

*На правах рукописи*

Ануфриева Татьяна Николаевна

**ЗООПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ ПРЕСНЫХ И  
СОЛЕННЫХ ОЗЕР СИБИРИ**

03.02.08 – экология (биология)

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Красноярск, 2010

Работа выполнена в ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», в  
Институте фундаментальной биологии и биотехнологии, г. Красноярск

Научный руководитель:

доктор биологических наук, доцент

Гаевский Николай Александрович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук

доктор биологических наук, профессор

Крылов Александр Витальевич

Машанов Александр Иннокентьевич

Ведущая организация: Институт водных и экологических проблем СО РАН

Защита состоится 20 января 2011 г. в 9<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета  
Д 220.037.04 при ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»  
по адресу:

660049, г. Красноярск, проспект Мира, 90, телефон (факс) 8 (391) 227-36-09

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Красноярский  
государственный аграрный университет»

Автореферат разослан 11 декабря 2010 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор биологических наук, профессор



Демиденко Г.А.

**Актуальность исследований.** Таксономические исследования любой группы организмов являются основой для дальнейших научных работ и важны как для фундаментальной науки, так и для решения прикладных задач в системе мероприятий по охране окружающей среды и рациональному природопользованию (Кержнер, Коротяев, 2002; Селиванова, 2004). Для разработки научной концепции сохранения биоразнообразия (Конвенция о биологическом разнообразии, 1992) необходима инвентаризация фаун водных экосистем, степень изученности которых недостаточна, ненадежна и требует повторных исследований (Коровчинский, 2006). Актуальны исследования таксономической составляющей биоты, структурных характеристик, показателей и индексов, позволяющих оценить современное состояние водоемов и их изменения в зонах антропогенного воздействия.

В настоящий момент для развития этого направления требуется заполнение значительных информационных пробелов в изученности биоты водоемов Сибирского региона. Каталоги и региональные списки видов по многим группам никогда не издавались или очень давно не переиздавались. Экологическая обстановка на водоемах с течением времени существенно изменилась, как и естественная составляющая биоты водных экосистем, поэтому необходимо иметь базовую информацию о современном состоянии биоресурсов и зоопланктона исследуемого региона в частности.

**Цель и задачи исследования.** Провести фаунистические исследования в разнотипных водоемах Сибирского региона (пресные озера Красноярского края и соленые озера Хакасии) и оценить современное состояние зоопланктонных сообществ и направление сукцессий. Были поставлены следующие задачи:

- изучить видовой состав зоопланктона водных экосистем и сведения по фауне региона. Составить списки видов зоопланктона водоемов;
- изучить количественные структурные характеристики зоопланктона;
- выявить особенности распределения видового разнообразия и количественных структурных характеристик зоопланктона в зависимости от факторов (соленость, биотоп), определяющих условия существования зоопланктона в данном регионе;
- оценить трофический статус и качество воды экосистем по показателям зоопланктона;
- провести сравнительный анализ зоопланктона изученных водоемов с данными прошлых лет, оценить изменения в сообществах зоопланктона.

**Научная новизна.** Впервые изучено видовое разнообразие зоопланктона пресных озер Большое и Инголь, имеющих рыбохозяйственное и туристическое значение; соленых озер Шира и Шунет (водоемы имеют бальнеологический и природоохранный статус); составлены подробные списки видов. Проведена оценка трофического статуса и качества воды изученных водоемов по показателям зоопланктона. Впервые обнаружен и изучен эпибиозис *Epistylis* sp. (эктокомменсал) / *Arctodiaptomus salinus* в соленых озерах. Проведен сравнительный анализ зоопланктона исследованных водоемов с имеющимися материалами прошлых лет и определены особенности сукцессий и изменений в сообществах.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Комплекс структурообразующих видов зоопланктона в пресных озерах включает обычных представителей пресных вод умеренных широт, особенностью является присутствие весло-

ногих рачков – эктопаразитов рыб *Ergasilus sp.* Определена направленность сукцессий зоопланктона.

2. В соленых озерах разнообразие фитофильного зоопланктона богаче, чем в пелагической части, где обнаружено всего три вида. Таксономический состав зоопланктона с течением времени значительно расширился за счет видов – обитателей зарослей макрофитов.

3. Впервые обнаружен и изучен эписиозис *Epistylis sp. / A. salinus* в соленых озерах. Протозойные эписионты (эктокомменсалы), ассоциированные с калянидами, идентифицированы как *Epistylis sp.* (Protozoa, Ciliophora, Peritrichida). Свойства эписиозиса уникальны.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертации были представлены на конференциях и симпозиумах: IV Межд. конф. «Коловратки (таксономия, биология и экология)», Борок, 2005; IX Съезде Гидробиологического общества при РАН, Тольятти, 2006; Всеросс. конференции «Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии», Улан-Удэ, 2006; III Межд. науч. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды», Минск, 2007; V European Congress of Protistology and XI European Conference on Ciliate Biology, St.Peterburg, 2007; Всеросс. конф. «Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке», Красноярск, 2008; X Съезде Гидробиологического общества при РАН, Владивосток, 2009.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе в изданиях, рекомендуемых ВАК – 7.

**Грантовая и тематическая поддержка исследований.** Работы на водоемах выполнены при поддержке ФЦП Интеграция: №№ ЭЗ-137; К0944; НИИ экологии рыбохозяйственных водоемов и наземных биосистем, г.Красноярск; РФФИ 07-04-10180-к, 10-04-10142-к; СФУ «Конкурс научно-методических проектов научных коллективов, выполняющих исследования по заказу РФФИ, РГНФ, РФФИ – «Енисей» и интеграционных с СО РАН», 2009 г. проект №61.

**Структура и объем работы** Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы, приложения. Работа изложена на 117 страницах, содержит 24 таблицы, 5 приложений, 24 рисунка, список литературы включает 104 источника, из них иностранных – 38.

## Глава 1

### Описание объектов исследований

#### 1.1. Пресные озера Красноярского края: Большое, Инголь

В юго-западной части Красноярского края (Шарыповский район) находится Верхне-Чулымская группа пресноводных озер, общей площадью 250 км<sup>2</sup>, расположенная в хорошо развитом районе.

**Оз. Большое** – водоем, используемый в рыбохозяйственных и рекреационных целях. Площадь озера – 34,5 км<sup>2</sup>, длина – 12 км, средняя ширина – 2,9 км, глубина – до 30 м, средняя глубина – 12 м; слабопроточное, в него впадают три речки (Батаушка, Сартачуль, Вершинка), вытекает река Парная. Вода озера имеет минерализацию в пределах 628,3-679,2 мг/л, слабо щелочную реакцию рН – 7,6-8,6 и высокую жесткость – 5,6-5,9 ммоль/л экв., относится к гидрокарбонатному классу группы натрия (первый тип).

**Оз. Инголь** с 1991 г. входит в систему особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Алтае-Саянского экорегиона и имеет статус гидрологического и регионального памятника при-

роды. По берегам расположены зоны отдыха и оздоровительные лагеря.

Максимальные показатели: глубина – 37,5 м, длина – 3,5 км, ширина – около 1,5 км. Средняя ширина – 1170 м, средняя глубина – 21,1 м, длина береговой линии – 8345 м, площадь литорали до глубины 1,8 м – 0,438 км<sup>2</sup>. Площадь водного зеркала составляет 4,1 км<sup>2</sup>, объем воды – 85,9 млн. м<sup>3</sup>.

## 1.2. Соленые озера Хакасии: Шира, Шунет

**Оз. Шира** (N 54°30' N 90°11' E) является местом расположения курорта Республиканского значения. Юго-восточная часть, по которой протекает впадающая в озеро река Сон, принадлежит государственному природному заповеднику «Хакасский». Площадь озера – 35,9 км<sup>2</sup>, длина – 9,35 км, максимальная ширина – 5,3 км, длина береговой линии – 24,5 км, максимальная глубина – 24 м, средняя глубина – 11 м. Объем минеральной воды в бассейне достигает 385 млн. м<sup>3</sup>. Вода по химическому составу сульфатно-хлоридно-натриево-магниевая с минерализацией от 19,31 г/л в поверхностном слое до 22,48 г/л – в придонном. Характерной особенностью воды является отсутствие катионов кальция (Жемчужина Хакасии..., 1997; Parnachev, Degermendzhy, 2002). Озеро меромиктическое, стратифицировано. На глубине 11-13 м находится хемоклин (с переходом от кислородной к бескислородной воде и появлением сероводородного слоя), на глубине между 7 и 12 м – термоклин с температурой, падающей от 17 до 2°С. Максимум кислорода находится в металимнионе (в зоне температурного скачка).

