

**Российская академия наук  
Уральское отделение  
Ильменский государственный заповедник им. В. И. Ленина**

**Экология озера Большое Миассово**

Миасс  
2000

УДК 551.481.1+577.472

**Экология озера Большое Миассово.** Под редакцией А. Г. Рогозина, В. А. Ткачева. – Миасс: ИГЗ УрО РАН, 2000. – 318 с.

ISBN 5-7691-1079-1

В монографии обсуждается экологическое состояние озера Большое Миассово – центрального гидрологического объекта Ильменского государственного заповедника. Приведены результаты исследований озерной и прибрежной биоты: фито- и зоопланктона, насекомых, рыб, водоплавающих птиц, полуводных млекопитающих, высших водных растений, лесонасаждений. Обсуждаются гидрологические характеристики озера, сведения по химическому составу воды, формированию донных отложений. Рассмотрены проблемы накопления токсических веществ в водных растениях и рыbach. Данна характеристика паразитологической ситуации в водоеме. Особое внимание уделено биоиндикаторным показателям озерной экосистемы. Завершает монографию комплексная оценка экологического состояния озера и перспектив его охраны.

Представляет интерес для широкого круга биологов, краеведов, учителей, студентов и школьников.

*Авторы:*

М. А. Андреева, Е. И. Вейсберг, С. В. Гаврилкина, Н. С. Гордиенко, Ю. Б. Корнилов, А. В. Лагунов, Е. В. Медведева, Б. А. Миронов, А. В. Перескоков, А. Г. Рогозин, Н. А. Савельева,  
Н. М. Самойлова, Л. В. Снитько, В. А. Ткачев

*Ответственный редактор*

кандидат геол.-мин. наук П. М. Вализер

Э 116 (2000) ПВ 2001  
8Пб(03)-2000

ISBN 5-7691-1079-1

© ИГЗ УрО РАН, 2000

Электронная версия: URL: <http://w.ilmeny.ac.ru/biblio/pb.asp?Id=22>

*...Озеро было синим, горы голубыми. Пустынные песчаные отмели тянулись вдоль берегов озера, уходя за пределы поселка. Коттеджи, здание лаборатории, склады, гаражи составляли этот малый поселок, затерянный среди уральских отрогов.*

*...О Миассове вспоминают как о райском месте. Не потому, что место само по себе красивое, а потому, что там все сошлось, одухотворилось, была полнота жизни и полнота науки.*

Даниил Гранин  
«Зубр»



## **ВВЕДЕНИЕ**

Южный Урал лимнологи называют «второй Карелией» – здесь на относительно небольшой площади сосредоточено около 20 тысяч водоемов самых разных типов – от глубоких горных озер со слабоминерализованной прозрачной водой до горько-соленых степных «блюдец», иногда не достигающих и метра глубины. Наибольшая озерность характерна для бассейна реки Миасс и Тоболо-Миасского междуречья – она достигает 14 % (Андреева, 1973). Именно в этой зоне находится Ильменский государственный заповедник. На его небольшой территории ( $303 \text{ км}^2$ ) расположено 30 озер и озеровидных водоемов. Все они крайне разнообразны по лимнологическим характеристикам и демонстрируют весь сукцессионный спектр – от глубокого (34 м) олиготрофного оз. Б. Кисегач до поросших лесом болот – озерных дериватов. В черте и окрестностях г. Миасса находятся озера, морфологически однотипные с заповедными, но резко отличающиеся уровнем антропогенной нагрузки. Так как заповедник (а, следовательно, и охрана водных объектов) был организован 80 лет назад, разница в темпах и направлениях эволюции озерных экосистем проявилась достаточно полно. Озера заповедника и города на протяжении названного срока были неоднократно обследованы различными гидробиологическими экспедициями: Пермского Биологического института и УралГОСНИОРХ в 1930–1940-х гг. (Таусон, 1940; Подлесный, 1929, 1933; Подлесный, Троицкая, 1941 и др.), Института озероведения в 1970-х гг. (Ландшафтный фактор..., 1978; Эколого-продукционные..., 1978), а также многими специалистами заповедника и других научных организаций. Накоплен большой фактический материал. Все это позволяет успешно проводить научно и практически значимые исследования на готовом природном «полигоне».

Восточная граница и центр заповедника почти на всем протяжении рассечены сложной озерно-речной системой (рис. 1), приуроченной к восточному склону Ильменского хребта. По названию крупнейших озер она называется Кисегач-Миассовской и представляет собой почти замкнутое кольцо, состоящее из десяти крупных и средних озер, соединенных небольшими реками и ручьями-протоками. Начало система берет в оз. Малый Сункууль, затем по направлению общего водотока следуют Большой Сункууль, Большой Кисегач, Малый Кисегач, Няшев-

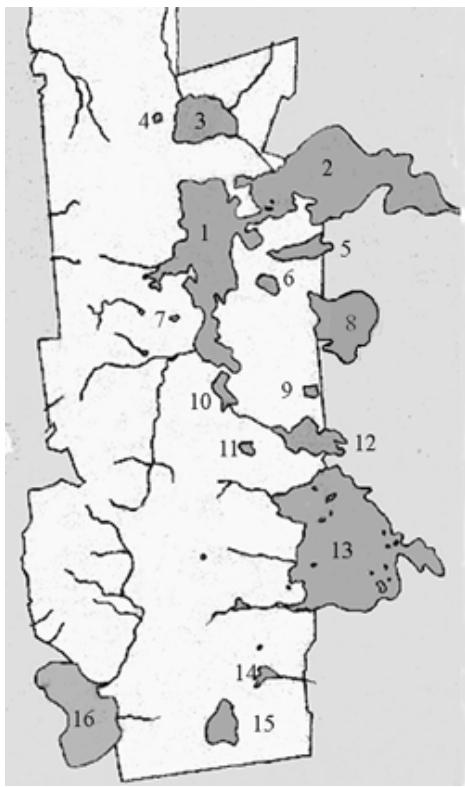


Рис. 1. Озера Ильменского заповедника и Кисегач-Миассовская озерная схема.

1 – Б. Миассово, 2 – М. Миассово, 3 – Б. Таткуль, 4 – М. Таткуль, 5 – Бараус, 6 – Савелькуль, 7 – Демидовские озера, 8 – Б. Теренкуль, 9 – Черненькое, 10 – Няшевский Прудок, 11 – Черное, 12 – М. Кисегач, 13 – Б. Кисегач, 14 – Гудковский пруд, 15 – Аргаяш, 16 – Ильменское озеро.

последняя – в Тобол. Из Тобола воды попадают в Обь, а затем – в Карское море.

