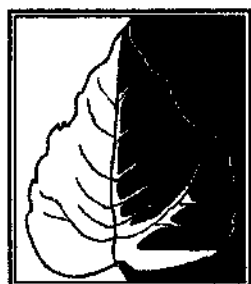


ОБЩЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



Проблемы Региональной Экологии

Журнал издается при поддержке
Института географии Российской академии наук

№ 6
2008 г.



Решением президиума Высшей аттестационной комиссии журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук

Подписной индекс 84127 и 20490
в каталоге «Роспечать»

Зарубежная подписка оформляется
через фирмы-партнеры
ЗАО «МК-Периодика»
по адресу: 129110 Москва,
ул. Гиляровского, 39,
ЗАО «МК-Периодика»;
Тел.: (495) 281-91-37, 281-97-63;
факс (495) 281-37-98
E-mail: info@periodicals.ru
Internet: http://www.periodicals.ru

To effect subscription it is necessary to
address to one of the partners of JSC
«MK-Periodica» in your country or to JSC
«MK-Periodica» directly.
Address: Russia, 129110 Moscow, 39,
Gilyarovsky St., JSC «MK-Periodica»

Журнал поступает в Государственную
Думу Федерального собрания, Прави-
тельство РФ, аппарат администраций
субъектов Федерации, ряд управлений
Министерства обороны РФ и в другие
государственные службы, министерства
и ведомства.

Статьи рецензируются.
Перепечатка без разрешения редакции
запрещена,
ссылки на журнал при цитировании
обязательны.

Редакция не несет ответственности за
достоверность информации, содержа-
щейся в рекламных объявлениях.

Оригинал-макет подготовлен в ООО
«РИА-БИ-Арт-Груп»
125047, г. Москва,
ул. 2-я Брестская, д. 8.
Тел./факс: (495) 514-08-60
E-mail: be@beartgroup.com
www.beartgroup.com

Подписано в печать 16.01.09
Формат 70х108 1/16
Печать цифровая
бумага «Мастро Принт»
Объем 14,25 п.л. Тираж 1150 экз.
Заказ № 48

Отпечатано
в ООО «РИА «БИ-Арт-Груп»

© ООО Издательский дом «Камертон», 2008
© Оформление. ООО «РИА-БИ-Арт-Груп», 2008

По вопросам размещения рекламы и публикации статей обращаться в редакцию: 119017, г. Москва,
Старомонетный пер., 29, (495) 129-28-31. E-mail: info@ecoregion.ru http://www.ecoregion.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Экологическая оценка и картографирование

- И.Н. Ротанова.* Система картографической информации в эколого-географических исследованиях региона 8
А.К. Тулохонов, С.Д. Пунцуква, Э.М. Зомонова.
Оценка эмиссии парниковых газов
в Республике Бурятия 13
Н.Н. Крамчиных. Геоэкологические проблемы
искусственных водоемов урбанизированных
территорий (на примере Белгородского
водохранилища) 20
С.С. Мешкина. Почвенно-биогеохимическая
оценка долины Средней Катунь 24
*А.В. Пузанов, Ю.В. Робертус, И.В. Горбачев,
С.В. Бабошкина, Р.В. Любимов.* Загрязнение
окружающей среды под влиянием горнодобывающих
и горно-перерабатывающих предприятий Алтая 28
*И.Н. Ротанова, А.А. Вагнер, В.Г. Ведухина,
Ю.М. Цимбалей.* Гидроморфно-экологический
анализ бассейново-ландшафтной системы. 33

Раздел 2. Биоэкология

- Л.В. Яныгина, В.В. Кириллов, Е.Н. Крылова.*
Оценка современного состояния зообентоса
и зооперифитона водоема-охладителя
Беловской ГРЭС 37
Д.М. Безматерных, К.В. Чернышкова, К.В. Марусин.
Современное состояние и многолетняя динамика
зообентоса озера Чаны. 43
Д.В. Лозовой, Д.С. Потанов. К вопросу об актуальности
проведения комплексных исследований
на байкальских организмах в связи с развитием
нефтегазового комплекса Восточной Сибири 49

Раздел 3. Экологический мониторинг

- А.В. Пузанов, О.А. Ельчиной, М.И. Кайзер,
Т.А. Рождественская.* Радиоактивные элементы
(²³⁸U, ²³²Th, ⁴⁰K, ¹³⁷Cs) в растениях
Горного Алтая 53

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗООБЕНТОСА ОЗЕРА ЧАНЫ

Д.М. Безматерных, К.В. Чернышкова, К.В. Марусин

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

Приводится оценка современного состояния зообентоса оз. Чаны. Исследованы состав и структура зообентоса различных по уровню минерализации и глубинам участков озера. Выявлены доминирующие таксоны. Проведен анализ многолетней динамики характеристик зообентоса в связи с меняющимся уровнем воды озера.