**Оз. Шунет** (54°25' N 90°13' E) расположено в 10 км юго-западнее озера Шира. Площадь озера – 0,5 км<sup>2</sup>, длина – 1,2 км, максимальная глубина – 6,2 м, средняя глубина – 4,1 м, длина береговой линии – 3,05 км, объем воды – 1,97 млн. м<sup>3</sup>. Озеро бессточное, на южном берегу в него впадает небольшой пресноводный ключ. Для озера характерен крайне непостоянный гидрологический режим и резкие колебания содержания солей в воде – в период с 1958 по 1999 год минерализация менялась от 12,03 до 61,3 г/л (тип вод от среднеминерализованных сульфатно-хлоридных натриево-магниевых до рассолов хлоридно-сульфатных натриево-магниевых, щелочной реакции среды) (Природные воды..., 2003). Придонный слой характеризуется наличием анаэробной зоны с образованием сероводорода (Гидроминеральные ресурсы..., 1959). Термический режим озера отличается высокими положительными температурами воды в придонных слоях в подледный период. Максимум кислорода находится в металимнионе. Озеро безрыбное.

## Глава 2

### Обзор литературных данных по зоопланктонным сообществам изученных водоемов

#### 2.1. Пресные озера Красноярского края: Большое, Инголь

**Оз. Большое.** Гидробиологический режим водоема характеризуют краткие сведения периода 1974-1982 гг. (Крупенникова, 1983; Скопцов и др., 1983). Зоопланктон исследовался как кормовая база рыб, его идентификация велась до групп и некоторых видов. В 1974 г. 82% биомассы зоопланктона составляли крупные *Daphnia longispina*, *Arctodiaptomus bacillifer*. Из хищных видов доминировали *Cyclops strenuus*, *C. vicinus*, *Acanthocyclops bicuspidatus*. Начиная с 1977 г. в озеро зарыбили пелядь, что стало причиной изменений в структуре зоопланктонных сообществ озера. Видовой состав изменился незначительно, но в доминирующем комплексе произошли заметные перемены: резко снизилась биомасса крупных дафний (в 6,5 раз), каляниды практически исчезли из водоема. Ведущая роль перешла к мелким кладоцерам – *Bosmina*

*longirostris*, *Ceriodaphnia affinis*, коловраткам – *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Brachionus urceus*, ювенильным стадиям циклопов. Уменьшилось количество крупных хищников – циклопов, и возросла биомасса мелких копепод р. *Mesocyclops* и хищной коловратки *A. herricki* (Временная методика., 1990; Годовой отчет., 2004).

**Оз. Инголь.** Зоопланктон изучался в 1978 г. (Попков, 1979) в аспекте рыбохозяйственных задач, как кормовая база сиговых рыб – акклиматизантов. В его таксономическом составе было отмечено 8 единиц (до групп): коловратки – 3, кладоцеры – 3 и копеподы – 2. Количественный учет не проводился, отмечалась лишь степень встречаемости организмов.

## 2.2. Соленые озера Хакасии: Шира, Шунет

**Оз. Шира.** Исследования зоопланктона начаты в 50-х годах XX века (Платонова, 1956; Гидроминеральные ресурсы., 1959). Отмечено, что веслоногие ракообразные и коловратки по количеству видов уступали ветвистоусым рачкам, но по численности значительно превосходили их. Группа кладоцера играла в планктоне второстепенную роль и встречалась только в юго-восточной части озера, за исключением *Moina microphthalmalpa* (совр. *Moina mongolica*), единичные экземпляры которой были обнаружены повсеместно. Максимум развития доминантов – каллянид *Arctodiaptomus salinus* и коловраток *Brachionus plicatilis* приходился на август (в слое 0-1 м – 21,6 тыс.экз/м<sup>3</sup> и 8,7 тыс.экз/м<sup>3</sup> соответственно). Подледный период характеризовался бедным качественным составом зоопланктона – *A. salinus* и *Pedalia oxyura* (совр. *Hexarthra oxyuris*), их численность в прибрежной части озера в ноябре 1950 г. составляла 5,2 и 5,5 тыс.экз/м<sup>3</sup> соответственно. Количественные показатели зоопланктона в зимний период были довольно высоки – от 1,5 тыс.экз/м<sup>3</sup> (декабрь) до 5,0 тыс.экз/м<sup>3</sup> (март). Вертикальное распределение фауны характеризовалось максимумом в слое 0-5 м. В последующие годы (1999, 2002-2007) изучались массовые виды пелагического зоопланктона в оз. Шира – *A. salinus*, *B. plicatilis* и *Hexarthra sp.*

**Оз. Шунет.** Опубликованных научных данных по зоопланктону озера нами не обнаружено. Большой частью материалы гидробиологических исследований представлены в ведомственных отчетах (Гидроминеральные ресурсы., 1959). Отмечено, что биология оз. Шунет мало отличалась от биологии оз. Шира.

## Глава 3

### Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили результаты обработки проб, собранных во время комплексных исследований водоемов в 2001-2009 гг. и научные публикации. Всего автором было обработано 466 проб зоопланктона. Отбор и обработка проб проводилась по стандартным гидробиологическим методикам (Методические рекомендации., 1984; Кожова, Мельник, 1978; 1979). Фаунистические исследования соленых озер включали отбор проб для изучения эпибиозиса *Epistylis sp.* / *A. salinus*. Идентификация, изучение морфологических особенностей эпибионтов, фотосъемка проводились с помощью светового микроскопа с цифровой камерой Lumenera INFINITY (x 600) и MC-3254R/MFG 3ccd (AVT-Horn, Aalen, Germany) с Axiovision software (Zeiss Inc. version 3.1).

В качестве показателей состояния сообществ использовали их структурные (видовой состав, численность, биомасса) характеристики и расчетные индексы: коэффициент видовой разнообразия Шеннона–Уивера  $H_N$  (Shannon, 1963), индекс общности таксономического состава

Чекановского–Сьеренсена (Ics) (Песенко, 1982); по Андрониковой (1996): число структурообразующих видов на основе функции рангового распределения, соотношение биомасс мирного и хищного зоопланктона ( $Bx/Bm$ ), показатель трофии, коэффициент трофии, средний удельный вес зоопланктона. В иллюстративном материале представлены средние величины и их ошибки. Оценку качества воды проводили методом биоиндикации (Унифицированные методы исследования качества вод, 1977; Жукинский и др., 1980; Окснюк и др., 1994; Sladecsek, 1973; Wegl, 1983). Трофический статус водоемов определяли по грациям величин биомассы и численности (Окснюк и др., 1994), «шкале трофности» (Китаев, 1984; 2007) и расчетным индексам.

## Глава 4

### Зоопланктон пресных озер красноярского края (Большое, Инголь)

#### 4.1. Оз. Большое

В составе зоопланктона (с июня по октябрь 2005 г.) зарегистрировано 43 таксономических единицы: *Cladocera* – 18, *Copepoda* – 17, *Rotifera* – 8. Зоопланктон представлен видами-космополитами и видами, характерными для чистых водоемов умеренных широт: придонными и фитофильными ветвистоусыми (сем. *Chydoridae*, *Sididae*) и веслоногими (гарпактициды, циклопы) рачками, лимническими организмами pp. *Daphnia*, *Bosmina*, *Leptodora kindtii*, *A. bacillifer*, *Mesocyclops leuckarti*, коловратками *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, pp. *Polyarthra*, *Sinchaeta*.

Число видов варьировало от 24 до 35. Наибольшим биоразнообразием (35 видов) отличался заросший макрофитами юго-восточный участок озера. Различия в составе зоопланктона исследуемых участков обусловлены особенностями биотопов (зарастаемость, состав грунтов, температура и др. факторы) и связаны с наличием фитофильных организмов (*Sida crystallina*, *Simocephalus vetulus*, *Paracyclops poppei*, видов родов *Eucyclops* и *Cyclops*) и придонно-прибрежных рачков-хидорид и гарпактицид.