Озеро Б. Миассово является центральным звеном Кисегач-Миассовской озерной системы и крупнейшим водоемом заповедника. Оно собирает воды всего восточного склона Ильменского хребта, объединяет посредством проток близлежащие озера заповедника – Бараус, Б. Таткуль, Няшевский Прудок, Савелькуль. Можно сказать, что это озеро связывает всю центральную часть Ильменского заповедника. Уже поэтому оно вызывает особый интерес. На северном берегу озера издавна расположен научный стационар заповедника, основанный известным русским ученым Н. В. Тимофеевым-Ресовским. Экосистеме озера и прилегающей территории посвящено большое количество научных работ, дающих

<sup>1</sup> Этот водоем был создан искусственно в начале XX века при сооружении водяной мельницы на р. Второй Чертанышке, соединяющей озера М. Кисегач и Б. Миассово. В августе 1999 г. в результате разрушения дождевым паводком плотины Няшевский Прудок прекратил существование.

интересный многолетний сравнительный материал (обзор их дан в соответствующих главах монографии).

Экологическое состояние оз. Б. Миассово, безусловно, отражает положение в центральной части, да и во всем заповеднике. Этим обстоятельством и обусловлен интерес к озеру, давший настоящей монографии «путевку в жизнь».

Работу над монографией вел большой коллектив авторов. Основу его составили сотрудники Лаборатории мониторинга водных экосистем Ильменского государственного заповедника, для которых данная книга является второй в серии монографий, посвященных экологическому состоянию озер горно-лесной зоны Южного Урала (первая работа – «Экология озера Тургояк» – опубликована в 1998 г.). Большую, неоценимую помошь авторам в организации работ, сборе и обработке материала, подготовке рукописи к изданию оказали: П. М. Вализер, В. И. Ленных, М. Н. Маляренок, М. А. Половников, А. Б. Потапкин, О. С. Теленков, В. Н. Удачин, О. В. Щетинина, М. И. Ярушина, которым мы выражаем искреннюю благодарность.

## ГЛАВА 1. СТРУКТУРА ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ОЗЕРА

Озеро, как элемент ландшафта, составляет единое целое с окружающим его природным комплексом – геосистемой. Взаимодействие внешних компонентов геосистемы с внутриводоемными процессами создает лимнологический тип озера.

Главными ландшафтобразующими факторами в пределах Южного Урала (Ландшафтный фактор..., 1978; Макунина, 1974) являются:

- геологическое строение;
- рельеф, обусловленный геолого-геоморфологическим строением и следующими из него условиями поверхностного стока;
- климатические особенности.

Геологический и климатический факторы влияния на геосистему озера Б. Миассово рассмотрены в соответствующих разделах данной главы.

Геоморфологическое строение и обусловленный им рельеф, с точки зрения геологии описаны в многочисленных геологических работах, посвященных исследованиям территории Ильменского заповедника (см. ниже).

Географо-лимнологические исследования, затрагивающие морфометрию озерных котловин, термический, гидрохимический и гидрологический факторы и связывающие эти факторы с биотическими составляющими находятся в разной степени изученности (в зависимости от наличия соответствующих специалистов) и рассмотрены в главах настоящей книги.

Комплексные ландшафтovedческие исследования в Челябинском регионе были проведены в 1972–1975 гг. экспедицией института Озероведения АН СССР. Результаты исследований опубликованы в книгах «Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала» (1978), «Экологопродукционные особенности озер различных ландшафттов Южного Урала» (1978). Ранее, в 1950-х гг., подобные исследования были проведены в масштабе заповедника С. С. Жариковым в несколько другом – более раннем – понимании термина ландшафты и ландшафтные исследования (1951).

Комплексный биогеоценотический подход и попытка отслеживания динамики ландшафттов природного комплекса озера Б. Миассово и всей Кисегач-Миассовской системы озер на основе анализа материалов разновременной аэрофотосъемки отражены в работе В. В. Плотникова (1978).

## Геологическое строение

В пределах межгорной котловины развиты дизъюнктивные нарушения меридионального направления (Таткульский сдвиг-брос) и направления близкого к субширотному (Бараусский и Уразбаевский сбросо-сдвиги, рис. 2). Берега озера являются тектоническими уступами, сопровождающими их.

На западном берегу в районе Штанной куры обнажаются породы ильменогорской толщи ( $PR_{il}$ ). Берег здесь имеет пониженный рельеф и слегка заболочен. Толща представлена амфиболитами гранатовыми и пироксеновыми, плагиогнейсами гранат-биотитовыми, биотитовыми, силлиманит-гранат-биотитовыми, кварцito-гнейсами и кварцитами биотитовыми, гранат-биотитовыми, биотит-графитовыми. Амфиболиты составляют до 40 % от общего объема пород толщи (Отчет ильменогорского..., 1982). Немногочисленные коренные выходы у береговой линии сложены полосчатыми бластомилонитами по амфиболитам и плагиогнейсам, которые сопровождают Таткульский сдвиг-брос (см. рис. 2). Амфиболиты ильменогорской толщи характеризуются более низким содержанием натрия, несколько меньшим содержанием кальция и железа по сравнению с амфиболитами кыштымской толщи, одинаковым количеством титана по сравнению с амфиболитами селянкинской толщи (табл. 1, 2). Гнейсовая составляющая толщи характеризуется химическими составами близкими к группе пород кислого состава высокоглиноземистого ряда. Минеральные парагенезисы пород толщи соответствуют амфиболитовой фации метаморфизма, который может быть наложен на более ранний гранулитовый (в гранатах пироповый минерал до 27 %, биотит содержит  $TiO_2$  – 3.9 вес. %) (Отчет ильменогорского..., 1982). Возраст толщи определен альфа-свинцовым методом А. А. Краснобаевым. На основании этих данных толщу относят к дорифейскому кристаллическому основанию.

Ильменогорская толща, в структурном отношении, представляет собой фрагмент Ильменогорской складчато-блоковой структуры, где В. Я. Левиным (Отчет ильменогорского..., 1974) выделена Няшевская синклиналь пятого порядка (рис. 2), дешифрируемая по гравитационной аномалии (амфиболиты  $PR_{il}$ ). В пределах толщи Левиным описаны малые складчатые формы с двумя направлениями осей шарниров: шарниры I – 145– $170^\circ \angle 20^\circ$ ; шарниры II –  $20^\circ \angle 20^\circ$ . Взаимоотношения между складками двух направлений не установлены.

