На правах рукописи

Ялышева Елена Николаевна

# Видовой состав и распределение основных групп зообентоса (Oligohaeta, Hirudinea, Molluska, Chironomidae) в озерах Тувы

03.00.08 – Зоология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Томск 2008

Работа выполнена на кафедре общей биологии и экологии Томского государственного педагогического университета

Научный руководитель: доктор биологических наук
Долгин Владимир Николаевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Романов Владимир Иванович
доктор биологических наук, профессор
Морузи Ирина Владимировна

Ведущая организация: Западно-Сибирский научно-исследовательский институт водных биоресурсов и аквакультуры (ЗапСибНИИВБАК) г. Новосибирск

Защита диссертации состоится «4» декабря 2008 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.267.09
в ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу:
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36. Fax (3822) 52-98-53

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Томского государственного университета

Автореферат разослан «31» октября 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук В.П. Середина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

При проведении биологических исследований любого характера, всегда важно знать какие виды, и в каком количестве входят в состав данного природного сообщества. Это позволяет более полно отразить состояние экосистемы и получить объективные материалы, по которым можно наблюдать долговременные изменения, протекающие в ней. В настоящее время, актуальной проблемой становится и проблема прогнозирования состояния водных экосистем, где эффективность прогнозов находится в прямой зависимости от степени изученности водных организмов и от знания управляющих ими закономерностей (Винберг, 1894).

В Туве имеется огромное количество озер и озерных систем, большинство из которых ранее являлись безрыбными. В связи с этим с 1966 года ихтиологами предпринимались попытки повышения рыбопродуктивности озер Тувы путем интродукции ценных видов рыб и переселения аборигенных видов из соседних водоемов. После успешной интродукции пеляди в ряд Тувинских озер в 1966-1980 гг., при недостаточной регулирующей роли промысла произошел резкий всплеск численности местных поколений вселенцев в ряде озер Тувы, что привело к коренным изменениям в озерных экосистемах (Гундризер, Попков, Попкова, 1982).

**Актуальность**. Сведения о видовом составе зообентоса, его распределении и количественном развитии в озерах Тувы, необходимы, прежде всего, для определения биологической продуктивности водоемов региона и при решении рыбохозяйственных вопросов. Изучение количественного развития зообентоса позволяет дать наиболее полную оценку состоянию кормовой базы промысловых видов рыб и выделить наиболее продуктивные зоны озер.

**Целью** работы явилось изучение видового состава и распределения основных групп зообентоса (Oligohaeta, Hirudinea, Molluska, Chironomidae) в озерах Тувы.

**Задачи.** В плане выполнения работы были поставлены следующие задачи:

1. Изучить видовой состав основных групп зообентоса озер Тувы;
2. Рассмотреть количественное развитие и биотопическое распределение зообентоса в озерах разных климатических поясов Тувы;
3. Изучить особенности высотно-зонального распределения видов зообентоса;
4. Определить роль зообентоса в питании промысловых видов рыб.

**Научная новизна.** Впервые проведено детальное многолетнее исследование видового состава и распределения основных групп зообентоса семи крупнейших озер Тувы. В результате проведенных исследований впервые установлен наиболее полный видовой состав зообентоса, представленный 213 видами, из которых впервые для исследованного района указываются 6 видов малощетинковых червей, 5 видов пиявок и 27 видов моллюсков.

Получены материалы по количественному развитию и биотопическому распределению всего зообентоса и основных его групп, на основе которых проведена классификация озер по типу трофности и классу биомассы. Проведен анализ высотно-зонального и глубинного распределения видов основных групп зообентоса (Hirudinea, Molluska, Chironomidae).

**Теоретическая и практическая значимость.** Полученные данные вносят вклад в познание биологического разнообразия основных групп зообентоса. Сведения о видовом составе имеют значение для биогеографической характеристики региона и прилегающих территорий. Полученные данные могут быть использованы в гидробиологическом мониторинге состояния водных экосистем Тувы и при расчетах повышения рыбопродуктивности озер региона.

Результаты гидробиологических исследований озер Тувы вошли в сводный отчет по проекту С 0184 “Структурно-функциональные изменения экосистем горных озер, как следствие акклиматизации рыб”, выполненный в рамках Федеральной целевой программы «Интеграция» 2000–2001 гг. А также, были использованы и внедрены в рамках проекта «Биологическое обоснование объема допустимого улова (ОДУ) водных биоресурсов Республики Тыва на

2005–2006 гг.» по договору с Научно исследовательским институтом экологии рыбохозяйственных водоемов г. Красноярска.

Материалы исследования также использованы в подготовке студентов Тывинского государственного университета на базе Тывинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Видовой состав основных групп зообентоса обедняется с увеличением глубин озер и их высотного расположения.

2. Наибольшая биомасса зообентоса в озерах Тувы наблюдается на глубинах до 15 метров.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации представлены и доложены на VI международной научной конференции «Природные условия, история и культура западной Монголии и сопредельных регионов» (Монголия, г. Ховд, 2003); на VIII всесоюзной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «Наука и образование» (Томск, 2004); на международной конференции “Mollusks Northeastern Asia and Northen Pacific: Biodiversity, Ecology, Biogeography and Faunal History” (Vladivostok, 2004); на VII международной научной конференции «Природные условия, история и культура западной Монголии и сопредельных регионов» (Кызыл, 2005); на научной конференции «Фундаментальные проблемы изучения и использования водных ресурсов» (Иркутск, 2005); на I-й Всероссийской школе-семинаре с международным участием «Концептуальные и практические аспекты научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных» (Томск, 2005); на Всероссийской конференции с международным участием «Экологическая политика и университетское образование» (Томск, 2005).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 3 – в рецензируемых журналах из списка утвержденного ВАК.