Индекс видового разнообразия ( $H_N$ ) менялся от 1,36 до 3,24 бит, в среднем составляя  $2,60 \pm 0,06$  бит. Величины  $H_N$  увеличивались от июня к октябрю. В целом, комплекс структурообразующих видов на различных участках озера сходен: ветвистоусые ракообразные р. *Daphnia* (группа видов *D. longispina* s. lat.), *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Chydorus sphaericus*, *L. kindtii*, *Polyphemus pediculus*; веслоногие *A. bacillifer*, *M. leuckarti*, разнообразные представители рода *Cyclops*, различные возрастные стадии копепод; коловратки *A. priodonta*, *Conochilus unicornis*, *K. longispina*, виды р. *Keratella*. Число структурообразующих видов в сообществе на основе функции рангового распределения – 13-14. По численности доминировали неполовозрелые стадии копепод, ветвистоусые рачки р. *Daphnia* и *C. pulchella*, коловратки *C. unicornis*. Биомассу определяли крупные кладоцеры р. *Daphnia* (до 45% от общей биомассы сообщества), *D. brachyurum* (до 40%), взрослые каляниды *A. bacillifer* (до 46%), крупные коловратки – факультативные хищники *A. priodonta* (до 29%). Отмечено присутствие в планктоне веслоногих рачков – эктопаразитов рыб, представителей сем. *Ergasilidae*, рода *Ergasilus*. Они зарегистрированы в июле на всех разрезах и составляли до 0,4% от общей численности и 0,8% от общей биомассы (плотность эктопаразитов 26 экз/м<sup>3</sup> и 1,2 мг/м<sup>3</sup>).

Величины численности (N) и биомассы (B) зоопланктона варьировали в зависимости от места расположения станций, диапазон колебаний 9,2-122,3 тыс.экз/м<sup>3</sup> и 0,26-3,25 г/м<sup>3</sup> соответ-

ственно, в среднем по озеру плотность составляла  $63,8 \pm 7,1$  тыс. экз/м<sup>3</sup> и  $0,98 \pm 0,14$  г/м<sup>3</sup> (рис. 1). Сезонная динамика N и B зависела от смены доминирующих видов и развития определенных групп зоопланктонтов в течение вегетационного периода (табл. 1). Пиковые биомассы зарегистрированы в июле при доминировании *Daphnia* spp., численности – в июне за счет развития мелких коловраток *C. unicornis* и ювенильных стадий копепоид. Дисперсионный анализ (факторы – сезонный тренд, регион) выявил достоверное влияние на варьирование численности зоопланктона только сезонных условий ( $p < 0,05$ ). По градиенту протяженности озеро можно рассматривать как единую систему (влияние расположения станций было не достоверным).

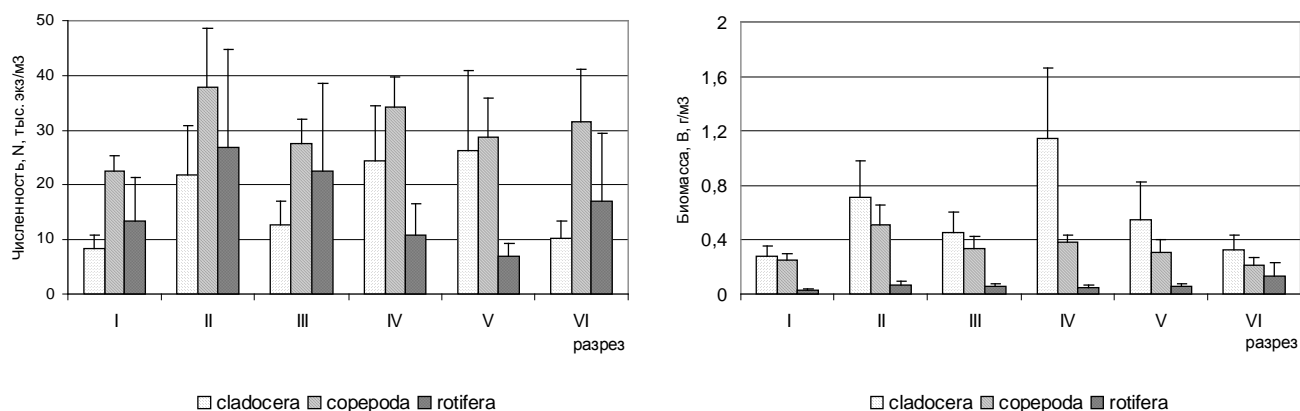


Рис. 1. Пространственная динамика численности и биомассы зоопланктона (средневегетационные, по группам) оз. Большое, 2005 г.

Для зоопланктона периода 1974-1982 годов и 2005 года отмечено изменение его разнообразия и размерной структуры под влиянием различного количества вселенной пеляди (Отчет..., 2004). Современный зоопланктон имел большую биомассу, что может быть связано с уменьшением пресса рыб. В комплекс структурирующих видов входили крупные ветвистоусые рачки и каляниды.

Таблица 1 – Численность (над чертой, тыс. экз./м<sup>3</sup>), биомасса (под чертой, г/м<sup>3</sup>) зоопланктона оз. Большого, средние по водоему (n=19), 2005 г.

Группы	Июнь	Июль	Август	Октябрь	Среднее за сезон
Cladocera	$\frac{3,6 \pm 0,8}{0,13 \pm 0,03}$	$\frac{40,6 \pm 9,4}{1,29 \pm 0,31}$	$\frac{13,6 \pm 3,1}{0,47 \pm 0,11}$	$\frac{4,4 \pm 0,6}{0,19 \pm 0,03}$	$\frac{17,4 \pm 3,5}{0,58 \pm 0,11}$
Copepoda	$\frac{34,9 \pm 4,0}{0,23 \pm 0,03}$	$\frac{32,6 \pm 4,7}{0,42 \pm 0,08}$	$\frac{29,7 \pm 7,5}{0,28 \pm 0,07}$	$\frac{14,8 \pm 2,6}{0,51 \pm 0,09}$	$\frac{30,0 \pm 2,8}{0,34 \pm 0,04}$
Rotifera	$\frac{48,9 \pm 13,2}{0,14 \pm 0,03}$	$\frac{1,2 \pm 0,3}{0,01 \pm 0,00}$	$\frac{4,3 \pm 1,6}{0,05 \pm 0,02}$	$\frac{2,1 \pm 0,4}{0,04 \pm 0,00}$	$\frac{16,6 \pm 4,8}{0,06 \pm 0,01}$
Всего	$\frac{87,4 \pm 0,1}{0,5 \pm 0,07}$	$\frac{74,4 \pm 13,5}{1,72 \pm 0,36}$	$\frac{47,7 \pm 11,8}{0,81 \pm 0,18}$	$\frac{21,2 \pm 3,1}{0,74 \pm 0,11}$	$\frac{63,8 \pm 7,1}{0,98 \pm 0,14}$

Качество воды оз. Большое по показателям зоопланктона в июне-августе оценивалось классом «чистая», разрядом «вполне чистая»,  $\alpha$ -олигосапробная зона; в октябре снижалось до класса «удовлетворительной чистоты», разряда «достаточно чистая»,  $\beta$ -мезосапробной зоны. Индекс сапробности (S, балл) варьировал на разных станциях от 1,31 до 1,88 балла, в среднем составляя  $1,52 \pm 0,02$  балла. Трофический статус озера в целом определен как олиготрофный с мезо- и эвтрофными участками.



#### 4.2. Оз. Инголь

В составе зоопланктона в июле 2001 г. найдено 40 видов и групп организмов: *Cladocera* – 19, *Copepoda* – 5, *Rotifera* – 16; в июле 2003 г. – 45 видов и групп: *Cladocera* – 17, *Copepoda* – 10, *Rotifera* – 18. Особенности биотопов (пелагиаль, заросшая литораль) повлияли на вариабельность структуры зоопланктона. В сравнении с пелагическим сообществом в зоне зарослей макрофитов возросло число видов и групп ветвистоусых рачков-фильтраторов и уменьшалось видовое разнообразие коловраток (в 2001 г.) и веслоногих рачков (в 2003 г.). Анализ пространственной динамики видового разнообразия и рассчитанных индексов (Ics) выявил в зоопланктоне озера два различных сообщества – пелагическое и фитофильное.