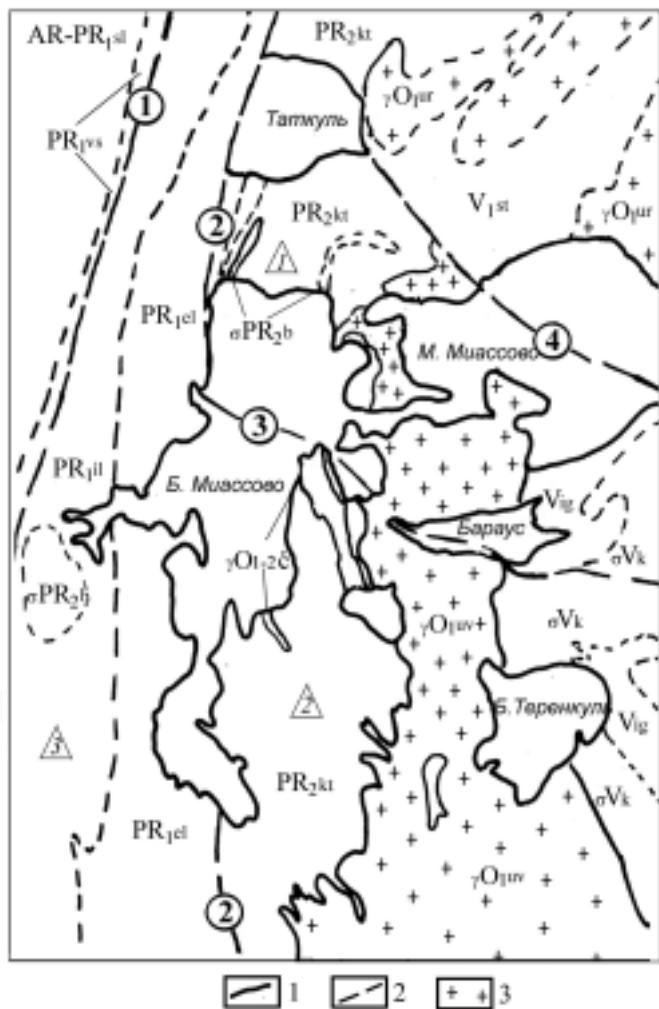


Рис. 2. Схематическая геологическая карта района оз. Б. Миассово.  
(Отчет ильменогорского..., 1982, Юрецкий В. Н. и др.).

1 – границы достоверные, 2 – границы предполагаемые, 3 – гранитоиды.  
Цифры в кружках: 1 – Няшевский сдвиго-сброс, 2 – Таткульский сдвиго-сброс,  
3 – Бараусский сбросо-сдвиг, 4 – Уразбаевский сбросо-сдвиг. Цифры в треугольниках – синклинали: 1 – Таткульская, 2 – Савелькульская, 3 – Няшевская.

Индексы толщ: AR-PR<sub>1</sub>sl – селянкинская; PR<sub>1</sub>vs – вишневогорская;  
PR<sub>1</sub>il – ильменогорская; PR<sub>1</sub>el – еланчикская; PR<sub>2</sub>kt – кыштымская; V<sub>1</sub>st – сайтовская; Vig – игишкая.

Индексы интрузивных горных пород: σPR<sub>2</sub>b – ультраосновные и основные  
породы байкальского комплекса; γO<sub>1</sub>ur – гранитоиды уразбаевского комплекса; γO<sub>1-2</sub>č –  
гранитоиды чашковского комплекса; γO<sub>1</sub>uv – гранитоиды увильдинского комплекса,  
σV<sub>k</sub> – основные и ультраосновные породы каганского комплекса.

Таблица 1

## Химический состав пород водосбора оз. Б. Миассово (вес. %)

№ п/п	Номер пробы	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	Σ
1	Ил-9 ilm	48.97	1.26	17.87	2.45	8.61	0.20	5.49	9.47	2.46	0.91	1.88	0.23	0.2	100.00
2	Ил-6 ilm	47.91	2.84	12.65	3.25	12.30	0.25	5.69	9.48	2.80	0.18	1.70	0.32	0.2	99.57
3	Ил-8 ilm	67.00	0.69	14.46	0.31	4.95	0.15	2.72	2.52	3.32	2.04	1.04	0.23	0.2	99.63
4	Ил-7 ilm	71.34	0.56	14.03	0.04	3.66	0.15	1.57	1.30	4.64	1.36	0.54	0.18	0.2	99.57
5	Ил-14 kt	49.01	1.76	15.00	1.44	9.11	0.18	8.25	9.28	3.24	0.18	1.69	0.15	0.2	99.52
6	Ил-15 kt	53.05	0.72	18.46	1.42	6.02	0.16	1.20	10.59	4.22	1.58	1.44	0.46	0.2	99.71
7	Ил-4 γ	69.38	0.24	15.82	1.34	1.22	0.02	0.36	1.22	4.80	3.96	0.86	0.14	0.2	99.56
8	P-420 γ	72.07	0.22	14.21	0.63	1.86	0.04	0.29	0.98	3.49	4.93	0.27	0.07	0.1	99.16
9	Ксч-104 γ	72.50	0.11	13.55	1.22	1.38	0.03	0.41	0.80	3.90	4.76	1.05	0.06	0.1	99.87
10	Ксч-101 γ	72.08	0.19	14.68	0.57	1.44	0.01	0.50	1.25	3.18	5.40	0.50	0.08	0.1	99.88
11	Ксч-102γ	71.97	0.18	14.43	0.86	1.64	0.03	0.40	1.03	3.50	5.36	0.28	0.07	0.1	99.85
12	25320el	72.41	0.37	14.15	0.25	2.30	0.04	1.37	3.12	4.32	1.44	0.34	0.16	0.1	100.27
13	2678/1el	70.36	0.41	15.01	0.18	2.20	0.04	0.90	2.59	4.90	2.82	0.28	0.11	0.01	99.80
14	3512/6kt	66.50	0.73	14.74	1.17	4.67	0.12	3.05	1.37	4.00	2.00	0.90	0.14	0.1	99.39
15	1323/3kt	78.02	0.27	6.08	0.67	1.68	0.08	0.96	2.97	0.27	1.46	0.05	1.12	6.74	100.32
16	25026kt	81.01	0.24	5.40	0.47	0.88	0.07	0.94	3.10	1.00	0.92	4.30	1.08	0.66	100.01
17	1533 г	0.35	н. о.	0.23	н. о.	н. о.	н. о.	0.03	55.68	н. о.	н. о.	43.40	0.04	н. о.	99.73
18	9009kt	52.92	0.54	17.61	1.57	7.98	0.13	4.61	10.18	2.60	0.40	1.14	0.04	0.1	99.72
19	7375kt	52.70	0.50	18.51	1.95	8.69	0.15	4.33	10.16	1.76	0.36	0.46	0.02	0.1	99.59

П р и м е ч а н и е . 1–4 – ильменогорская толща: 1, 2 – амфиболиты, 3 – гранат-биотит-графитовый гнейс, 4 – гранат-биотитовый гнейс; 5–6 – кыштымская толща: бластомилониты; 7–11 – гранитоиды Кисегачского массива: 7 – гнейсо-гранит, 8, 10 – гранит среднезернистый, 9 – гнейсовидный гранит, 11 – гранит розовый; 12, 13 – еланчиковская толща – плагиогнейсы; 14–19 – кыштымская толща: 14 – плагиогнейс гранат-биотитовый, 15 – гнейс биотит-гранатовый, 16 – кварцит биотитовый, 17 – мрамор, 18–19 – амфиболиты; н. о. – не определялось. Отчет ильменогорского ..., 1982, Юрецкий В. П. и др.).