**Структура и объем работы.** Диссертация общим объемом 140 страниц состоит из введения, пяти глав, выводов и списка использованной литературы.

Работа содержит 22 рисунка, 8 таблиц, список литературы включает 111 источников, из которых 7 на иностранном языке.

**Благодарности.** Считаю своим долгом выразить благодарность научному руководителю, д. б. н., Долгину В. Н.; к. б. н., зав. лабораторией геоэкологии ТувИКОПР СО РАН – Заике В. В.; к. б. н., зав. лабораторией гидробиологии и рыбоводства НИИББ при ТомГУ Попкову В. К.; д. ф.-м. н., Бондарчуку С.С.; к.б.н., доценту кафедры ихтиологии и гидробиологии ТомГУ Залозному Н.А. и с.н.с. лаборатории гидробиологии и рыбоводства НИИББ при ТомГУ – Рузановой А. И.; коллективу лаборатории геоэкологии ТувИКОПР СО РАН и к.б.н. Кармановой О.Г.

## Глава 1. История исследования зообентоса водоемов Тувы. Материал и методика исследований

### 1.1. История изучения зообентоса водоемов Тувы

Изучение зообентоса озер Тувы проводилось В.Н. Грезе и В.И. Грезе (1958); Я. И. Старобогатовым и Э. А. Стрелецкой (1967); А.Н. Гундризером, М.А Ивановой (1969; 1973); А.Н. Гундризером, В.К. Попковым, Е.Г. Верещинским и др. (1986); Л.А. Прозоровой и Я.И. Старобогатовым (1997); Л.А. Прозоровой, М.О. Шарый-оол (1999); Л.А. Прозоровой (1999); М.О. Засыпкиной (2001; 2004; 2005; 2006); А.И. Рузановой (2001; 2005); Е.М. Саенко, В.В. Богатовым, М.О. Засыпкиной (2005); В.В. Богатовым, Я.И. Старобогатовым, Л.А. Прозоровой (2005). В результате, по литературным данным установлено обитание 175 видов зообентоса, из которых моллюсков – 78 видов и личинок хирономид – 97 видов.

### 1.2. Материал и методы исследований

Материалом для настоящей работы послужили гидробиологические сборы, выполненные в 2000–2004 гг. в водоемах Тувы. Всего было отобрано и обработано 518 гидробиологических проб из семи крупных озер Тувы (табл. 1). Отбор и обработка гидробиологических проб проводились по общепринятым методи-

кам (Жадин, 1960; Методы определения продукции..., 1968; Методические рекомендации…, 1973, Песенко, 1982; Богатов, 1994; Залозный, Воробьев, 2006). Двустворчатые моллюски определялись компараторным методом (Логвиненко, Старобогатов, 1971; Методы изучения…, 1990).

Таблица 1.

Характеристика исследованных озер Тувы

| Высотно-климатический пояс | Озеро | Высота над уровнем моря | Преобладающие и максимальные глубины | Степень развития водной растительности |
|---|---|---|---|---|
| низкогорье | Торе-Холь | 1148 м | 30–40 м/45 м | Практически отсутствует |
| | Чагытай | 1005 м | 12–14 м/19 м | Обильно развита |
| среднегорье | Азас | 945 м | 15–20 м/30 м | Умеренно развита |
| | Маны-Холь | 1082 м | 30–40 м/60 м | Практически отсутствует |
| | Сут-Холь | 1814 м | 15–20 м/30 м | Умеренно развита только в заливах |
| высокогорье | Куп-Холь | 2173 м | 6–8 м/10 м | Умеренно развита |
| | Хиндиктиг-Холь | 2307 м | 30–40 м/70 м | Отсутствует |

Определение малощетинковых червей и пиявок проводилось по общепринятым методикам (Лукін, 1962; Чекановская, 1962; Лукин, 1976; Определитель пресноводных беспозвоночных..., 1977; Определитель пресноводных беспозвоночных России, 1994). Видовая принадлежность определенных видов моллюсков была подтверждена д.б.н. Долгиным В.Н., видовая принадлежность пиявок и олигохет к.б.н. Залозным Н.А. Определение доминирующих групп (индекса доминирования) проводилось по методике предложенной Ф.Д. Мордухай-

Болтовским (Методика изучения…, 1975; Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003). Корреляционный и регрессионный анализ проводился с использованием пакета анализа Microsoft Office Excel 2003. Для оценки отличия в распределении биомассы в озерах использовался критерий Манна-Уитни.

## Глава 2. Физико-географическая характеристика Тувы

Тува является типичной горной страной. Для нее характерно сочетание высоких хребтов и разделяющих их межгорных котловин (Геология СССР, 1966). Характерной особенностью современного рельефа Тувы является "ярусное" распределение его основных типов (Гвоздецкий, Михайлов, 1970). Климат Тувы резко континентальный (Лиханов, 1958). Ярусность горного рельефа обуславливает дифференциацию климатических условий, что позволяет выделить три климатических пояса: низкогорный, среднегорный и высокогорный (Ефимцев, 1957). Главной водной артерией является река Улуг-Хем (Верхний Енисей) с его притоками – Бий-Хемом (Большим Енисеем) и Каа-Хемом (Малым Енисеем). Территория Тувы, расположенная южнее хребтов Танну-Ола и Цаган-Шибету, относится к бассейну Больших бессточных озер Монголии. В поясе низкогорья располагаются два крупнейших озера Торе-Холь и Чагытай. В поясе среднегорья располагаются озера Маны-Холь, Азас и Сут-Холь. В поясе высокогорья – озера Куп-Холь и Хиндиктиг-Холь.