В открытой части озера сложился кладоцерный комплекс с преобладанием по численности и биомассе мелких рачков *B. longirostris* и *C. laticaudata* (табл. 2).

Таблица 2 – Структурообразующие виды (на основе ранжированных данных) в зоопланктонном сообществе озера Инголь, июль 2001 и 2003 гг.

Биотоп	Год	Виды			
		По численности		По биомассе	
			Max %		Max %
Пелагиаль	2001	<i>Bosmina longirostris</i>	52,0	<i>Bosmina longirostris</i>	58,6
		<i>Conochilus unicornis</i>	41,6	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	34,9
		<i>Sinchaeta sp.</i>	25,0	<i>Asplanchna priodonta</i>	32,5
		<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	23,5		
		<i>Nauplii copepoda</i>	13,1		
	2003	<i>Bosmina longirostris</i>	55,8	<i>Bosmina longirostris</i>	58,0
<i>Conochilus unicornis</i>	26,6	<i>Asplanchna priodonta</i>	37,0		
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	18,2	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	24,5		
<i>Sinchaeta sp.</i>	15,0				
Литораль	2001	<i>Scapholeberis mucronata</i>	84,2	<i>Scapholeberis mucronata</i>	78,1
	2003	<i>Науплии Copepoda</i>	39,6	<i>Acroperus harpae</i>	11,5
		<i>Chydorus sphaericus</i>	14,4	<i>Chydorus sphaericus</i>	6,6

Для литоральной части озера в 2001 г. отмечено доминирование кладоцер *S. mucronata* и неполовозрелых стадий копепоид. Всего структурообразующих видов в сообществе (на основе функции рангового распределения) – 12-13. В видовом составе зоопланктона озера не зарегистрированы рачки-каляниды. В 2003 г. отмечено присутствие в зоопланктоне копепоид – эктопаразитов рыб *Ergasilus sp.*, их плотность не велика (0,003% от общей N и 0,03% от общей B).

В открытой части водоема зоопланктон распределен равномерно, средние величины его плотности в июле 2001 г. –  $15,3 \pm 1,5$  тыс. экз/м<sup>3</sup> и  $90,4 \pm 9,7$  мг/м<sup>3</sup>. Величины N и B в литоральной части озера превышали таковые в пелагиали в 1,5-4,5 раза: средние величины плотности составляли 27,4 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 426,3 мг/м<sup>3</sup> (табл. 3). В июле 2003 г. в пелагиали средние величины численности и биомассы составляли  $63,9 \pm 10,7$  тыс. экз/м<sup>3</sup> и  $177,4 \pm 29,0$  мг/м<sup>3</sup> соответственно; в литорали данные показатели менее высоки – 15,9 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 93,2 мг/м<sup>3</sup>.

Произошли структурные перестройки внутри сообщества: к 2001-му и 2003-му гг. в сравнении с 1978 г. (Попков, 1979) уменьшилась доля коловраток и возросла доля ветвистоусых рачков, что является косвенным свидетельством изменений в направлении эвтрофирования. Общая плотность зоопланктона практически не изменилась. Для вертикального распределения характерно значительное превышение величин численности и биомассы организмов в фотическом слое по сравнению с нефотическим.

Таблица 3 – Численность (N, тыс.экз/м<sup>3</sup>) и биомасса (B, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона озера Инголь, средние (n=6), июль 2001 и 2003 гг.

Биотоп	Год	Группа	N	B
Пелагиаль	2001	<i>Cladocera</i>	9,2±0,6	73,1± 6,9
		<i>Copepoda</i>	1,4±0,4	5,0±1,5
		<i>Rotifera</i>	4,7±0,9	12,3±2,7
		Общая	15,3±1,5	90,4±9,7
	2003	<i>Cladocera</i>	34,6±9,2	106,6±27,4
		<i>Copepoda</i>	3,3±0,6	9,4±1,1
		<i>Rotifera</i>	25,9±4,8	61,4±14,8
		Общая	63,9±10,7	177,4±29,0
Литораль	2001	<i>Cladocera</i>	25,5	395,0
		<i>Copepoda</i>	1,5	31,1
		<i>Rotifera</i>	0,3	0,2
		Общая	27,4	426,3
	2003	<i>Cladocera</i>	6,9	78,4
		<i>Copepoda</i>	7,6	13,0
		<i>Rotifera</i>	1,5	1,7
		Общая	15,9	93,2

Качество воды пелагиали оз. Инголь оценивалось классом «чистая», разрядом «вполне чистая»  $\alpha$ -олигосапробная зона, индекс сапробности варьировал незначительно – от 1,47 до 1,51 балла в июле 2001 г. и от 1,51 до 1,53 балла в июле 2003 г., в среднем составляя 1,49±0,02 и 1,52±0,01 балла соответственно. По показателям фитофильного зоопланктона вода литорали озера в 2001 г. оценивалась классом «удовлетворительной чистоты», разрядом «достаточно чистая»,  $\beta$ -мезосапробная зона; в 2003 г. – классом «чистая», разрядом «вполне чистая»  $\alpha$ -олигосапробная зона, S=1,96 и 1,48 балла соответственно. Трофический тип озера определен как олиго-мезотрофный с эвтрофными участками, приуроченными к биотопу литорали.

## Глава 5

### Зоопланктон соленых озер Хакасии (Шира, Шунет)

Исследовалась таксономическая структура и количественные характеристики зоопланктонтов в различных биотопах озер (пелагиаль, литораль, заросли макрофитов). Впервые обнаружены и описаны протозойные эпибионты *Epistylis* sp. на доминирующих в зоопланктонном сообществе калянидах и сопутствующих видах.

#### 5.1. Видовой состав зоопланктона озер Шира и Шунет

**Оз. Шира.** В общем составе зоопланктонного сообщества в 2003-2009 гг. было зарегистрировано 42 таксономических единицы, из них *Cladocera* – 7, *Copepoda* – 12, *Rotifera* – 23. В период открытой воды количество видов в пределах биотопов менялось от мая к августу, максимум приурочен ко времени наибольшего прогрева воды (июлю-началу августа) и развитию теплолюбивых ветвистоусых рачков и коловраток. В подледный период зоопланктон был таксономически беден и представлен различными возрастными стадиями калянид *A. salinus* и коловратками *H. fennica*.

В зависимости от биотопа количество видов в разные годы изменялось от 4 (в открытой части) до 30 (заросли макрофитов). В фитофильном сообществе разнообразие богаче, чем в пелагической части озер: зарегистрированы ветвистоусые *Alona rectangula*, *Ch. sphaericus*, *Dis-*

*paralona rostrata*, *Simocephalus vetulus*; веслоногие *Acanthocyclops* sp., виды родов *Diacyclops*, *Eucyclops*, *Microcyclops* sp., *Cyclops* sp., *Megacyclops viridis*, *Thermocyclops* sp., копепоиды циклопов; коловратки *Eosphorai*, *Lecane lamellata*, *L. luna*, *Testudinella patina*, *Lepadella patella*, *Notomata* sp., *Brachionus quadridentatus*, *B. q. brevispinus*, *B. urceus*, *B. angularis* и ранее не встречавшиеся, морфологически различные формы *B. plicatilis*: *B. plicatilis decemcornis*, *B. plicatilis asplanchnoides*, *B. plicatilis longicornis*, *B. plicatilis orientalis*.

Для видового состава зоопланктона биотопов озера рассчитан индекс общности Чекановского–Сьеренсена (Ics). Наибольшее различие зарегистрировано между сообществами зарослей макрофитов вблизи устья р.Сон и остальной части озера, включая литораль (Ics=0,31). Сходство фаун открытой воды (включающих пелагический и прибрежный зоопланктон) 1950-х и 2003-2009-го годов достаточно велико – Ics составил 0,77, общность видовых списков определялась на 100% копеподами, фауны коловраток и кладоцер наименее схожи. Различия таксономических списков проявляются при учете фитофильного зоопланктона, что при расчетах Ics приводит к снижению его величин (заросли 1950 г./заросли 2007 г.: Ics общий = 0,43; Ics cladocera = 0,44; Ics copepoda = 0,56; Ics rotifera = 0,30). Таким образом, комплекс структурообразующих видов зоопланктона в сравнении с данными прошлых лет остался практически неизменным, таксономический состав расширился в основном за счет видов, приуроченных к обитанию в зарослях макрофитов.