Большая часть западного берега сложена породами еланчиковской толщи ( $PR_{1el}$ ) – плагиогнейсами и мигматитами. Коренные выходы пород образуют цепочки невысоких бугров вдоль линии берега. Среди плагиогнейсов по составу выделяют: биотитовые, амфибол-биотитовые, гранат-биотитовые, силлиманит-гранат-биотитовые. Плагиогнейсы данной толщи существенно биотитовые, характеризуются небольшим содержанием граната, силлиманит редок, графит в них не встречается. Мигматиты характеризуются резким преобладанием плагиоклаза над калиевым полевым шпатом.

Породы еланчиковской толщи по своему химическому составу соответствуют кислым и средним породам с несколько повышенным содержанием глинозема и характеризуются более низким содержанием железа и более высоким содержанием кальция по сравнению с породами ильменогорской толщи. В данной толще определен лишь возраст плагиогранитизации (466 млн лет) Rb-Sr методом. Возраст субстрата, несомненно, более древний. Еланчиковская толща завершает разрез древнего дорифейского кристаллического основания, а в структурном отношении она наряду с ильменогорской толщей является частью Ильменогорской складчато-блоковой структуры. В породах еланчиковской толщи, в пределах береговой линии, часто встречаются тела гранитных пегматитов, ориентированные субмеридионально.

Юго-восточный и северный берег сложены породами кыштымской толщи ( $PR_{2kt}$ ), которая окаймляет дорифейский комплекс пород кристаллического основания, контролируя крупное тектоническое нарушение (см. рис. 2) зонами порфиrokластовых бластомилонитов (северный берег) и пластиообразными телами метагипербазитов (южный берег). На юго-восточном берегу породы толщи подвергнуты интенсивной гранитизации, что обусловлено близостью гранитоидного Кисегачского массива. В состав кыштымской толщи входят: графитистые кварциты, амфиболиты гранатовые и пироксеновые, плагиогнейсы биотитовые, гранат-биотитовые, ставролит-гранит-биотитовые, слюдянные кварциты, мрамора. Амфиболиты этой толщи характеризуются увеличением глинозема и кальция, что соответствует появлению в этих породах диопсида, ассоциации эпидота и плагиоклаза повышенной основности (табл. 1, 2). Плагиогнейсы характеризуются понижением содержания глинозема и повышением – магния.

Существенным отличием пород кыштымской толщи является фосфоритоносность (апатит до 5 %) графитистых кварцитов,

наличие кальцитовых мраморов и карбонатсодержащих плагиогнейсов (см. табл. 1). Возраст толщи определяется рядом косвенных параметров: структурным положением, возрастом наиболее поздних метаморфических процессов, полученных K-Ar методом. На северном берегу озера, сложенном породами кыштымской толщи ( $PR_2kt$ ), обнажена крайняя южная часть Таткульской синклинали (см. рис. 2), относящейся к Каслинской складчатоблоковой структуре. Ось синклинали имеет юго-восточное простирание. Она осложнена более мелкими складками двух генераций. На южном и юго-восточном берегу озера породы кыштымской толщи образуют Савелькульскую синклиналь (см. рис. 2), схожую по своей форме с Таткульской синклиналью. На юго-восточном берегу в породах кыштымской толщи встречаются небольшие вытянутые тела гранитоидов чашковского комплекса ( $\gamma O_{1-2}c$ ), отнесенные к мигматит-гранитной формации (Ферштатер и др., 1994), имеющие палингенетико-метасоматический генезис. Границы с вмещающими породами резкие, но без характерных для интрузивных пород зон закалки. Существенным отличием этих пород по химическому составу является несколько повышенное содержание бериллия и свинца (по сравнению с кларковым) (Отчет ильменогорского ..., 1982, Юрецкий В. П. и др.). Кроме того, в пределах выхода по берегам пород кыштымской толщи на севере и на юго-востоке хорошо заметны обнажения ультраосновных пород ( $PR_2b^3$ ) байкальского комплекса, фиксирующие Таткульский сдвигово-сброс. Тела маломощные пластообразные, сложенные оливин-тальковыми породами, хризотил-лизардитовыми серпентинитами и метасоматическими образованиями. Химический состав их характеризуется несколько повышенным содержанием свинца, титана, бария и галлия (по сравнению с кларковым) (Отчет ильменогорского ..., 1982, Юрецкий В. П. и др.). Метасоматоз в таких телах связан с зонами повышенной циркуляции гидротермальных растворов и гранитизацией.

Восточные берега оз. Б. Миассово у Проходной курии сложены гранитоидами Кисегачского массива увильдинского комплекса ( $\gamma O_{2uv}$ ), относящимися к монцодиорит-гранитной формации (Ферштатер и др., 1994). Гранитоиды хорошо обнажены вдоль берега, для них характерна матрацевидная отдельность. Гранитоиды представлены здесь преимущественно лейкогранитами, среди которых встречаются небольшие ксенолиты граносиенитов, гранодиоритов и адамеллитов. Основным, а часто единственным темноцветным минералом является биотит с повышенным содержанием титана (2.4–3.8 вес. %). Из акцессорных минералов харак-

Таблица 2

Содержания элементов-примесей в породах водосбора оз. Б. Миассово (г/т)  
по (Отчет ильменогорского ..., 1982, Юрецкий В. П. и др.)

№	Номер пробы	Ti	Mn	Cr	Ni	Co	V	Nb	Be	Zr	Sc	Y	Yb	Ce	La
1	Ил-9 ilm	1.05	1550	316	141	63	420	6	0.8	100	63	30	4	30	10
2	Ил-6 ilm	2.24	1900	26	50	63	640	8	2	120	63	80	80		11
3	Ил-8	0.47	1580	126	71	10	151	13	1.6	190	32	40	5	28	32
4	Ил-7	0.3	900	50	25	4	25	4	0.4	135	20	71	7	55	42
5	Ил-4	0.17	170	66	35	5	28	30	2.0	178	4	10	1.5	190	112

Таблица 3

Средние содержания (г/т) Rb и Sr в гранитоидах Кисегачского массива  
по (Бушляков И. Н., Баженов А. Г., 1999)

№	Порода	Число проб	Rb	Sr
1	Гнейсо-граниты	6	191	235
2	Граниты с/з	45	185	240
3	Граниты пегматоидные	5	182	260
4	Граниты порфировидные	4	168	391
5	Гранит-аплиты жильные	5	170	250

терны сфен, апатит и циркон. По своему химизму породы характеризуются несколько повышенным содержанием железа и магния, высоким содержанием урана и тория. Гранитоидам данного массива свойственны значительно повышенные содержания стронция по сравнению с кларковым по А. П. Виноградову, и преобладание Sr по отношению к Rb (табл. 3). Повышенное содержание стронция связано с остаточной магмой щелочного состава, проявленной в первых двух фазах становления массива, которые можно рассматривать как активизацию в жестком континентальном блоке во время заложения палеозойской геосинклиналии Урала (Ферштатер и др., 1994).