The paper deals with the evaluation of current zoobenthos state in the Lake Chany basin. Zoobenthos abundance, biomass and ecological structure in different by mineralization and depth parts of the lake were studied. The dominant taxons were revealed. In connection with lake level fluctuation, the analysis of long-term dynamics of zoobenthos features was performed.

Ключевые слова: зообентос, озеро Чаны, минерализация, экологические факторы, лимнология.

Чаны – бессточное озеро, расположенное в южной части Западно-Сибирской равнины, в пределах Обь-Иртышского междуречья (Барабинская степь, Новосибирская область). Для динамики водности этого региона характерны внутривековые циклы продолжительностью около 45 лет, и на их фоне более короткие колебания – 10–11 – и 6-летние. Пульсации уровня отражаются на солености воды озера и масштабах заморных явлений. Поэтому биологический режим озера непостоянен. Об этом свидетельствуют неустойчивые показатели развития водных сообществ. При этом озеро является важнейшим рыбопромысловым водоемом Западной Сибири [1].

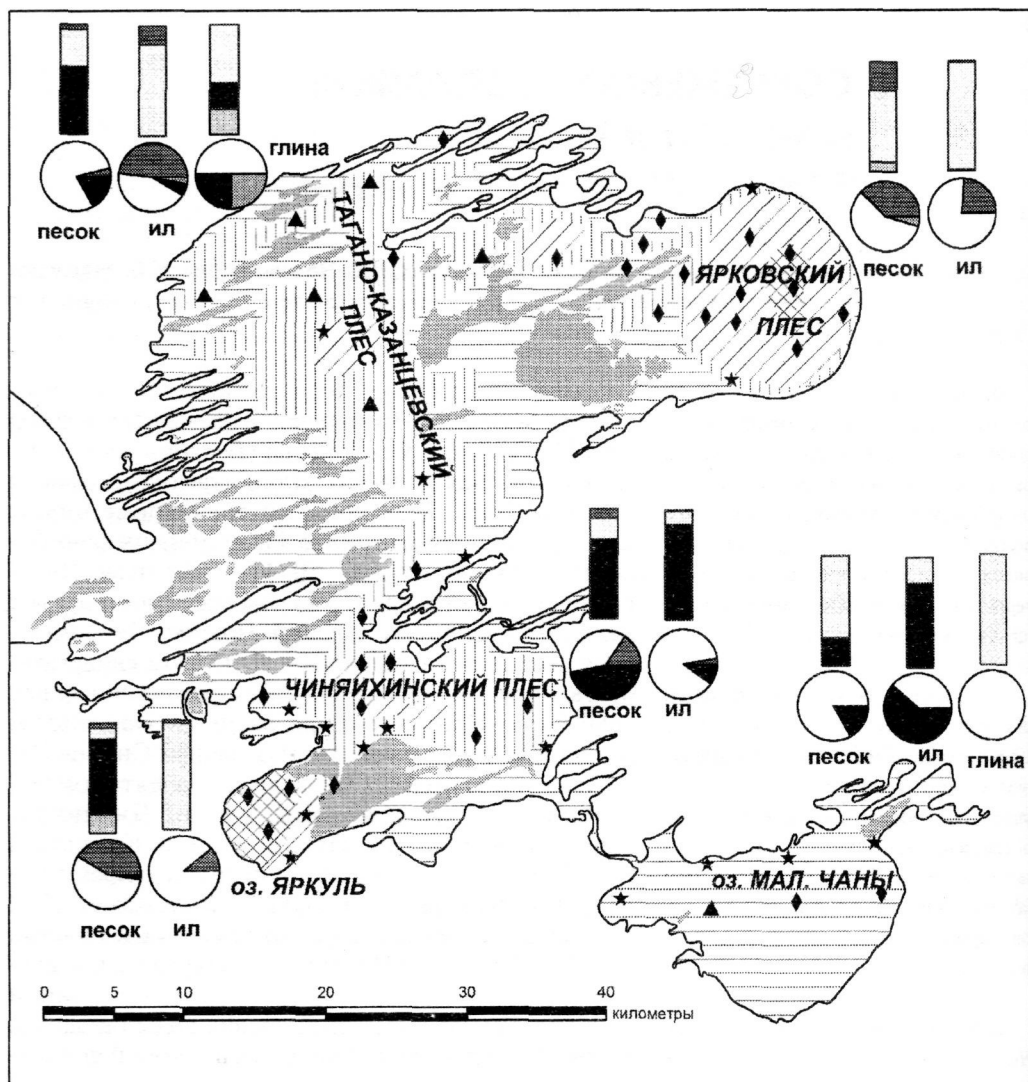
Акваторию озера обычно делят на пять плесов: Тагано-Казанцевский, Ярковский, Чиняихинский, оз. Яркуль, оз. Малые Чаны и Юдинский (в 1971 г. отделен дамбой и в настоящее время высох). Их суммарная площадь колеблется от 1708 до 2600 км² (в зависимости от сезонных и годовых колебаний уровня). Питание преимущественно снеговое, а также за счет рек, прежде всего, Каргата и Чулыма. Размах колебаний уровня воды около 3 м ледовый покров устанавливается во второй половине октября – первой половине ноября и вскрывается в мае. Минерализация воды в Чанах, в зависимости от плеса, колеблется в пределах 0,8–20,0 г/л и имеет постоянный хлоридно-натриевый состав [1, 2].