## Глава 3. Обзор видов зообентоса

Видовой состав зообентоса к настоящему времени включает 213 видов, из которых 6 видов олигохет, 5 видов пиявок и 28 видов моллюсков указываются впервые для исследуемого региона.

Класс Hirudinea (пиявки) представлен тремя семействами: сем. Erpobdellidae включает 1 род (1 вид); сем. Glossiphonidae – 3 рода (3 вида); сем. Piscicolidae – 1 род (1 вид).

Класс Oligohaeta (малощетинковые черви) представлен тремя семействами: Naididae включает 2 рода (2 вида); сем. Tubuficidae – 3 рода (3 вида); сем. Lumbriculidae – 1 род (1 вид).

Класс Bivalvia представлен 4 семействами: сем. Unionidae включает 1 род (3 вида); сем. Sphaeriidae – 6 родов (11 видов); сем. Pisidiidae – 2 рода (4 вида); сем. Euglesidae – 9 родов (20 видов).

Класс Gastropoda представлен 4 семействами: сем. Valvatidae включает 1 род (10 видов); сем. Lymnaeidae – 1 род (25 видов); сем. Physidae – 3 рода (7 видов); сем. Planorbidae – 2 рода (25 видов);

Класс Insecta сем. Chironomidae представлено 5 подсемействами: п/сем. Tanypodinae включает 5 родов (11 видов); п/сем. Diamesinae – 1 род (2 вида); п/сем. Prodiamesinae – 1 род (1 вид); п/сем. Orthocladinae – 9 родов (18 видов); п/сем. Chironomini триба Tanytarsini – 5 родов (20 видов) и триба Chirinomini – 19 родов (46 видов).

# Глава 4. Количественное развитие и распределение зообентоса в озерах Тувы

## 4.1. Количественное развитие зообентоса

В поясе низкогорья (озера Чагытай и Торе-Холь), наибольшее количественное развитие зообентоса наблюдается на оз. Чагытай (табл. 2). Средняя численность зообентоса в оз. Чагытай превышает таковую в оз. Торе-Холь в 1,9 раз, а средневзвешенная биомасса – в 4 раза. В озерах Торе-Холь и Чагытай с увеличением глубины происходит увеличение биомассы зообентоса, коэффициент корреляции Пирсона составляет $r=0,65$ и $r=0,67$ соответственно (при $\alpha=0,05$). Кроме того, в оз. Торе-Холь, с нарастанием глубины происходит увеличение и численности зообентоса ($r=0,33$ при $\alpha=0,05$), а в оз. Чагытай с нарастанием глубины численность зообентоса снижается ($r=-0,37$ при $\alpha=0,05$). Увеличение биомассы в открытой части озера Торе-Холь, сопровождается увеличением численности зообентоса. Это является следствием того, что биотопы

Таблица 2.

Количественное развитие зообентоса в озерах различных высотно-климатических поясов

| Высотно-климатический пояс | Озеро | Зоны озера | | | | Средняя по озеру | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Литораль | | Профундаль | | | |
| | | численность (экз./м$^2$) | биомасса (г/м$^2$) | численность (экз./м$^2$) | биомасса (г/м$^2$) | численность (экз./м$^2$) | биомасса (г/м$^2$) |
| Низкогорье | Торе-Холь | 611 | 1,6 | 694 | 2,7 | 637 | 1,9 |
| | Чагытай | 1372 | 5,3 | 863 | 11,8 | 1192 | 7,6 |
| Среднегорье | Азас | 324 | 3,0 | 150 | 0,6 | 331 | 2,1 |
| | Маны-Холь | 260 | 0,7 | 177 | 0,7 | 231 | 0,7 |
| | Сут-Холь | 944 | 7,7 | 229 | 1,3 | 694 | 5,1 |
| Высокогорье | Куп-Холь | 1176 | 6,0 | 891 | 8,2 | 1019 | 7,2 |
| | Хиндиктиг-Холь | 1739 | 3,7 | 523 | 1,3 | 1116 | 2,4 |

открытой части озера более благоприятны для количественного развития зообентоса, чем биотопы литорали, и поэтому активно заселяются организмами.В оз. Чагытай, увеличение биомассы в открытой части озера сопровождается снижением общей численности зообентоса. Это связано с тем, что в открытой части озера Чагытай, преобладают крупные пелофильные виды личинок хирономид, замещающие мелкие многочисленные фитофильные виды, в изобилии обитающие в биотопах литорали.

В озерах среднегорья (Азас, Маны-Холь и Сут-Холь) отмечается наиболее низкое количественное развитие зообентоса, по сравнению с другими группами озер (табл. 2). Здесь, с нарастанием глубины происходит снижение численности и биомассы зообентоса. В оз. Азас коэффициент корреляции Пирсона между численностью зообентоса и нарастанием глубины составляет $r=-0,31$, а между биомассой зообентоса и глубиной $r=-0,38$ (при $\alpha=0,05$). В оз. Сут-Холь эти коэффициенты составляют $r=-0,5$ и $r=-0,56$ (при $\alpha=0,05$), соответственно. В озерах среднегорья, нижняя граница распространения многих бентосных групп (Gammarus, Molluska) располагается на глубине 10–12 м, поэтому в профундали фиксируется низкое количественное развитие зообентоса. Это связано с тем, что в донных отложениях накапливается большое количество сероводорода. Поскольку биомасса зообентоса в большей по площади открытой части озера низкая, то происходит снижение средневзвешенной биомассы по озеру в целом.