Общей тенденцией в химическом составе пород выше упомянутых толщ является значительное преобладание натрия над калием, что можно объяснить фенитизацией пород. Однако в гранитоидах кисегачского массива мы наблюдаем обратное соотношение ( $K>Na$ ), что свидетельствует о возрастном разрыве в формировании собственно щелочного комплекса и гранитоидов (Пермяков Б. Н., 1999).

Межгорная котловина, на дне которой лежит оз. Б. Миассово, находится в зоне сочленения субширотного и субмеридиональных нарушений (см. рис. 2), что позволяет считать происхождение озера тектоническим. Вторым фактором формирования котловины может являться эрозионно-денудационная деятельность. Сложную заливообразную форму берегов обуславливают складчатые структуры пород.

## Геоморфологическое строение и рельеф

Озеро Б. Миассово является западным, а М. Миассово – восточным плесом единого озера Миассово, которое расположено сразу в двух резко отличных геоструктурных областях:

- зоне Уральского горного кряжа;
- зоне контакта эрозионно-абразионной платформы (Западно-Уральского пенеплена) с Западно-Сибирской низменностью (Сигов, Шуб, 1972).

Они различаются сложением фундамента, интенсивностью и направленностью тектонических движений. Восточный склон Южного Урала является сочетанием зоны кряжа с горными массивами, вытянутыми в направлении, близкому меридиональному, и зоны пенеплена, характеризующегося сильной денудационной сношенностю и наличием разновозрастных поверхностей выравнивания (Башенина, 1961; Сигов, Шуб, 1972; Эдельштейн,

1947). «Обе зоны сложены дислоцированными осадочными и осадочно-метаморфическими породами, прорванными интрузивными образованиями. Рыхлые отложения имеют небольшую мощность, породы фундамента выходят на поверхность в обеих зонах» (Ландшафтный фактор..., 1978, с. 7). Анализ литературного материала позволяет определить принадлежность озера и его водосбора к следующим геоморфологическим районам:

- западная часть водосбора относится к зоне горного хребта и расположена в пределах Ильменогорского складчатого комплекса;
- восточная часть водосбора и водосбор оз. М. Миассово относятся к району восточных предгорий с эрозионно-денудационным горно-холмистым полого-увалистым рельефом; рельеф обусловлен особенностями строения складчатого фундамента;
- котловина озера расположена в межгорной впадине эрозионно-тектонического происхождения (Ландшафтный фактор..., 1978).

Берега озера являются тектоническими уступами и с восточной, западной и северной сторон крутые. Южные и юго-западные берега озерной котловины низменны, заболочены, поскольку в этом месте она продолжается другой крупной отрицательной формой рельефа – глубокой структурно-денудационной депрессией между Косой горой и Ильменским хребтом, называемой Няшевско-Ильменской. Далее к югу эта депрессия продолжается долинами рек Няшевка и Черемшанка. К северу эту структурно-денудационную депрессию можно проследить по котловинам озер Ильменской группы и прилегающих к ним болот. К этой депрессии приурочены многочисленные тектонические трещины и нарушения, по которым в массивно-кристаллических породах циркулируют грунтовые воды, имеющие выходы в озерную котловину и прилегающие болотные массивы.

Наблюдается тесная взаимосвязь между геоморфологическим строением, составом горных пород и тектоникой. Котловины озера и болот, долины впадающих в озеро рек вытянуты в северо-северо-восточном близком к меридиональному направлении, в соответствии с простиранием подавляющей массы горных пород. Хорошо выражена зависимость хода эрозионно-денудационных процессов от петрографического состава горных пород. Пониженные участки расположения озерных заливов и примыкающих болот, речные долины приурочены к тем разновидностям горных пород, которые обладают слабой устойчивостью к

водной и ветровой эрозии (гранитогнейсы). Изрезанность береговой линии также связана с геологическим строением и многочисленностью тектонических нарушений, подходящих к озерной котловине. Вследствие этого коэффициент извилистости береговой линии озера Б. Миассово равен 2.9 – наибольший из всех озер Ильменской группы (см. гл. 2).

## Донные отложения

Седиментогенез в уральских озерах изучается довольно давно, но, в основном, под углом зрения формирования иловых залежей, используемых для бальнеологических целей, как удобрение и как подкормка для животных (Дацун, 1989; Сапропели и их лечебное применение, 1984; Яковleva, Сергеева, 1978, и др.). Редкими исключениями являются работы минералогического плана (Курдин, 1960; Шляпников и др., 1990), в которых решаются вопросы – что содержится в осадке, а не как эти минералы образуются.

Упомянутые в данном разделе элементы строения озера (заливы, мысы и прочее) описаны в главе 2.

**Методика исследований.** Поскольку к моменту начала работ накопилось большое количество противоречивых данных как подчеркивающих роль биоты в минералообразовании в водной среде, так и сводящих все процессы в ней протекающие к простым физико-химическим реакциям, нами были предприняты натурные и литературные исследования для выяснения этого вопроса. Озеро Б. Миассово в этом плане представляет особый интерес, так как максимальная зафиксированная минерализация его воды – 250 мг/л (см. гл. 3) исключает возможность достижения перенасыщения по любому из растворенных компонентов.

Для изучения распределения осадков по дну водоема была применена площадная съемка с пробоотбором по профилям. В связи с большой площадью озера и ограниченностью возможностей, съемка проводилась не по однородной ортогональной сетке, а по ряду профилей, расположение которых определялось геометрией озерной ванны и необходимостью опробовать наиболее характерные зоны озера.

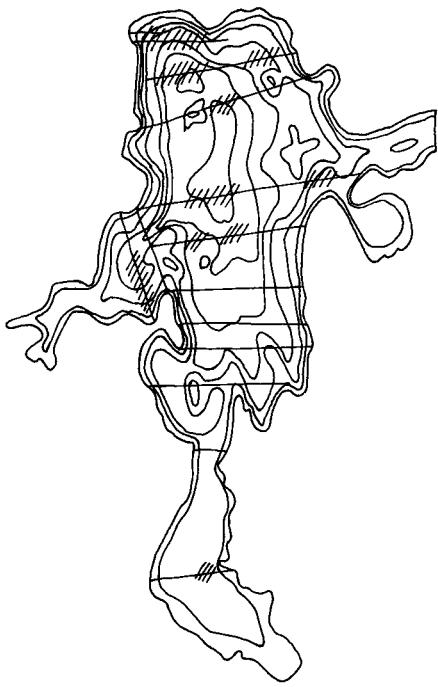


Рис. 3. Схематизированная батиметрическая карта с профилями пробоотбора.