Ранее были получены обширные ретроспективные данные, позволяющие проследить динамику зообентоса оз. Чаны [1–7].

Цель исследований. Изучение пространственной неоднородности численности и биомассы зообентоса оз. Чаны в 2004 г. и их изменений за последние десятилетия под влиянием колебания уровня и минерализации воды.

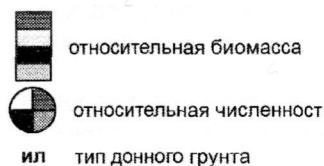
Материал собран и обработан по стандартным гидробиологическим методикам [8]. С 14 по 18 августа 2004 г. было отобрано 56 проб зообентоса, места отбора проб указаны на рис. 1.

Результаты и их обсуждение. Малые Чаны – наиболее пресно- и мелководный плес озера, в 2004 г. характеризовался умеренным уровнем развития зообентоса (по шкале С.П. Китаева [9]).



Относительная биомасса и численность основных таксонометрических групп зообентоса для плеса и типа донного грунта

Точки отбора проб и типы донного грунта в них:
★ песок ◆ ил ▲ глина



Таксонометрические группы

Мокрецы
Хируномиды
Моллюски
Прочие

Глубины (отметка уровня 106,9 м БС):

менее 2,5 м
от 2,5 до 3,5 м
от 3,5 до 6 м
более 6 м

Острова

Рис. 1. Карта-схема оз. Чаны.

в составе зообентоса были обнаружены представители только трех таксономических групп: хируномиды, брюхоногие и двустворчатые моллюски (рис. 1). Практически во всех пробах доминировали личинки хируномид: их средняя численность колебалась от 107 экз./м² на илах до

518 экз./м² на песках и по плесу составляла 347 экз./м², а биомасса хируномид – 0,5–4,4 и 3,0 г/м² соответственно. Распределение моллюсков в пробах было крайне неравномерным, от их отсутствия в ряде проб на песках и глине до массового развития на илах (107 экз./м² и 1,5 г/м²).

Чиняихинский плес, более минерализованный и немногим более глубокий участок озера, также характеризовался умеренным уровнем развития зообентоса. в составе бентоса, помимо вышеуказанных таксономических групп, вошли личинки мокрецов и олигохеты (единичные экземпляры), но доминирующее значение в численности по-прежнему имели личинки хирономид. Средняя численность хирономид варьировала от 1010 экз./м² на илах до 138 экз./м² на песках, средняя численность по плесу – 597 экз./м², а их биомасса составила 0,2, 0,7 и 0,5 г/м² соответственно, что значительно ниже, чем у моллюсков. Распределение моллюсков в пробах также было неравномерным: они отсутствовали в ряде проб как на песке так и на илу, но в среднем на этих же грунтах их численность и биомасса составили 171–112 экз./м² и 0,7–4,8 г/м² соответственно. Мокрецы были представлены в гораздо меньшей степени и не во всех пробах, их средняя численность по плесу составила 51 экз./м², биомасса – 0,1 г/м².