В озерах высокогорья (Куп-Холь и Хиндиктиг-Холь) отмечена высокая численность зообентоса (табл. 2). Биомасса зообентоса в глубоководном оз. Хиндиктиг-Холь гораздо ниже, чем в мелководном оз. Куп-Холь. Как показал корреляционный анализ, из указанной группы озер, только в оз. Хиндиктиг-Холь с нарастанием глубины происходит снижение численности ($r=-0,5$) и биомассы ($r=-0,53$) (при $\alpha=0,05$).

Таким образом, в озерах среднегорья, и в оз. Хиндиктиг-Холь наиболее богатое количественное развитие отмечается в мелководной зоне, именно на ней

формируется основная биомасса зообентоса (Пузикова, Долгин, 2004; Долгин, Залозный, Пузикова 2005; Попков и др., 2005; Пузикова, 2005).

В исследованных озерах всех высотно-климатических поясов Тувы отмечается изменение биомассы зообентоса с увеличением глубины ($r=-0,86$ при $\alpha=0,05$). Это особенно четко прослеживается в глубоководных озерах, где с возрастанием глубины происходит резкое снижение его биомассы (рис. 1).

Наибольшее количественное развитие зообентоса, характерно для глубин от 5 до 12 метров. Именно в этом интервале лежат преобладающие глубины озер Чагытай и Куп-Холь, где наблюдается самое высокое количественное развитие зообентоса. В озерах с преобладающими глубинами более 15 метров, происходит снижение средневзвешенной биомассы по озеру за счет того, что в большей по площади открытой части наблюдается низкое количественное развитие зообентоса.

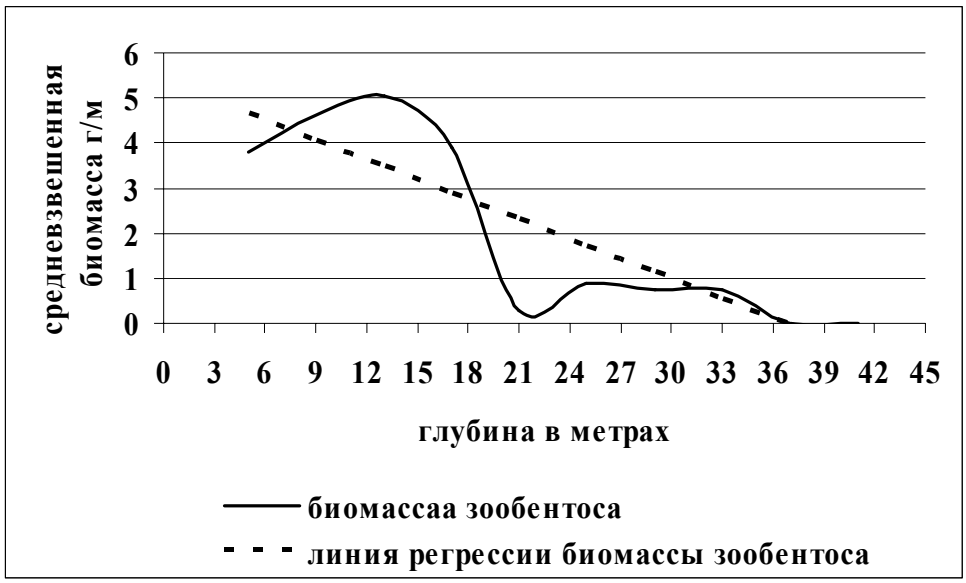


Рисунок 1. Зависимость величины биомассы от глубины

Количественное развитие отдельных групп зообентоса имеет отличия в разных группах озер. Основной вклад в формирование численности зообентоса в оз. Чагытай вносят личинки хирономид, их доля от общей численности со-

ставляет 35%, и гаммарусы (18%); а в оз. Торе-Холь – личинки хирономид (46%) и моллюски (44%).

Основную биомассу в оз. Торе-Холь формируют моллюски (73%) и личинки хирономид (10%), а в оз. Чагытай личинки хирономид (42%) и гаммарусы (28%). В озерах среднегорья (оз. Азас, Маны-Холь и Сут-Холь), главную роль в формировании средней численности зообентоса играют личинки хирономид (28 %, 54% и 58% соответственно). Далее, по значимости, в озерах Азас и Маны-Холь стоят моллюски (26% и 16%), а в оз. Сут-Холь – гаммарусы (20%). В оз. Азас, основную роль в формировании биомассы играют моллюски (24%), и личинки хирономид (19%). В оз. Маны-Холь – личинки хирономид (43%) и моллюски (28%), в оз. Сут-Холь – гаммарусы (52%) и пиявки (24%). В высокогорном оз. Куп-Холь основную роль в формировании численности вносят личинки хирономид (58%) и моллюски (33%), эти же группы формируют основную численность и в оз. Хиндиктиг-Холь (54% и 37% соответственно). Доля личинок хирономид в формировании средневзвешенной биомассы составляет 62% на оз. Куп-Холь и 37,5% на оз. Хиндиктиг-Холь. Далее, по значимости, следуют моллюски, доля которых составляет 24% на оз. Куп-Холь, и 37,5% на оз. Хиндиктиг-Холь.

На основе количественного развития общего зообентоса и отдельных его групп, по методике Мордухай-Болтовского (Методика изучения…, 1975; Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003) определен индекс доминирования. По результатам выделено три группы доминирующих в озерах Тувы: Molluska, Gammarus и Chironomidae, которые и определяют основную численность и биомассу зообентоса.