Косая штриховка – зоны сероводородного заражения («вонючие» сапропели)

По профилям (рис. 3) точки опробования и замеров глубин располагались через 50 м (иногда для детализации – через 25 и 10 м). Взятие проб с одновременным замером глубины производилось донной трубкой длиной 1.0 м (внутренний диаметр 30 мм) с мерным шнуром. Из поднятого донного материала пробы отбирались по мере необходимости при смене характера донных осадков. Пробы подвергались воздушной сушке и

все без исключения обрабатывались перекисью водорода для удаления органики. Нерастворимый остаток подвергался стандартным процедурам фракционирования (магнитная сепарация, рассевировка для определения гранулометрического состава, отбор монофракций под бинолупой и т. д.). Для целей диагностики и изучения типоморфных особенностей выделенных минералов применялись инфракрасная спектроскопия, рентгеновский, термический, спектральный и химический анализы, ИК-спектроскопия, электронная микроскопия и оптические методы.

**Результаты исследований.** Распределение грунтов в озере стоит в тесной связи с глубинами. В литоральной зоне восточного и западного берегов, возле скальных мысов до глубины 2.5–3.0 м преобладают каменистые галечниковые и песчаные грунты. У северного побережья доминируют пески, у южного – каменистое плитчатое дно – галька. В заливах к пескам примешана тертая ракуша (особенно в курье Липовой) и торфянисто-иловые отложения в разных пропорциях.

В сублиторали распространены серые, темно-серые, зеленые студенистые илы. В профундали господствуют темно-серые,

темно-зеленые до коричневых оттенков студенисто-творожистые илы-сапропели.

Не касаясь специальных вопросов гидродинамики (вертикальная циркуляция, связанная с сезонным изменением температур, ветровое перемешивание верхних горизонтов воды и т. д.), остановимся только на влиянии ветро-волнового фактора на формирование и перераспределение донных осадков. Вследствие больших размеров озера, разгон волн, даже при сравнительно слабом ветре, велик. Поскольку большая часть береговой линии озера сложена скальными породами, то абразия практически отсутствует, но отходящее (донное) течение выносит из береговой зоны весь мелкообломочный материал, формируя вдоль берегов глыбово-щебнистую «кайму», переходящую на глубине в песчаные отложения (см. рис. 3). Абразия четко проявлена только на северном берегу озера (залив Зимник и район кордона «Миассово»). Здесь сформирован абразионный уступ и литораль сложена хорошо отсортированными песками. Менее четко этот процесс проявлен в южной части озера (участок «Пески» в районе Няшевского кордона).

Однако более существенное влияние на осадконакопление в глубоководных частях озера оказывает менее очевидное следствие ветро-волновой деятельности – сгонно-нагонные течения. Течения эти – установленный факт для крупных акваторий (Ландшафтный фактор..., 1978). В 1984 году после прекращения шестидневного ветра северо-северо-западного направления в горловине Няшевской курии нами два дня наблюдалось течение, постепенно сошедшее на нет. В последующие годы явление это отмечалось неоднократно. Позже, при донной съемке, было установлено, что в горловине Няшевской курии (под проводами) сапропелевые отложения не имеют стратификации и представлены только полужидким пелогеном, мощностью 0.5–0.7 м, залегающим на песках. Далее к северу зафиксированы песчано-щебнистые отложения, переходящие в илистые пески и, наконец, в двухстах метрах севернее м. Страшной сменяющиеся сапропелями. Таким образом, очевидно, что сгонное течение, идущее при ветровом нагоне по дну, «выдувает» из Няшевской курии верхний полужидкий слой сапропеля (пелоген), который отлагается в глубоководных частях озера, осуществляя «нивелировку» дна. Аналогичный процесс идет и в курье Узкой. Здесь пески и илистые пески тянутся почти до широты м. Страшного.

По-видимому, течения эти, хотя и ослабленные, достигают самых глубоководных участков, играя роль своеобразных аэратор-

ров. Косвенным подтверждением этого служит отсутствие в южной части озера зон сероводородного заражения («вонючих» сапропелей). Зоны эти закартированы в «запертой» гольцами Штанной курье, юго-восточнее системы поднятий Большого Гольца и в северной части озера, начинаясь иногда в 200 м от берега. В последнем случае, в силу особенностей геометрии берега и характера литорали, занятой здесь мощными зарослями подводной растительности, сгонные течения быстро ослабляются и не достигают больших глубин.

Органические илы – сапропели покрывают большую часть дна озера, отсутствуя только на гольцах и вблизи береговой линии в зоне волновой деятельности. Полный разрез сапропелевой залежи нами исследован только на самом южном профиле – в Няшевской курье, где было пройдено 10 скважин с помощью мотобура. Усредненный разрез залежи:

0.0–0.1 – Полужидкий пелоген зеленовато-черного цвета.

0.1–0.7 – Темно-оливковый сапропель.

0.7–1.3 – Светло-оливковый сапропель.

1.3–1.9 – Зеленовато-серый известковистый сапропель с обломками раковин.

1.9–2.3 – Озерный мергель («гажа»).

> 2.3 – Песок.

Практически аналогичный разрез, с некоторыми вариациями по мощности, был получен при бурении скважин на оз. Б. Таткуль.

Как уже отмечалось выше, в горловине Няшевской курьи весь разрез сапропелевой залежи сложен только пелогеном.

Попытки выяснить мощность и разрез отложений в глубоководной части озера успеха не имели, так как буровые штанги мотобура не выдерживали нагрузки. Таким образом, приводимые характеристики минерального состава сапропелей касаются только самого верхнего его слоя.

Для выяснения роли выноса пелогена в глубоководную часть озера были предприняты специальные замеры. С помощью алюминиевого диска диаметром 100 мм определялась верхняя граница пелогена (по касанию), нижняя граница – с помощью донной трубки (по касанию с плотным оливковым сапропелем). Установлены аномальные мощности пелогена – от 0.4 до 0.9 м (средняя 0.7 м по 20 замерам).