Тагано-Казанцевский плес имеет такие же глубины, как *Чиняихинский*, но еще более минерализован, уровень развития донных сообществ также умеренный. Из состава донных сообществ выпали двусторчатые моллюски, но появились ракообразные, стрекозы и жесткокрылые. Как и на предыдущем плесе, доминантами по численности здесь были хирономиды, а по биомассе – моллюски. В отличие от предыдущих плесов наибольшее их развитие наблюдалось на песчаных грунтах – в среднем 2429 экз./м² и 1,2 г/м² для хирономид и 524 экз./м² и 2,2 г/м² для моллюсков. Личинки мокрецов были обнаружены повсеместно, кроме глинистых грунтов; их средняя численность на илах составляла 393 экз./м² и 179 экз./м² на песках, биомасса – 0,2 и 0,1 г/м² соответственно. Прочие зообентонты были представлены намного меньше и только в некоторых пробах.

Яркуль – самый глубоководный участок озера, минерализация воды ниже, чем в Тагано-Казанцевском плесе, но несколько выше, чем в *Чиняихинском*. Для него были характерны высокий уровень развития и наибольшее количество таксономических групп зообентоса [7], отсутствовали только жесткокрылые насеко-

мые. Как и на других плесах, важнейшее значение в зообентосе имели хирономиды, средняя численность которых колебалась от 1643 экз./м² на песке до 4929 экз./м² на илу (абсолютный максимум по оз. Чаны), средняя численность по плесу составила 3833 экз./м², биомасса хирономид – 1,4, 26,8 и 18,3 г/м². Далее, по значимости, следовали мокрецы и моллюски, которые, как и на прочих участках озера, характеризовались неравномерным распределением: их средние значения численности и биомассы составляли 810 экз./м², 0,7 г/м² и 36 экз./м², 3,2 г/м² соответственно. Уровень развития остальных групп бентоса был значительно меньше: ракообразные (гаммарус) – 71 экз./м² и 0,7 г/м², стрекозы – 24 и 0,05; найдены единичные экземпляры олигохет.

Ярковский плес – самый минерализованный участок озера, по глубине он уступает только оз. Яркуль. Для этой части Чанов установлен высокий уровень развития зообентоса, хотя ряд отобранных проб не содержали беспозвоночных. Из состава бентоса выпали моллюски и жесткокрылые. Со значительным отрывом доминировали личинки хирономид, численность и биомасса которых в среднем составляли 1578 экз./м² и 21,8 г/м², еще больше были показатели на илистых грунтах – 1931 экз./м² и 25,6 г/м², что было абсолютным максимум по биомассе для всех Чанов. На порядки были ниже показатели развития прочих таксонов: средняя численность мокрецов по плесу составляла 529 экз./м², а ракообразных, стрекоз и ручейников – по 5 экз./м² каждого, при этом средняя биомасса мокрецов была 0,3 г/м², а ракообразных, стрекоз и ручейников – 0,001, 0,007 и 0,1 г/м² соответственно. Причем ручейники и стрекозы были отмечены только на илистых грунтах, а ракообразные – на песчаных.

Как следует из вышеизложенного, структура зообентоса и уровень его развития характеризуются существенной дифференциацией по акватории озера, что, прежде всего, обусловлено значительным градиентом геоморфологических, гидрологических и гидрохимических факторов. Проведенный кластерный анализ структуры зообентоса различных участков оз. Чаны показал, что плесы озера можно разделить на 2 основные группы: в 1-ю вхо-