### 4.2. Биотопическое распределение зообентоса

Количественное развитие зообентоса зависит от типа биотопа и глубины озер. В озерах низкогорья наибольшее количественное развитие зообентоса отмечено в открытой части озера, представляющей собой биотоп ила (табл. 3). Менее продуктивным типом биотопа в этих озерах является биотоп заиленного

Таблица 3.

Количественное развитие зообентоса на разных типах биотопов исследованных озер

(в числителе – численность (экз./м$^2$), в знаменателе – биомасса (г/м$^2$))

| Озеро | Тип биотопа на литорали | | | | Открытая часть озера (ил) |
|---|---|---|---|---|---|
| | Заиленных камней | Заиленный песок | Ил | Ил с водной растительностью | |
| Торе-Холь | - | 622/1,6 | - | - | 694/2,7 |
| Чагытай | - | 920/5,1 | - | 913/5,7 | 863/11,8 |
| Маны-Холь | - | 235/0,9 | 920/2,3 | - | 177/0,7 |
| Азас | - | 230/3,3 | 280/0,7 | 87/0,6 | 150/0,6 |
| Сут-Холь | - | - | - | 1137/8,6 | 229/1,3 |
| Куп-Холь | 256/1,8 | - | - | 1860/9,6 | 891/8,2 |
| Хиндиктиг-Холь | 1000/2,2 | 2760/6,4 | 1980/3,3 | - | 523/1,3 - |

песка. В биотопе ила открытой части оз. Торе-Холь преобладают следующие виды: из малощетинковых червей – *L. hoffmeisteri,* из моллюсков – *O. popovae,O. tuvaense* и *O. terekholicum,* из хирономид – *T. gr.lestagei*. В биотопах литорали оз. Торе-Холь из пиявок преобладают виды *G. complanata* и *H. stagnalis,* из моллюсков – *A. terekholicus* и *L. auricularia*, из хирономид – *P. imicola*, *C. tentans, T. gr.lestage*. В биотопе ила в открытой части озера Чагытай из олигохет преобладают – *L. hoffmeisteri* и *T. tubifex,* из моллюсков – *C. conventus, C. cor, P. altaica, C. magnificus, C. scholtzi, C. solidus, C. aliena, C. ssorensis*, из хирономид – *Ch.cf.entis.* В биотопах литорали оз. Чагытай из пиявок преобладают *E. octoculata* и *H. stagnalis*, из моллюсков – *Sph. corneum, T.baudoniana C. depressa, C. sibirica, A. johanseni, A. crassus, A. albus, A. contortus, A. vortex, L. f. fragilis, L. stagnalis* (Долгин, Пузикова, 2004), из хирономид – *D. pulsus, S. gr. histrio* (Рузанова, 2005).

В озерах среднегорья (Азас, Маны-Холь и Сут-Холь), наиболее продуктивными являются биотопы литорали. В оз. Маны-Холь наибольшее количественное развитие зообентоса отмечается в биотопе ила в мелководной зоне (табл. 3), в оз. Азас – в биотопе заиленного песка, а в оз. Сут-Холь – в биотопе ила и водной растительности (табл. 3). Наименьшее количественное развитие зообентоса в биотопах указанной группы озер отмечается в биотопе ила в открытой их части (табл. 3).

Фауна олигохет в оз. Азас представлена массовыми видами *T. tubifex* и *S. ferox*, в оз. Маны-Холь, в данном типе биотопа олигохеты не отмечены, фауна моллюсков в обоих озерах в этом биотопе представлена массовыми видами *C. conventus, C. urinator и T. baudoniana*, а фауна хирономид – массовыми видами *S. gr. histrio* и *Ch.f.l.salinarius* в оз. Азас, и видами *L. coracina,S. gr. coracina, S. gr. histrio* в оз. Маны-Холь. На биотопах литорали в оз. Азас из олигохет и пиявок преобладают *S. ferox*, *L. hoffmeisteri, G. complanata* и *H .stagnalis* (биотоп заиленного песка) и *L. variegatus*, *S. fossularis, P. tessulata* и *P. geometra* (биотоп ила и водной растительности); из моллюсков преобладают *C. anatinum*,

*M. creplini, M. johanseni, M. compressum, P. inflatum, Sph. corneum, T. milium, A. stroemi, A. draparnaldi,* из хирономид – *D. pulsus A. longistila*. В оз. Маны-Холь в биотопах литорали преобладают следующие виды олигохет и пиявок: *L. variegatus*, *S.ferox и E. ocloculata* (последние два вида обитают в биотопе заиленного песка). Из моллюсков здесь преобладают *M. johanseni, M. compressum, Sph. corneum, A. stroemi, A. substroemi*; а из хирономид – *Thinemannimyia gr. lentiginosa*. В озере Сут-Холь в биотопе ила в открытой части озера из олигохет преобладают виды *L. hoffmeisteri* и *T. tubifex*, из моллюсков – *C. conventus, C. urinator, H. liljeborgi, H. sibirica,* и *C. nitidum*, из хирономид – *P. austriacus* и *T. verralli*. В биотопах литорали из олигохет и пиявок преобладают *L. variegatus*, *G. complanata* и *E. ocloculata*, из моллюсков – *T. baudoniana, T. milium, T. tetragona, C. cor, C. magnificus, A. acronicus, A. borealis и Lymnaea sp*., из хирономид – *P. orophila, P. scalaenum, Cricotopus gr. silvestris* и *P. gr. ferrugineus* (Рузанова, 2005).