В нерастворимом остатке оливкового сапропеля установлены, в порядке убывания: кварц, полевой шпат, слоистые силикаты (мусковит, биотит, гидробиотит). Количественные соотно-

шения этих минералов в пробах сильно варьируют. Если вблизи береговой линии кварц и полевой шпат преобладают и присутствуют иногда в равных количествах, составляя в сумме 99 и более % нерастворимого остатка, то в глубоководных участках полевой шпат встречается в единичных зернах, но сильно возрастает содержание слоистых силикатов (иногда до 5–7 вес. %). В этом же направлении уменьшается размер зерен. Если в зоне мелководий кварц имеет размерность 0.3–0.4 мм, то в центральных частях озера зерна его не бывают более 0.05 мм.

В различных частях озера к перечисленным выше «космополитичным» примешиваются другие, более редкие, минералы, что связано с различным геологическим окружением. Так, в сапропелях Няшевской курьи, среди слоистых силикатов преобладает каолинит и отмечен монтмориллонит. Это, по-видимому, является следствием выноса их рекой Няшевкой. Здесь же, в одной из проб, рентгенометрически установлен арагонит. По-видимому, в пробу попали мелкие обломки раковин моллюсков. В Узкой курье в пробах отмечались зерна обломочного кальцита,носимого с Мраморного мыса. В двух пробах из района Зимника обнаружены единичные зерна магнетита, граната и роговой обманки (актинолита).

Поскольку изучение терригенного материала не предусматривалось, да и состав его полностью определяется геологическим окружением, какие-либо систематические исследования в этом направлении не проводились. Все приведенные выше данные получены попутно при изучении нерастворимого остатка сапропелей.

Практически во всех пробах встречаются панцири диатомовых (иногда до нескольких десятков, но никогда – в весовых количествах) и единичные остракоды. Таким образом, можно с уверенностью сказать, что кремнеземистые (по общепринятой классификации) сапропели обязаны своей кремнеземистостью силикокластике, а не биогенному кремнезему.

Пробы сапропелей по скважине 353 (центр залива Няшевская курья) были химически проанализированы. Результаты анализа (по методике отдела курортных факторов Свердловского института курортологии и физиотерапии) приведены в табл. 4. Содержания микроэлементов определялись в золе сапропелей полуколичественным спектральным анализом (табл. 5).

Т а б л и ц а 4  
Химический состав сапропелей по скважине 353 (мас. %)

Компоненты	Темно-оливковый	Светло-оливковый	Зеленовато-серый известковистый	Озерный мергель («гажа»)
Вода	91.82	89.74	84.63	74.2
Зола	2.54	3.61	6.22	12.82
Потери при про-каливании	5.61	6.68	9.59	12.93
Сумма анализа	99.97	100.03	100.44	99.95
Кальциево-магнезиальный скелет	4.79	12.99	46.27	58.94
Глинистый остов	23.42	18.94	9.72	18.36
Коллоидный комплекс	73.79	67.93	45.01	22.7
Коллоидный комплекс (органическое вещество)	66.12	63.25	39.48	18.36

Т а б л и ц а 5  
Микроэлементы в сапропеле по скважине 353  
(мас. % на воздушно-сухой сапропель)

Элементы	Темно-оливковый	Светло-оливковый	Зеленовато-серый известковистый	Озерный мергель («гажа»)
Mn	$1.51 \cdot 10^{-3}$	$1.01 \cdot 10^{-2}$	$7.2 \cdot 10^{-2}$	$4.38 \cdot 10^{-2}$
Ni	$3.01 \cdot 10^{-3}$	$6.74 \cdot 10^{-4}$	$8.77 \cdot 10^{-4}$	$8.56 \cdot 10^{-4}$
Co	$4.54 \cdot 10^{-3}$	$3.37 \cdot 10^{-3}$	$1.30 \cdot 10^{-4}$	$4.28 \cdot 10^{-4}$
Cu	$1.51 \cdot 10^{-3}$	$3.37 \cdot 10^{-3}$	$1.30 \cdot 10^{-2}$	$4.24 \cdot 10^{-3}$
Fe	$8.10 \cdot 10^{-1}$	$3.36 \cdot 10^{-1}$	$5.2 \cdot 10^{-1}$	$4.73 \cdot 10^{-1}$

Особого рассмотрения требуют так называемые «вонючие» сапропели из зон сероводородного заражения (рис. 3, 4), интенсивно черного цвета, полужидкие. В остатках от растворения обнаружены многочисленные фрамбоиды пирита размером до 50 нм. Несмотря на большую их численность (до 100 штук в одной пробе), набрать весовое количество для химического анализа не представилось возможным. По данным микрозондового анализа двух фрамбоидов состав их соответствует стехиометрическому пириту. Рентгенограмма также стандартна.

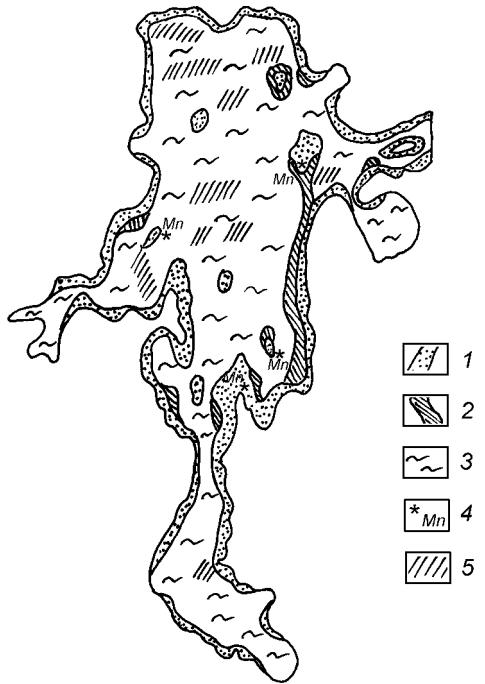


Рис. 4. Карта распространения донных осадков.

1 – обломочный материал (глыбы, щебень, редко – пески), 2 – карбонатные осадки, 3 – сапропели, 4 – участки обнаружения марганцевых конкреций, 5 – зоны серо-водородного заражения («вонючие» сапропели).

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

С целью поиска грейгита, образование которого в подобной обстановке вполне возможно, все пробы прошли магнитную сепарацию. Грейгит не обнаружен.

Выделенные из проб «вонючих» сапропелей слоистые си-

ликаты были проанализированы на дифрактометре. Обнаружилось сильное уширение и размытость базальных рефлексов слюд. Очевидно, что процессы сульфатредукции, протекающие в осадке, приводят также к разрушению структуры слюд.

Минеральный состав и генезис карбонатных сапропелей и озерного мергеля («гажи») описаны ниже.

### Ландшафтная структура водосбора

Ландшафтные исследования 1972–1974 гг. Института озера-рекведения АН СССР (Ландшафтный фактор..., 1978) проводились на водосборах заповедных озер Б. Ишкуль и Б. Кисегач. По сочетанию ландшафтных единиц – местностей, уроцищ и фаций, и их взаиморасположению бассейн озера Б. Ишкуль отнесен к южнотаежному низкогорному ландшафту, озера Б. Кисегач – к южнотаежному предгорному ландшафту. Без специальных ландшафтных исследований водосбора оз. Б. Миассово можно сказать, что оно занимает промежуточное положение: западная часть

водосбора принадлежит низкогорному ландшафту, а восточная часть – предгорному южнотаежному.

