Степное	0,49	ультра-олиготрофный	Chironomidae, Culicoides, Trichoptera, Hirudinea, Lymnaea ovata, Planorbis	...	5,12	бета-мезотрофный	Chironomidae, Ilyocoris cimicoides, Erpobdella octoculata, Oligochaeta, Ephemeroptera, Odonata, Bivalvia, Tubificidae, Dytiscidae, Corixidae, Odonata, Lymnaea stagnalis, Gerridae
Сухое	...	...	...	Limnochironomus nervosus, Chironomus cingulatus, Tubifex tubifex, Cryptochironomus gr.defectus, Erpobdella octoculata	7,29	бета-мезотрофный	Chironomidae, Tubificidae, Ephemeroptera, Hirudinea, Odonata, Gerridae, Corexidae
Песчаное	16,9	альфа-эвтрофный	Chironomidae, Culicoidinae, Gammarus, Hirudinea, Nematodes, Oligochaeta, Trichoptera, Lymnaea ovata, Pisidium	Cladotanytarsus №1, Euglesa pulchella, Lymnaea ovata, Anadonta stagnalis, Chironomus gr. plumosus, L. auricularia, L. lagotis, Sigara striata, Planorbis planorbis	5,89	бета-мезотрофный	Chironomidae, Diptera, Lymnaea, Planorbis, Euglesa
Моховое	1,11	альфа-олиготрофный	Chironomidae, Trichoptera, Culicoides	...	...	...	...
Лебяжье	0,75	альфа-олиготрофный	Corethra, Phriganidae	Choanomphalus rosmaessleri, Chironomus gr. plumosus	...	...	...

Статья поступила в редколлегию 17.05.07