Для озера в целом характерны упрощенные монотонные зоопланктонные сообщества с преобладанием взрослых и неполовозрелых стадий калянид *A. salinus*, составляющих – 42,3-99,0% от общей численности сообщества и 71,5-100% от общей биомассы, доля ветвистоусых рачков и коловраток невелика. В подледный период (март, ноябрь) в пробах не зарегистрировано науплиальных стадий калянид, сообщество составляли копепоиды (в марте – 32% от общей численности, в ноябре – 64%) и взрослые рачки (в марте – 67%, в ноябре – 36%).

В структуре фитофильного зоопланктона доля *A. salinus* менее значима, чем в сообществах открытой воды, но возрастала роль коловраток, особенно представителей рода *Brachionus*, веслоногих рачков – циклопид и ветвистоусых ракообразных.

Помимо доминирующего в сообществе вида *A. salinus* в поздне-летний период, с прогревом воды, зоопланктон обогащался коловратками р. *Brachionus*. Увеличение их численности и биоразнообразия с течением времени может указывать на изменившиеся экологические условия (повышение уровня воды в озере, увеличение его объема, эвтрофирование) (Андроникова, 1996): от 2003-2005-х годов к 2009-му максимальная зарегистрированная плотность коловраток р. *Brachionus* увеличилась в 5-7 раз (табл. 4).

Таблица 4 – Биоразнообразие и максимальная численность (N max, тыс. экз/м<sup>3</sup>) коловраток р. *Brachionus*, оз. Ши́ра

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Число видов	1	2	2	6	7	7	4
N max	23,6	7,0	40,4	89,7	113,1	181,5	189,0

**Оз. Шунет.** Таксономический список зоопланктона представлен 25 таксономическими единицами: *Cladocera* – 4, *Copepoda* – 7, *Rotifera* – 14. Биоразнообразие и видовая структура зоопланктона аналогичны таковой в оз. Ши́ра, особенностью являлось наличие в фитофильной фауне в значительном количестве представителей сем. *Harpacticoidae*. В зависимости от биотопа количество видов, составляющих зоопланктонное сообщество, в разные годы изменялось от 5 (в

открытой части) до 16 (заросли макрофитов). В подледный период (ноябрь) в зоопланктоне отсутствовали копепоидитные стадии калянид, основную роль в сообществе играли взрослые рачки.

$I_{cs}$  для видового состава зоопланктона текущего периода и прошлых лет ( $I_{cs_{общий}}=0,55$ ) показал сходство фаун, на 80% оно определялось веслоногими рачками. Для различных биотопов озера  $I_{cs}$ : заросли/открытая часть – 0,62, заросли/литораль – 0,71, литораль/открытая часть – 0,67. В оз. Шунет биотопы сближены вследствие небольших, по сравнению с оз. Ши́ра, размеров, различия в видовом составе менее выражены. Отмечено значительное сходство зоопланктона зарослей и литоральной части вследствие сходных экологических условий (прибрежная часть также зарастает погруженными и амфибийными макрофитами).

## 5.2. Количественные структурные характеристики зоопланктона озер Ши́ра и Шунет

**Оз. Ши́ра.** В летний период 2003-2009-го годов интервал изменения общей численности зоопланктона в пелагиали составил 22,3-357,3 тыс.экз/м<sup>3</sup>, биомассы – 547,6-4868,8 мг/м<sup>3</sup> (максимальные величины численности были зарегистрированы в июле 2008 г. за счет развития коловраток *B. plicatilis* (181,5 тыс.экз/м<sup>3</sup>) и *H. fennica* (71,6 тыс.экз/м<sup>3</sup>) (рис. 2). В зарослях макрофитов (тростник) интервал изменения плотности зоопланктона по годам – 9,9-1147,9 тыс.экз/м<sup>3</sup> и 43,3-4894,2 мг/м<sup>3</sup>. Максимальные величины численности (май 2009 г.) определялись «пиковым»

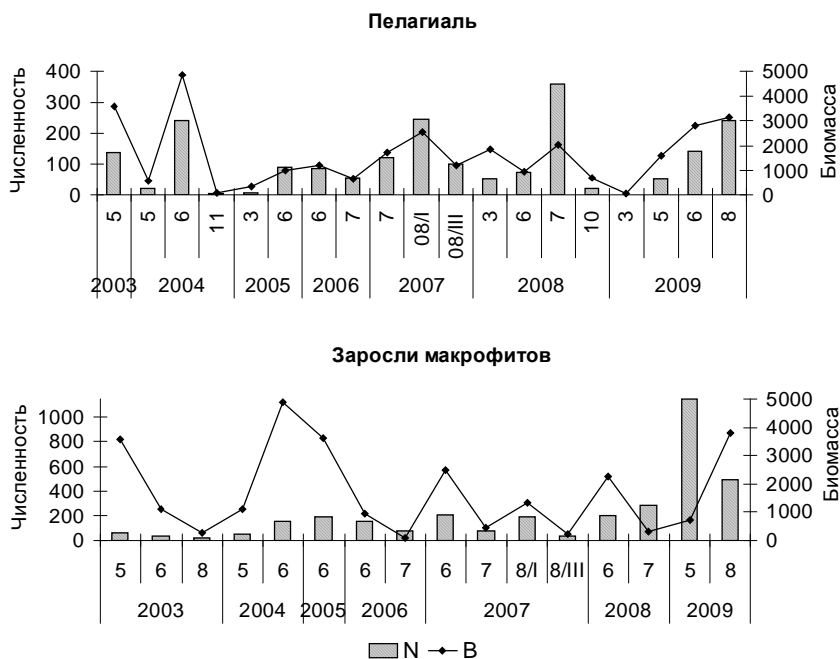


Рис. 2. Численность (тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомасса (мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона оз. Ши́ра.

развитием коловраток *N. acuminata* – 1144 тыс.экз/м<sup>3</sup>, 99,7% от общей численности сообщества; биомассы – развитием крупных веслоногих рачков (июнь 2004 г.). Группа *Copepoda* как по численности, так и по биомассе преобладала над остальными. В подледный период, весенние и осенние месяцы (май, октябрь) каляниды составляли до 99% от общей численности сообщества и до 100% от общей биомассы. Летом увеличивалась доля коловраток, в основном *B. plicatilis* (до 77% от общей численности и 50% от общей биомассы).

Кладоцеры в пелагическом зоопланктоне либо отсутствовали, либо были отмечены в единичном количестве. В структуре фитофильных сообществ доля калянид менее значима, но возрастала доля коловраток и кладоцер, хотя по биомассе в большинстве случаев продолжали преобладать каляниды. Сообщества тростника включали большое разнообразие организмов всех групп зоопланктона, в то время как в сообществе рдеста преобладали каляниды или коловратки, отмечено усиливающееся с течением времени различие между зоопланктоном тростника и рдеста. Вертикальная динамика величин численности и биомассы структурообразующих видов (рис. 3), изучалась в июне 2005 г. Отмечено, что наибольшая плотность различных возрастных стадий

доминанта *A. salinus* была сосредоточена в слое 0-2 м, ее величины уменьшались с увеличением глубины. Аналогичное распределение зоопланктона по глубине отмечено для 1950-х (Платонова,

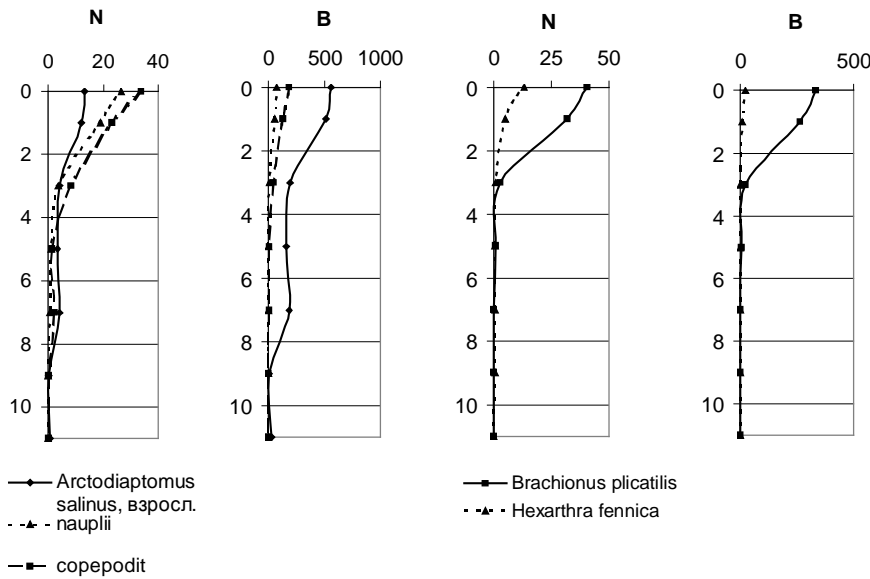


Рис. 3. Вертикальная динамика численности (N, тыс.экз/м<sup>3</sup>) и биомассы (B, мг/м<sup>3</sup>) стадий *A. salinus* и коловраток *B. plicatilis* и *H. fennica*, Ши́ра, июнь 2005 г.