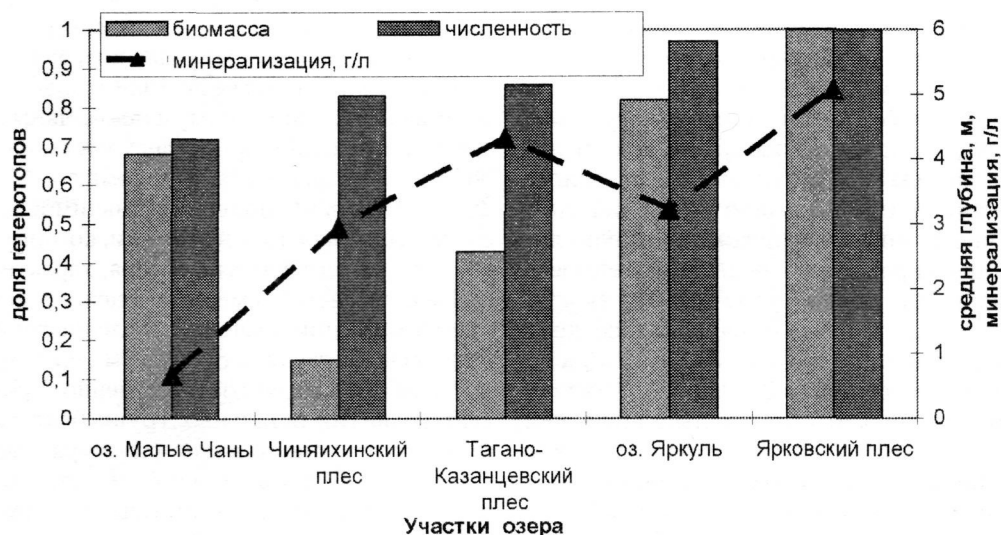


Рис. 2. Доля гетеротопных видов в численности и биомассе зообентоса различных участков оз. Чаны в 2004 г.

дят оз. М. Чаны, Чиняихинский и Тагано-Казанцевский плесы, а 2-ю – оз. Яркуль и Ярковский плес. Причем 1-я группа отличается значительно большей общностью, особенно схожи по структуре зообентоса Чиняихинский и Тагано-Казанцевский плесы. 2-ю, более разнородную, группу образуют наиболее глубоководные плесы озера – оз. Яркуль и Ярковский плес.

Кроме того, анализ структуры зообентоса различных плесов, в общем, подтвердил ранее выявленную тенденцию к увеличению роли в донных сообществах гетеротопных видов (амфибиотических насекомых) и уменьшения гомотопных (моллюсков и ракообразных) при возрастании минерализации воды (рис. 2), что ранее нами было показано по изменению видового состава.

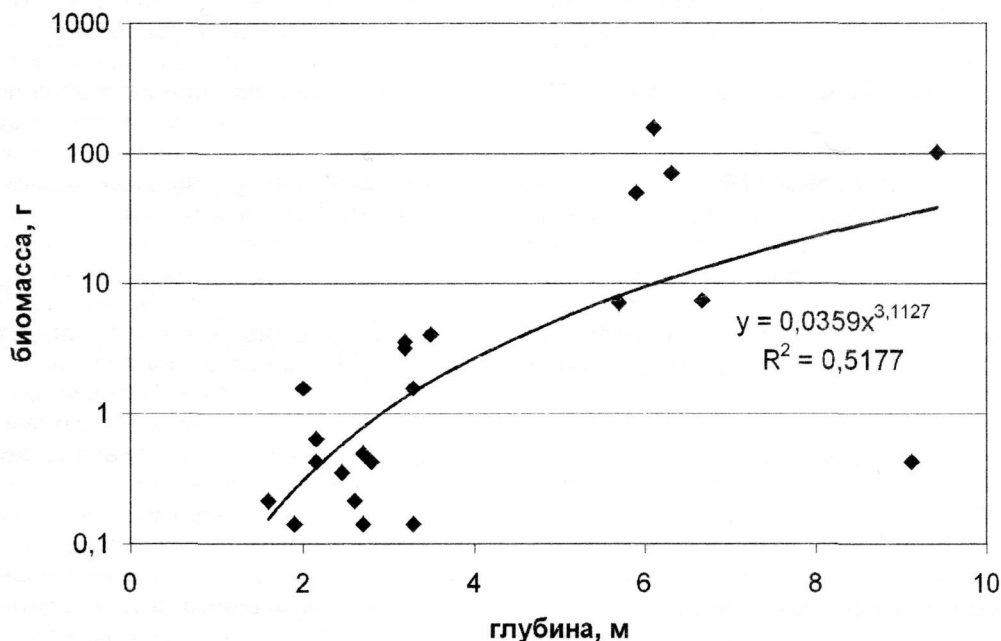


Рис. 3. Зависимость биомассы мягкого бентоса (без моллюсков) от глубины на илистых грунтах оз. Чаны в 2004 г. («пустые» пробы не учитывали).