В высокогорном оз. Куп-Холь наиболее продуктивным оказался биотоп ила и водной растительности, а наименее продуктивным – биотоп заиленных камней (табл. 3). В биотопах мелководной зоны из олигохет и пиявок преобладают *L. variegatus* и *E. octoculata*, из моллюсков – *T. baudoniana, T. milium, T. tetragona, C. magnificus, C. scholtzi, C. solidus, A. borealis,* и *A. sibiricus*, из хирономид – *P. confusus и A. longistila*. В биотопе ила в открытой части из олигохет преобладает *L. variegatus*, из моллюсков – *C. magnificus, C. scholtzi, C. solidus*, из хирономид – *T. verralli* и *T.cf.longipes* (Рузанова, 2005).

В оз. Хиндиктиг-Холь наиболее продуктивным оказался биотоп заиленного песка в мелководной зоне озера, а наиболее низкое количественное развитие отмечено в биотопе ила в открытой части озера (табл. 3). В биотопах мелководной зоны и в биотопе ила в открытой части оз. Хиндиктиг-Холь из олигохет преобладает вид *L. variegatus*, из моллюсков – *C. conventus* и *C. urinator.*

## 4.3. Распределение зообентоса в озерах разных климатических поясов и их продуктивность

По классификации, предложенной СП Китаевым (Китаев, 1984), исследованные озера Тувы были отнесены к следующим трофическим типам:

– высокопродуктивные озера α – мезотрофного типа с умеренным классом биомассы, с высоким количественным развитием зообентоса в открытой и мелководной зонах (озера Куп-Холь и Чагытай);

– низкопродуктивные озера β-олиготрофного типа с низким классом биомассы, где основное количественное развитие зообентоса наблюдается на литорали (Сут-Холь, Торе-Холь, Азас, Хиндиктиг-Холь);

– низкопродуктивные озера α – олиготрофного типа с очень низким классом биомассы, где наблюдается низкое количественное развитие зообентоса, как в открытой части, так и на литорали (оз. Маны-Холь).

## 4.4. Распределение основных групп зообентоса по высотно-климатическим поясам и глубинам озер

На распределение организмов в водоемах оказывают влияние не только биотопические условия, но и широтно-зональные особенности регионов. Каждая географическая зона характеризуется определенным видовым составом, обеднение которого происходит с продвижением в высокие северные широты или с переходом от одного высотного пояса в другой, более высокий (Мильков, 1977).

В ходе исследования, установлено, что с продвижением в более высокие климатические пояса, снижается видовое разнообразие пиявок ($r=-0,89$ при $\alpha=0,05$). Фауна моллюсков наиболее разнообразно представлена в водоемах низкогорья 52 вида (0,5% от всего видового разнообразия) и водоемах среднегорья – 54 вида (51%). С продвижением в более высокий климатический пояс, отмечено обеднение состава фауны моллюсков (рис. 2).

При продвижении в пояс высокогорья (озера Куп-Холь и Хиндиктиг-Холь) происходит замена теплолюбивых видов моллюсков, бореальными видами.

В оз. Хиндиктиг-Холь, видовой состав моллюсков насчитывает всего 6 видов (6%).

Таким образом, с переходом в более высокие климатические пояса наблюдается обеднение фауны моллюсков (r=–0,93 при α=0,05). Кроме обеднения видового состава, у моллюсков отмечено увеличение доли моллюсков с жаберным типом дыхания с переходом в более высокий климатический пояс (r=0,85).

В ходе изучения биотопического распределения и количественного развития основных групп зообентоса, отмечена тенденция обеднения видового состава моллюсков (r=–0,79) и хирономид (r=–0,5) с возрастанием глубины. Обеднение видового состава моллюсков и хирономид происходит на глубине 5–6 м (рис. 3; 4). Зависимости изменения состава фауны олигохет от возрастания глубины не выявлено (r=–0,1 при α=0,05). Это связано с тем, что фауна малощетинковых червей в озерах Тувы представлена эвритермными, эврибатными видами *T. tubifex, S. ferox, L. hoffmeisteri, L. variegatus*, которые населяют глубины до 240 метров (Залозный, 1998).

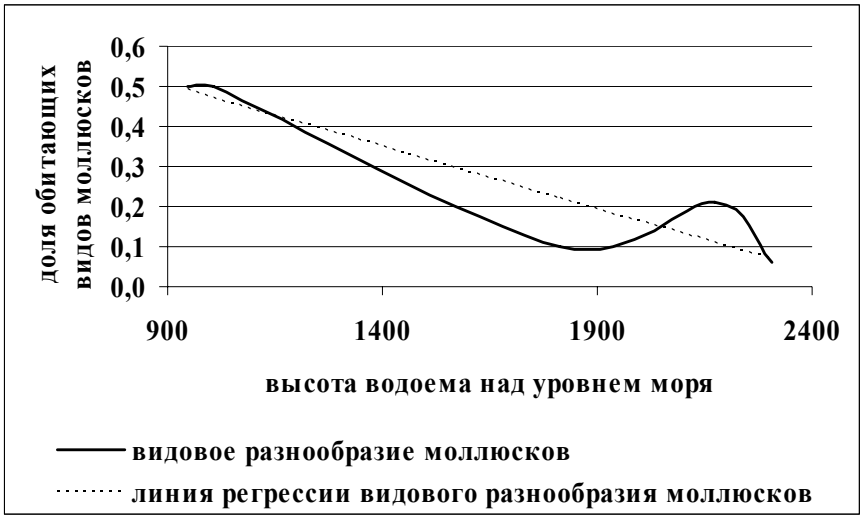


Рисунок 2. Изменение видового разнообразия моллюсков в разных высотно-климатических поясах