и годам (табл. 5). Следует отметить возросшую роль коловраток (особенно р. *Brachionus*) и копепоидитных стадий калянид, имеющих в настоящее время на порядок большие величины численности, чем в 1950-ом году.

Таблица 5 – Общая численность зоопланктона (тыс.экз/м<sup>3</sup>) оз. Ши́ра

Месяц	06		07		08	
Слой, м	0-5	5-10	0-5	5-10	0-5	5-10
1950 (Платонова, 1956)	8,4	3,8	13,0	13,4	24,3	21,1
1996 (Толмеев, Зотина, 1999)	–	–	95,3	97,0	–	–
1998 (Толмеев, Зотина, 1999)	–	–	82,5	74,9	–	–
2001 (Толмеев, Задереев, 2007)	60,1	43,8	323,6	70,0	154,6	66,3
2006 (собственные данные)	87,9	9,8	55,7	29,9	–	–
2007 (собственные данные)	–	–	121,7	11,9	243,6	77,3
2008 (собственные данные)	73,6	22,8	357,3	81,2	–	–
2009 (собственные данные)	141,4	40,6	–	–	242,7	34,4

Примечание: в 1996 и 1998 гг. слой 5-12,5 м; прочерк – отсутствие данных.

**Оз. Шунет.** Структура пелагического зоопланктона была аналогична таковой в озере Ши́ра – заметное преобладание группы *Copepoda* над *Rotifera*, клadoцеры в зоне открытой воды отсутствовали. Диапазон изменения величин плотности в пелагиали составлял: 21,7-165,1 тыс. экз/м<sup>3</sup> (N, максимум был зарегистрирован в мае 2004 г.) и 579,2-3190,5 мг/м<sup>3</sup> (B, максимум отмечен в июне 2006 г.) (рис. 4). Подледный период (март, ноябрь) характеризовался более низким обилием зоопланктона. Величины численности и биомассы фитофильных сообществ (тростник) в разные годы варьировали от 6,8 до 394,0 тыс.экз/м<sup>3</sup> и от 40,1 мг/м<sup>3</sup> до 7,5 г/м<sup>3</sup>. Максимум численности организмов – 394 тыс.экз/м<sup>3</sup> – был зарегистрирован в июне 2004 г. за счет массового развития коловраток *B. plicatilis* (N=171,0 тыс.экз/м<sup>3</sup>) и клadoцер рода *Alona* (N=64,0 тыс.экз/м<sup>3</sup>).

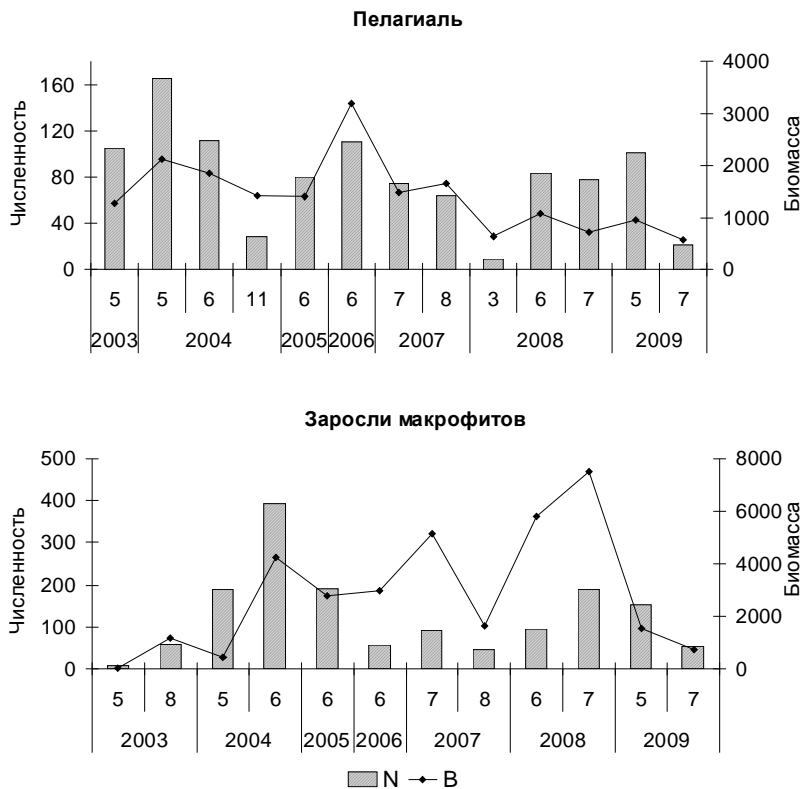


Рис. 4. Численность (тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомасса (мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона оз. Шунет.

ных стадий *A. salinus* являлся максимум копеподитных стадий калянид, преобладающих в сообществе по обилию и биомассе, на глубине 1 м.

Качество воды озер Ши́ра и Шунет по показателям зоопланктона на данном этапе оценить невозможно, так как у доминантов *A. salinus* не определена индивидуальная сапробная валентность. Трофический статус озер Ши́ра и Шунет по «шкале трофности» определен как α-мезотрофный, класс биомассы – «низкий». Более высокий уровень трофности – β- мезотрофный был зарегистрирован в 2006 г. в оз. Ши́ра и в 2006-2008 годах в оз. Шунет (в 2008 г. зона зарослей макрофитов оз. Шунет классифицировалась α-эвтрофным типом с «повышенным» классом биомассы). Увеличение со временем численности коловраток брахионусов – индикаторов эвтрофирования может указывать на тенденцию к повышению уровня трофии озер.

### 5.3. Эпibiозис *Epistylis* sp. / *Arctodiaptomus salinus* озер Ши́ра и Шунет

Эпibiонты, ассоциированные с *A. salinus* (Copepoda, Calanoida), исследовались в озерах Ши́ра и Шунет в летний период 2004-2009 гг. и в подледный период 2007-2009 гг. Протозойные эпibiонты (эктокомменсалы) идентифицированы как *Epistylis* sp. (Protozoa, Ciliophora, Peritrichida), изучены структурные показатели эпibiозиса *Epistylis* sp. / *A. salinus*: отношение количества обросших особей к количеству просмотренных – экстенсивность заселения (%); интенсивность заселения эпibiонтами различных возрастных стадий *A. salinus*; число колоний на одной особи из количества заселенных экземпляров в выборке; число зооидов в колонии; число зооидов на одной особи; локализация колоний. В составе эпibiонтов-водорослей в оз. Ши́ра зарегистрирован *Colacium* sp., в оз. Шунет – *Chlorangiopsis epizootica* (Korsch.) Korsch., *Colacium* sp., диатомеи *Synedra* sp. (рис. 5). Эпibiонты были зарегистрированы на всех возрастных стадиях калянид, отмечены различия в их распространенности, плотности и морфометрических харак-

Максимальная биомасса сообщества (7,5 г/м<sup>3</sup>) была приурочена к развитию взрослых стадий *A. salinus* в июле 2008 г. В зарослях макрофитов наряду с калянидами развивались, иногда в массовом количестве, коловратки (до 60% от общей численности сообщества и 40% – от общей биомассы). Плотность зоопланктона в единице объема столба воды 0-5 м составляла 9,1-28,9 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 635,1-1420,8 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Ее максимум при вертикальном распределении был сосредоточен в слое 0-2 м (как и в оз. Ши́ра), величины уменьшались с увеличением глубины и незначительно повышались в придонном слое. Особенностью вертикального распределения различных возрастных

теристиках в зависимости от стадии развития хозяина и местообитания. В озере Шира зооиды имели следующие размеры: длина  $37,8 \pm 1,3$  мкм, ширина  $24,8 \pm 1,0$  мкм, размеры колоний 150 мкм, колонии содержали 2-15 особей (среднее число зооидов в колонии – 1,4-3,7 в зависимости от стадии развития хозяина). Перитрихи в озере Шунет имели длину  $39,1 \pm 1,6$  мкм, ширину  $26,7 \pm 1,5$  мкм, размер колонии 120 мкм, колонии содержали 2-24 особи (среднее количество особей в колонии – 3,3-4,7). Тело зооидов овальное или короткогрушевидное, макронуклеус подковообразный, лежит в верхней части тела, стебли колоний средней толщины (рис. 6).