Выявлено, что, помимо состава грунтов и уровня минерализации воды, важнейшим фактором формирования донных сообществ в оз. Чаны является глубина (рис. 3). Это согласуется с данными В.В. Конивца [2], который установил, что валовая биомасса мелководий (<2 м) на порядок меньше таковой для глубоководных участков, причем их площади по озеру практически равны [7]. Сходное распределение зообентоса выявлено в эвтрофном оз. Эром (Дания), где биомасса плавно повышается с глубиной от 0 до 8–9 м, а затем также понижается [10]. В 2004 г. выявлена достоверная положительная умеренная корреляция глубины с уровнем развития всего зообентоса и его основных таксонов, которую можно объяснить комплексом неблагоприятных факторов, характерных для мелководий озера: неустойчивость грунтов в результате волнового воздействия, промерзание, заморы. Возможно, во многом именно этим, а не уровнем минерализации объясняется изменение уровня развития бентоса от наименее продуктивных плесов к наиболее продуктивным, поскольку оба параметра, в общем, возрастают в этом же направлении. С величиной минерализации воды достоверно установлена толь-

ко слабая положительная корреляция с численностью мокрецов.

Для расчета средневзвешенных по площади озера характеристик были использованы собственные сведения по распространению грунтов, так как данные, полученные по результатам пробоотбора в 2004 г., значительно отличались от результатов 1976–1977 гг., полученных Институтом озераведения АН СССР, по которым площадь, занимаемая глинами, была крайне незначительна [2]. По нашим данным, средняя доля илов по озеру составила 41%, песков – 38% и глин – 21%. с учетом этих значений средневзвешенная биомасса зообентоса по озеру составила 7,1 г/м², а валовая биомасса 12 894 т, что меньше, чем в 2002–2003 гг. [5], но близко к средним показателям за 15 лет наблюдений – 6,2 г/м² и 13 281 т (рис. 4).

Рассмотрение данных в историческом аспекте выявило значительный размах колебаний летних биомасс зообентоса в различные годы, от 1,7 в 1971 г. до 11,1 в 2003 г., который обычно объясняют влиянием уровня режима озера [1]. Проведенный корреляционный анализ многолетних данных (1925–2004 гг.), по среднегодовым гидрологическим показателям озера и летней биомассы зообентоса, показал достоверное