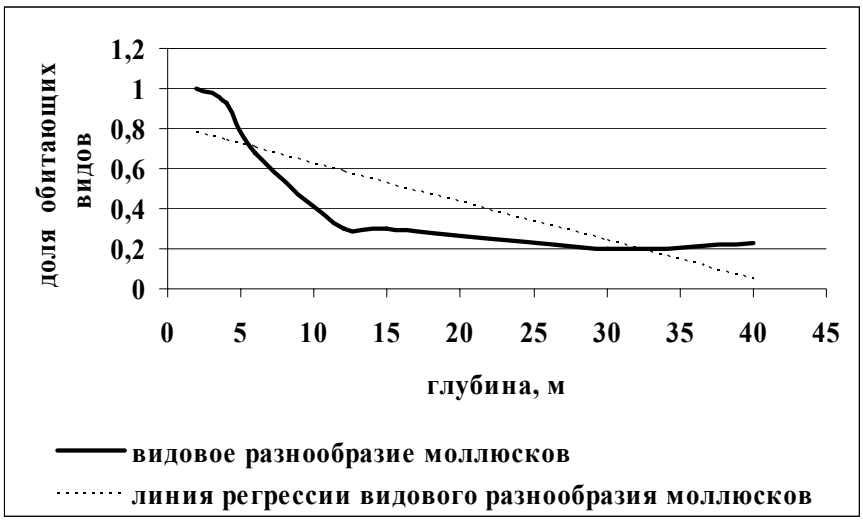


Рисунок 3. Зависимость изменения видового состава моллюсков от глубины.

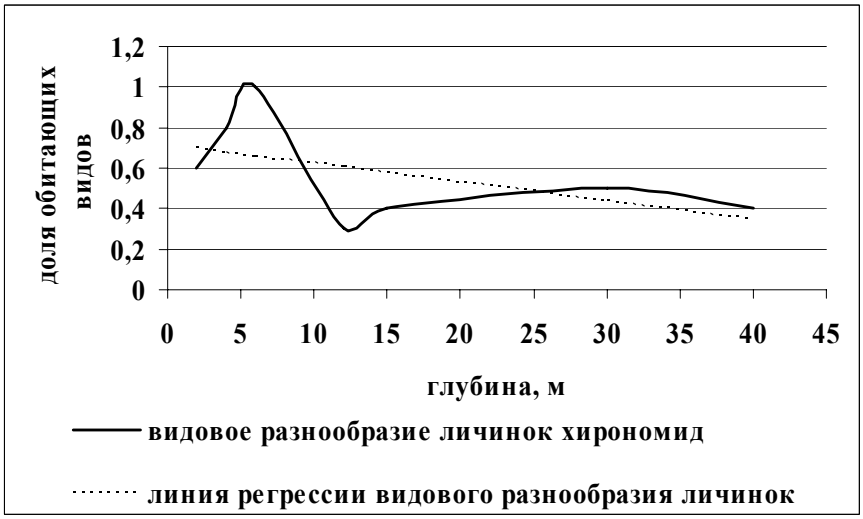


Рисунок 4. Зависимость изменения видового состава личинок хирономид от глубины.

Таким образом, обеднение видового состава фауны с переходом в более высокий климатический пояс отмечено у моллюсков и пиявок, а обеднение состава фауны с увеличением глубины – у моллюсков и личинок хирономид. Состав фауны олигохет не изменяется с переходом в более высокий климатический пояс или с увеличением глубины, поскольку фауна олигохет исследованных озер представлена эвритермными видами.

## Глава 5. Роль зообентоса в кормовой базе рыб

Зообентос, наряду с зоопланктоном, является одним из основных компонентов в питании многих видов рыб. При этом очень часто планктофаги при недостатке зоопланктона активно переходят на потребление зообентоса. Это подтверждается многими исследованиями, проведенными в водоемах Тувы. В период с 1966 по 1980 гг., пелядь была интродуцирована в ряд Тувинских озер. В связи с увеличением численности пеляди (через 8–10 лет после интродукции) биомасса «кормового зоопланктона» за счет активного выедания, снизилась в десятки раз (Гундризер, Попков, Попкова, 1982). Эти изменения стали причиной перехода пеляди на все возрастающее потребление зообентоса (Пузикова, 2003 б). Как правило, в последние годы, уже молодь пеляди использует в пищу гаммарусов, их доля в пищевом комке составляет от 32 до 98% от общей его массы. В питании взрослой пеляди в оз. Чагытай отмечены гаммарусы, доля которых в пищевом комке составляет от 9 до 52%, пиявки от 28 до 84%, хирономиды от 9 до 29% и моллюски до 35% . Подобная ситуация наблюдается в последние годы в озерах Сут-Холь и Куп-Холь, где в питании пеляди преобладает зообентос. В рационе взрослой пеляди в оз. Сут-Холь преобладает зообентос: пиявки (от 23 до 50% массы всего пищевого комка), гаммарусы (от 25 до 44%) и хирономиды (до 27%). В оз. Куп-Холь в питании пеляди преобладают пиявки (от 30 до 51%), хирономиды (от 19 до 55%) и гаммарусы (до 32%).

### Выводы

1. Видовой состав доминирующих групп зообентоса представлен 213 видами, из которых для исследуемого региона впервые указываются 6 видов малощетинковых червей, 5 видов пиявок и 27 видов моллюсков.

2. Численность зообентоса в исследованных озерах Тувы колеблется от 321 экз./м$^2$ до 1192 экз./м$^2$, а биомасса от 0,7 г/м$^2$ до 7,6 г/м$^2$. Наибольшее богатство зообентоса отмечено в биотопах ила и ила с водной растительностью, где наибольшая численность составляет

863 экз./м$^2$, а биомасса – 11,8 г/м$^2$. Доминирующими группами являются моллюски (индекс доминирования до 1,0), личинки хирономид (до 0,9) и гаммарусы (до 0,7).