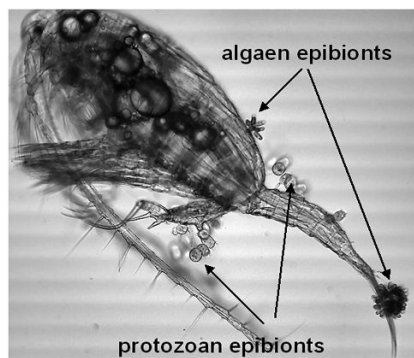


Рис.5. Протозойные и водорослевые эпибионты на калянидах *A. salinus*

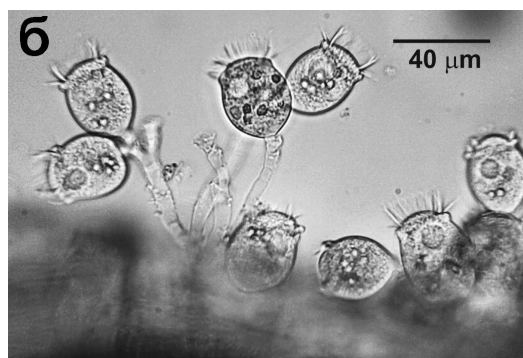
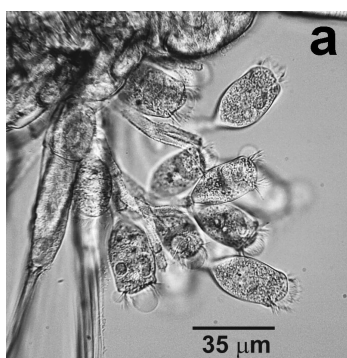


Рис. 6. Протозойные эпибионты *Epistylis* sp. оз. Шира (а) и оз. Шунет (б)

Величины структурных показателей эпибиозиса *Epistylis* sp. / *A. salinus* озер Шира и Шунет в летний и подледный периоды выше на половозрелых калянидах, в зимний период величины снижаются (табл. 6).

Таблица 6 – Структурные показатели эпибиозиса *Epistylis* sp./*A. salinus* озер Шира и Шунет, июль 2006 (лето) и март 2008 (зима)

Показатель Стадия развития <i>A. salinus</i>	Среднее число колоний на одном хозяине	Среднее число зооидов на одном хозяине	Среднее число зооидов в колонии
Озеро Шира (n=55)			
Половозрелые (07.2006)	$5,0 \pm 0,5$	$19,2 \pm 2,4$	$3,7 \pm 0,3$
Половозрелые (03.2008)	–	$10,7 \pm 2,9$	–
Копеподиты (07.2006)	$2,7 \pm 0,6$	$10,5 \pm 3,1$	$3,3 \pm 0,7$
Копеподиты (03.2008)	–	$9,1 \pm 2,2$	–
Науплии (07.2006)	$1,3 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,2$
Науплии (03.2008)	–	0	–
Озеро Шунет (n=32)			
Половозрелые 07.2006	$5,9 \pm 0,9$	$26,9 \pm 4,5$	$4,7 \pm 0,6$
Половозрелые (03.2008)	–	$12,1 \pm 1,8$	–
Копеподиты (07.2006)	$5,9 \pm 0,5$	$20,4 \pm 3,0$	$3,3 \pm 0,4$
Копеподиты (03.2008)	–	0	–
Науплии (07.2006)	0	0	0
Науплии (03.2008)	–	0	–

В оз. Шунет величины характеристик эпибиозиса выше, чем в оз. Шира.

В исследуемый период были отмечены единичные случаи заселения перитрихами немногочисленных гарпактицид и ветвистоусых ракообразных рода *Moina*, а также теплолюбивых коловраток рода *Brachionus*. В литературе интенсивность заселения рачков перитрихами  $>5\%$  считается высоким уровнем (Threlkeld *et al.*, 1993; Laura Roberta Pinto Utz, 2003; Mirna H. Regali-

Selegim and Mirna J.L. Godinho, 2004). В большинстве публикаций отмечено, что эпизоотии представлены только в весенний и летний периоды (Lopez, C., Ochoa, E., Paez, R. and Theis, S., 1998; Laura Rp. Utz, Dwayne Coats, 2005). Степень заселения рачков эпибионтами-перитрихами была велика как в период открытой воды, так и в подледный период (табл. 7). В оз. Шира инфицированных рачков больше летом, в оз. Шунет уровень инфицирования оставался высоким в течение всего года, включая зиму (в марте 2007 г. уровень инфицирования достигал 100%).

Таблица 7 – Уровень заселения *A. salinus* эпибионтами-перитрихами, %

Год, месяц	2006	2007	2008	2009		
Стадия развития <i>A. salinus</i>	июль	март	март	май	июнь-июль	Август
	Оз. Шира					
Половозрелые	54-67	17-34	18-28	42-67	23	80-100
Копеподиты	18	39	12	73	48	80
Науплии	53	–	–	5	3	67
	Оз. Шунет					
Половозрелые	80-88	98-100	16	98-100	63-71	13-19
Копеподиты	82	100	–	90	67	44
Науплии	53	–	–	40	31	–

В качестве наиболее предпочтительных мест локализации эпибионтов на хозяине отмечены (в порядке убывания) цефалоторакс (головной и торакальный отдел), абдомен, фуркальные ветви, антенны I, плавательные конечности, V пара ног, вся поверхность тела. Отмечено, что в оз. Шира перитрихи заселяли только вентральную и боковую сторону калянид, в оз. Шунет эпибионты отмечены на всей поверхности тела *A. salinus*. Сравнение эпибиозиса озер Ширы и Шунета с литературными данными российских и зарубежных ученых позволяет характеризовать его как уникальный, не имеющий аналогов по показателям.

## ВЫВОДЫ

1. Изучено таксономическое разнообразие зоопланктона водоемов Сибири, выявлены особенности его видовой структуры, составлены списки видов:

Оз. Большое. Зарегистрировано 43 таксономических единицы, из них *Cladocera* – 18, *Copepoda* – 17, *Rotifera* – 8. Комплекс структурообразующих видов включает обычных представителей пресных вод умеренных широт. Отмечено присутствие в зоопланктонном сообществе озера веслоногих рачков – эктопаразитов рыб *Ergasilus sp.*

Оз. Инголь. Впервые исследован зоопланктон, обнаружено 55 видов и групп организмов, из них *Cladocera* – 23, *Copepoda* – 10, *Rotifera* – 22. В сообществе преобладали мелкие ветвистые рачки *Bosmina longirostris* и *Ceriodaphnia laticaudata*. Особенностью водоема являлось отсутствие в его зоопланктонном сообществе рачков-калянид и наличие в свободном состоянии веслоногих рачков – эктопаразитов рыб *Ergasilus sp.*

Оз. Шира. Зарегистрировано 42 таксономических единицы: *Cladocera* – 7, *Copepoda* – 12, *Rotifera* – 23. Разнообразие фитофильного зоопланктона богаче, чем в пелагической части, где обнаружено всего три вида. Отмечено усиливающееся со временем различие между зоосообществами тростника и рдеста, сообщества тростника включают большое разнообразие организмов всех групп зоопланктона, в рдестах преобладают каляниды или коловратки.