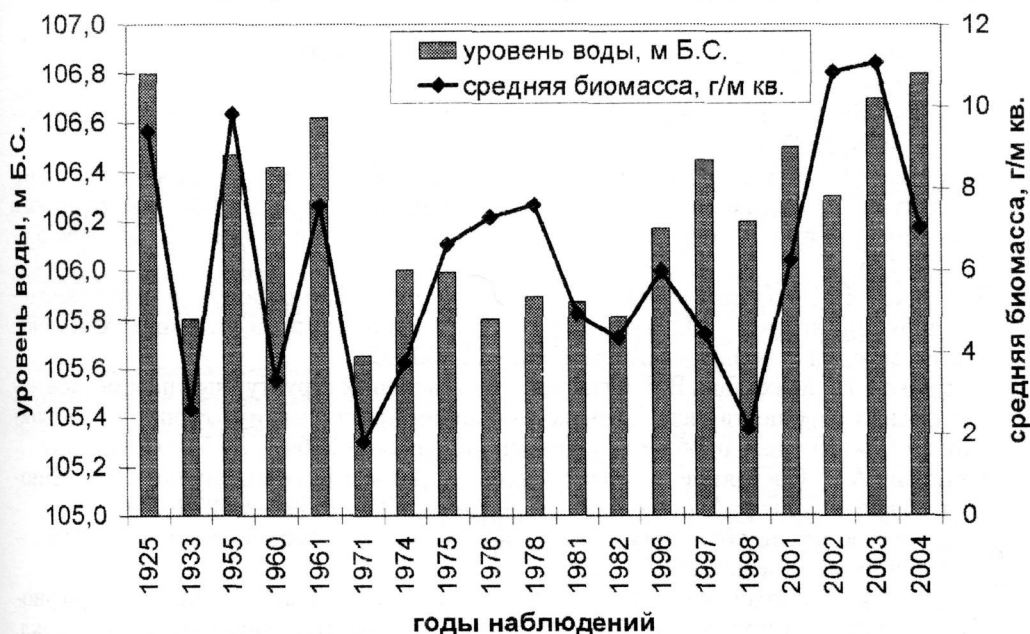


Рис. 4. Средние летние биомассы зообентоса и уровень воды в оз. Чаны в 1925– 2004 гг.

влияние уровня озера как на валовую (0,535; $p = 0,018$), так и среднюю биомассу зообентоса (0,544; $p = 0,016$). При этом если положительную корреляцию уровня с валовой биомассой можно объяснить изменением площади биотопов бентосных сообществ, то связь уровня со средней биомассой, по всей вероятности, объясняется опосредованным изменением гидрохимического режима. Сходные данные приводит Г.Н. Мисейко [4], которая указывает достоверные коэффициенты корреляции величины биомассы зообентоса и уровня воды – 0,34 и 0,70, с учетом уровня воды в год исследования и за 2 года до этого соответственно. Вторая сильная положительная корреляция, по нашим расчетам, не подтвердилась.

Следует отметить, что, несмотря на значительные изменения количественных показателей развития бентоса в разные годы (от 1,8 до 11,1 г/м²), доминанты в структуре донных сообществ в общем по озеру и по отдельным плесам остаются постоянными, во всех случаях отмечается массовое развитие хирономид [6], меняется лишь состав субдоминантов: мол-

люски, гаммариды, мокрецы или другие амфибиотические насекомые.

Таким образом, уровень развития донных сообществ оз. Чаны отличается значительной неоднородностью как во времени, так и в пространстве, которая определяется существенными градиентами важнейших для зообентоса экологических факторов: особенностью грунтов, уровнем и минерализацией воды, глубиной. Наиболее благоприятны для развития донных беспозвоночных илистые грунты, наименее – глинистые. Количественные характеристики большинства групп зообентонтов увеличиваются при возрастании уровня воды и глубины. Повышение минерализации воды вызывает сдвиги в таксономической и экологической структуре сообществ, в частности, возрастает численность личинок мокрецов и доля гетеротопов в структуре бентоса. В целом по озеру наблюдается тенденция к доминированию в зообентосе личинок хирономид, состав субдоминантов может значительно меняться. Структура зообентоса и уровень его развития в 2004 г., в общем, соответствовали средним многолетним значениям.

Библиографический список

1. Экология озера Чаны. – Новосибирск: Наука, 1986. – 270 с.
2. Пульсирующее озеро Чаны. – Л.: Наука, 1982. – 304 с.
3. Березовский А.И. Рыбное хозяйство на Барабинских озерах и пути его развития. – Красноярск, 1927. – 68 с.
4. Мисейко Г.Н. Водные сообщества в системе мониторинга биоразнообразия, биопродуктивности и экологического состояния разнотипных водных объектов юга Западной Сибири // Актуальные проблемы современной науки. – 2004. – № 5. – С. 130–136.
5. Мисейко Г.Н. Зообентос озера Чаны: биоразнообразие, биопродуктивность, значение в биоиндикации // Стратегия развития аквакультуры в условиях XXI века: Матер. междунар. конф. – Минск, 2004. – С. 220–223.
6. Мисейко Г.Н., Михалина В.В. Особенности изменений структурных параметров зообентосных сообществ озера Чаны под влиянием природных и антропогенных факторов // Актуальные проблемы современной науки. – 2004. – № 5. – С. 137–144.
7. Петкевич А.Н. Состояние рыбных запасов оз. Чаны и пути их улучшения // Биологические основы рыбного хозяйства. – Томск: ТГУ, 1959. – С. 279–286.
8. Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
9. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд Всесоюз. гидробиол. об-ва: Тез. докл. Ч. 2. – Куйбышев, 1986. – С. 254–255.
10. Goldman C.R., Horne A.J. Limnology. – New York, 1983. – 464 p.