3. Большинство из исследованных озер Тувы относятся к олиготрофному типу с низким классом биомассы. Наиболее продуктивной зоной в озерах является акватория глубин от 5 до 12 метров (1,6–7,7 г/м$^2$). На глубинах более 15 метров, происходит резкое снижение продуктивности (средневзвешенная биомасса – до 2,7 г/м$^2$) ($r=-0,86$ при $\alpha=0,05$).

4. С увеличением высотного расположения озер обедняется видовой состав моллюсков (от 54 до 6 видов) ($r=-0,93$) и пиявок (от 5 видов до их полного отсутствия) ($r=-0,89$). С увеличением глубины озер обедняется видовой состав моллюсков ($r=-0,79$) и хирономид ($r=-0,5$).

5. Зообентос озер Тувы играет ведущую роль в питании рыб, у пеляди – до 98%, у монгольского хариуса – до 69,1%, у сига – до 64,2%, у язя – до 57,7% и у окуня – до 44,2% от массы пищевого комка.

**Список работ опубликованных по теме диссертации:**

1. Озерская Т.П., Пузикова (Ялышева) Е.Н. Пресноводные брюхоногие моллюски в питании некоторых околоводных птиц Северозападной и Центральной Тувы / Тезисы докладов международной научной конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири» 21–24 ноября 2002 г. Абакан, изд-во ХГУ, 2003. – С. 56.

2. Заика А.В., Пузикова (Ялышева) Е.Н. Роль пресноводных моллюсков рода Lymnaea в переносе фасциолеза // Материалы научно-практической конф-ции «Бальнеологические ресурсы республики Тыва: перспективы их освоения». Кызыл: Республиканская типография, 2003. – С. 77–78.

3. Пузикова (Ялышева) Е.Н. Анализ сообществ брюхоногих моллюсков (Molluska, Gastropoda) в некоторых водоемах Тувы // Материалы I-й международной конф-ции «Биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фау-

ны и народонаселения Центрально-Азиатского региона». Кызыл, изд-во ТувИКОПР СО РАН, 2003. – С. 60–61.

4. Пузикова (Ялышева) Е.Н. Брюхоногие моллюски (Gastropoda) водных экосистем Тоджи (Северо-Восточная Тува) // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных территорий центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. Кызыл, изд-во ТувИКОПР СО РАН, 2003. – С. 117–120

5. Пузикова (Ялышева) Е.Н. Моллюски в питании пеляди озера Чагытай (Центральная Тува) // Природные условия, история и культура западной Монголии и сопредельных регионов. Тезисы докладов VI международной научной конференции (18–22 сентября 2003 г., г. Ховд, Монголия). Изд-во Томского университета. 2003. – С. 105–106.

6. Пузикова (Ялышева) Е.Н., Долгин В.Н. Роль моллюсков в зообентосе озера Азас (Тува) // VIII всесоюзная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «наука и образование» (19–23 апреля 2004 г.): Материалы конференции: том 1, часть 2. Естественные и точные науки. Томск: изд-во Томского государственного университета, 2004. – С.76–78.

7. Долгин В.Н., Пузикова (Ялышева) Е.Н. Моллюски озера Чагытай (Центральная Тува) // Вестник Томского государственного университета №11, 2004. – С. 18–19.

8. Пузикова (Ялышева) Е.Н. Распределение зообентоса озера Тере-Холь (Южная Тува) // Вестник Томского государственного университета №11, 2004. – С. 80–81.

9. Dolgin V.N., Puzikova (Ялышева) E.N. Mollusks in zoobemthos composition of the Toora-Khem River (North-Western Tuva) // Abstracts of the Conference “Mollusks Northeastern Asia and Northen Pacific: Biodiversity, Ecology, Biogeography and Faunal History”, October 4-6, 2004, Vladivostok, Russia / Comp. by O. YA. Semenikhina. Vladivostok: Dalnauka, 2004. – P. 28–31.

10. Долгин В. Н., Залозный Н. А., Пузикова (Ялышева) Е. Н. К оценке количественной характеристики макрозообентоса некоторых заповедных водоемов Тувы // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: Материалы 2-Й Научной конференции, Иркутск, 20–24 сент., 2005. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН. 2005. – С. 408–410.

11. Долгин В.Н., Пузикова (Ялышева) Е.Н. Зообентос озера Чагытай как кормовая база для рыб // Вестник Томского государственного университета № 13, 2005. – С. 87–89.

12. Попков В.К., Попкова Л.А., Карманова О.Г., Пузикова (Ялышева) Е.Н. Экологическое состояние высокогорного озера Хиндиктиг-Холь (Тува) // Природные условия, история и культура западной Монголии и сопредельных регионов. Тезисы докладов VII международной научной конференции (19–23 сентября 2005 г. Кызыл). Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2005. – т.1. С. 248–251.

13. Пузикова (Ялышева) Е.Н. Биотопическое распределение зообентоса озера Сут-Холь (Тува) / Природные условия, история и культура западной Монголии и сопредельных регионов. Тезисы докладов VII международной научной конференции (19–23 сентября 2005 г. Кызыл). Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2005. – т.1. – с. 257–258.

14. Долгин В.Н., Пузикова (Ялышева) Е.Н. Пресноводные моллюски Тувы // Моллюски. Морфология, таксономия, филогения, биогеография и экология. Сборник научных работ по материалам седьмого (XVI) совещания по изучению моллюсков, 14–17ноября 2006 г. – СПб.: ЗИН РАН, 2007. – С. 88–91.