Впервые обнаружен и изучен эпибиозис озер. Протозойные эпибионты, ассоциированные с калянидами, идентифицированы как *Epistylis sp.* (Protozoa, Ciliophora, Peritrichida). Характеристики эпибиозиса уникальны, особенностью является очень высокая интенсивность заселения рачков перитрихами в течение всего года (до 100%).



Оз. Шунет. Видовые списки включали 25 таксономических единиц: *Cladocera* – 4, *Copepoda* – 7, *Rotifera* – 14. Биоразнообразие и видовая структура зоопланктона аналогичны таковой в оз. Шира.

Количественные величины структурных характеристик эпибиозиса выше, чем в Шира.

2. Определены количественные структурные характеристики зоопланктона изученных водных экосистем:

Оз. Большое. Величины N и B варьировали в зависимости от места расположения станций, диапазоны колебаний величин общей N – 9-122 тыс.экз/м<sup>3</sup>, B – 0,3-3,2 г/м<sup>3</sup>, в среднем по озеру плотность составляла 64±7 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 1,0±0,1 г/м<sup>3</sup>.

Оз. Инголь. В открытой части озера зоопланктон распределен равномерно, средние для озера величины его плотности 15±1 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 90,4±9,7 мг/м<sup>3</sup> (2001 г.), 64±11 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 177,4±29,0 мг/м<sup>3</sup> (2003 г.). Величины структурных характеристик зоопланктона литоральной части озера – 27 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 426,3 мг/м<sup>3</sup> (2001 г.) и 16 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 93,2 мг/м<sup>3</sup> (2003 г.).

Оз. Шира. В пелагиали в летний период интервал изменения общей N – 22-357 тыс.экз/м<sup>3</sup>, B – 547,6-4868,8 мг/м<sup>3</sup>. В зарослях макрофитов плотность изменялась по годам от 10 до 1148 тыс. экз/м<sup>3</sup> и от 43,3 до 4894,2 мг/м<sup>3</sup>. Подледный период (март, ноябрь) характеризовался низким обилием зоопланктона.

Оз. Шунет. В пелагиали величины количественных структурных характеристик изменялись от 9 до 29 тыс. экз/м<sup>3</sup> и от 635,1 до 1420,8 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Величины N и B фитофильных сообществ в разные годы варьировали от 7 до 421 тыс. экз/м<sup>3</sup> и от 40,1 до 18122,0 мг/м<sup>3</sup>.

3. Проведена оценка трофического статуса и качества воды водных экосистем по показателям зоопланктона:

Оз. Большое классифицировано как олиготрофный водоем с мезо- и эвтрофными участками, качество воды оценено классами от «чистой», разряда «вполне чистая» α-олигосапробная зона до «удовлетворительной чистоты», разрядом «достаточно чистая», β-мезосапробная зона.

Оз. Инголь принадлежало к олиго-мезотрофному типу с эвтрофными участками, приуроченными к биотопу литорали, классы качества воды от «чистой», разряда «вполне чистая» α-олигосапробная зона до «удовлетворительной чистоты», разряда «достаточно чистая», β-мезосапробная зона.

Оз. Шира и Шунет по биомассе зоопланктона в большинстве случаев относились к α-мезотрофному типу, «низкому» классу биомассы.

4. На основе анализа современных и архивных материалов выявлены изменения в структуре зоопланктона:

Оз. Большое. За период с 1974-82 годов по 2005 год в структурообразующий комплекс видов вошли каляниды, возросла средняя биомасса зоопланктона за летний период.

Оз. Инголь. Видовое разнообразие зоопланктона изучено впервые. Общая плотность зоопланктона с 1979 года по настоящее время практически не изменилась. Количественные характеристики зоопланктона варьировали в зависимости от года наблюдения (2001, 2003) и биотопа.

Оз. Шира и Шунет. Комплекс структурообразующих видов зоопланктона озер в сравнении с данными прошлых лет остался практически неизменным, таксономический состав расширился за счет видов, обитающих в зарослях макрофитов.

Численность и биомасса зоопланктона пелагиали озера Шира за полвека значительно увеличились, варьируя по сезонам и годам. Возросла роль коловраток, особенно *Brachionus* spp., что может указывать на изменившиеся экологические условия и возможное эвтрофирование.

### Практические рекомендации:

Материалы исследований использованы: НИИ ЭРВНБ (для оценки кормовой базы рыб оз. Большое); ООО НИП «ЭПРИС» и администрацией ООПТ Алтае-Саянского экорегиона в разработке программы сохранения биоразнообразия оз. Инголь; при подготовке коллективной монографии «Комплексные исследования озера Шира – наблюдения, эксперименты, теория». Материалы диссертации использовать: в региональных программах биологического мониторинга водоемов, в системе государственного и производственного экологического контроля водоемов, при разработке мероприятий охраны и рационального использования водных ресурсов, как составную часть материалов при разработке экологической карты края.

### Основные положения диссертации опубликованы в работах:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Ануфриева Т.Н. Структура зоопланктона озера Инголь (Красноярский край) / Т.Н. Ануфриева // Вестник КрасГУ. – Красноярск, 2004. - Т.7. - С. 88-94.
2. Ануфриева Т.Н. Коловратки разнотипных водоемов Красноярского края, Эвенкии и Хакасии /Т.Н. Ануфриева //Коловратки (таксономия, биология и экология): мат. IV межд. конф. по коловраткам. - Борок, 2005. С. 7-20.
3. Волкова Н.И. Современное состояние экосистемы озера Большое (Красноярский край) /Н.И. Волкова, А.В. Андрианова, Л.А. Щур, Т.Н. Ануфриева // Вестник КрасГУ. – Красноярск, 2006. – Т.5. - С. 74-82.
4. Ануфриева Т.Н. Таксономическая структура зоопланктона минерализованных озер Хакасии /Т.Н. Ануфриева // Вестник КрасГУ. – Красноярск, 2006. – Т.5. - С. 69-73.
5. Ануфриева Т.Н. Первые сведения об эпибионтных организмах, найденных на калянидах *Arctodiaptomus salinus* (Daday) в минерализованных озерах Хакасии /Т.Н. Ануфриева // «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов–2»: мат. межд. научно-практ конф. - Борок-Москва, 2007. - С. 114-117.
6. Ануфриева Т.Н. Сукцессии зоопланктона минерализованных озер Хакасии / Т.Н. Ануфриева // «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды»: мат. III межд. науч. конф. - Минск, 2007. - С. 196-197.
7. Ануфриева Т.Н. Ревизия сообществ ветвистоусых ракообразных в водных экосистемах Восточной Сибири /Т.Н. Ануфриева // «Cladocera: систематика и биология»: мат. всеросс. школы-конференции. - Борок, 2007. - С. 204-210.

Из публикаций в других изданиях основными являются:

8. Ануфриева Т.Н. Зоопланктон озера Инголь (ООПТ Алтае-Саянского экорегиона) /Т.Н. Ануфриева // «Проблемы особо охраняемых природных территорий европейского Севера»: мат. научно-практ. конф.. - Сыктывкар, 2004. - С. 5-7.
9. Ануфриева Т.Н. Зоопланктон соленых озер (Хакасия) /Т.Н. Ануфриева // IX съезд гидробиологического общества РАН: тез. докл. - Тольятти, 2006. - С.20.
10. Anufrieva T.N. The ciliated peritrichs *Epistylis* sp. as epibionts on calanoid copepods *Arctodiaptomus salinus* (Daday) in brackish lakes in Khakasia /T.N. Anufrieva // Protistology. An International, 2007. - Vol. 5. - №1. - P. 12.
11. Волкова Н.И. Оценка биоресурсов озера Большого и их рыбохозяйственное использование /Н.И. Волкова, Л.А. Щур, А.В. Андриянова, Т.Н. Ануфриева, В.О. Клеуш// «Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке»: всеросс. конф. с межд. участием. - Красноярск, 2008. - С. 28-29.
12. Ануфриева Т.Н. Эпибионты мезозоопланктона в минерализованных озерах Хакасии /Т.Н. Ануфриева// X Съезд Гидробиологического общества при РАН: материалы. - Владивосток, 2009. - С.15.
13. Волкова Н.И. Комплексная оценка состояния экосистемы озера Большое / Н.И. Волкова, Л.А. Щур, А.В. Андрианова, Т.Н. Ануфриева// Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии: тез. всеросс. конф. с междунар. участием. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2006. – Т.2. - С. 25-26.