Восточная часть водосбора представляет собой всхолмленное плато с абсолютными отметками холмов от 340 м до свыше 450 м над уровнем моря. Для рельефа характерна неравномерная расчлененность поверхности, ступенчатое расположение денудационных уровней, мелкосопочность. В составе рыхлых четвертичных отложений преобладают элювиально-делювиальные образования, в меньшей степени развиты аллювиальные. Рыхлые отложения неоднородны по литологическому составу, в основном состоят из глинисто-песчаного материала с щебенкой и дресвой. Состав, залегание и мощность четвертичных отложений меняется (мощность возрастает) с запада на восток. Свообразие устройства поверхности отражается на гидрографической сети. Ручьи берут начало в приводораздельных участках и впадают в озера, часть из них представляет собой протоки между озерами. Долины ручьев хорошо разработаны и местами сильно врезаны, современные русла часто не соответствуют широким днищам долин, что свидетельствует о более многоводных прошлых эпохах (Ландшафтный фактор..., 1978).

Южнотаежный тип растительности представлен березово-сосновыми лесами. Пограничное положение с лесостепной зоной также накладывает отпечаток на состав древостоя и травяной покров: преобладают сосняки с примесью березы вейниково-разнотравные, по долинам ручьев произрастают березово-ольховые леса высокотравные. Ступенчатый и мелкосопочный характер рельефа, разнообразие условий увлажнения обусловили формирование сопряженного ряда уроцищ, сменяющих друг друга от высоких возвышенностей к низким, от всхолмленных равнин к долинам и болотам.

Доминируют уроцища, связанные с формами эрозионно-денудационного складчато-глыбового рельефа. Среди них выделяются уроцища крупных водораздельных возвышенностей, поверхность которых усложнена выходами коренных пород. Эти уроцища занимают самые высокие местоположения (абсолютные отметки от 400 до свыше 700 м), на каменистых вершинах возвышенностей растут сорняки и лиственничники редкостойные с оステпненным растительным покровом. На более низких денудационных ступенях обособляются, по данным исследований Института озероведения, уроцища возвышенностей и гряд, сложенных массивными гранито-гнейсами, на вершинах которых нагромождения из плит образуют так называемые каменные палатки

(каменные матрацы); урочища всхолмленных поверхностей с наклоном в сторону озера. Почвенно-растительный покров выделенных урочищ имеет много общего: березово-сосновые леса на темно-серых лесных и серых груboskeletalных почвах. Второстепенную роль, но придающую своеобразие ландшафту водосбора озера Б. Миассово, играют следующие урочища: урочища долин ручьев (березово-ольховые травяные заболоченные леса на торфянистых дерново-луговых суглинистых почвах), урочища межвершинных понижений – «седловин» (березово-сосновые леса с осиной и небольшие осинники влажно-высокотравные), урочища внутристронниковых понижений (осиново-березовые леса с примесью сосны на торфянисто-глеево-луговых почвах), урочища верховых болот (разнотравно-осоковые), урочища приозерных болот (тростниково-осоковые с редким древостоем из берески, ивы и ольхи по окраинам). Климатические особенности восточного склона Южного Урала и предгорий, по мнению исследователей, исключают возможность заболачивания суходолов, потому болота в данном регионе являются преимущественно дериватами озер (Кулагин, 1962).

## **Современная динамика ландшафтов**

Попытку отслеживания динамики морфологической структуры ландшафтов заповедника сделал В. В. Плотников в своей работе «Генезис малых озер...» (1978). Он указывает на 3 момента, доказывающие современную активную тектонику территории заповедника. Это поднятие уровня Ильменского торфяника относительно уровня озера Ильменское на 6–16 м (неопубликованные данные экспедиции торфоразработчиков 1929 г.); изменение места впадения в озеро реки Няшевка со Штанной курьи оз. Б. Миассово на Няшевскую в четвертичное время, произошедшее в результате поднятия и провисания соответствующих участков речной долины; археологические доказательства существования мелководного пролива между озером Бараус и заливом Липовая курья озера Б. Миассово. Таким образом, акватория озера была подвержена значительным изменениям в четвертичное время, что несомненно оказало влияние на современный лимнологический тип озера.

Новейшая ландшафтная динамика отражена в болотообразовательном процессе, протекающем в таких ландшафтных единицах, как урочища прирусловых долин впадающих в озеро рек.

Т а б л и ц а 6

Распределение площадей болотных и лесных уроцищ на водосборе оз. Б. Миассово по данным лесоустройства (Плотников, 1978)

Выдел лесоустройства	1957 г.	1972 г.
болото	16.4 га	58.9 га
лес	103.0 га	60.5 га
Итого:	119.4 га	119.4 га

Этот процесс, вероятно, усилился в последние три десятилетия, когда слабоводообменное озеро Б. Миассово оказалось озером с зарегулированным стоком, связанным с системой прудов рыбоводческого хозяйства в с. Верхние Караси. В связи с этим нормальный ход развития мелководных заливов оказался нарушен.

Вот как происходило распределение общей площади участков ландшафта, генетически связанных с эволюцией озера Б. Миассово по данным лесоустройства 1957 и 1972 гг. (табл. 6). Как видно из таблицы, в природном комплексе, окружающем озеро, произошло значительное увеличение уроцищ болотного типа за 15 лет.

Сток этих болот выходит в акваторию озера и, следовательно, динамика этого типа уроцищ оказывает несомненное влияние прежде всего на изменение гидрохимического состава воды и на всю следующую биогеоценотическую цепочку внутри экосистемы озера.

### **Гидрологическая роль лесов природного комплекса озера**

Бассейн озера Большое Миассово целиком находится в пределах территории Ильменского заповедника и занимает около 30 % его площади. Он характеризуется высокой облесенностью: лесопокрытая площадь составляет 81 %, нелесные земли 15 % и представлены озерами (9.2 %), лугами и сенокосами (2.5 %), болотами (1.8 %).

Территория заповедника располагается в подзоне сосново-березовых лесов Уральской горно-лесной растительной области (Колесников, 1961; Фильзозе, 1967). Для заповедника характерно, что при высокой облесенности незначительна площадь непокрытых лесом участков – всего 4.0 %, из которых 1.5 % приходится на редины, 2.2 % – на прогалины и пустыри и 0.3 % – на гары. Основные лесообразующие породы – сосна, занимающая

56 % лесопокрытой площади, и береза, доля которой составляет 40 %. Преобладают насаждения II и III бонитетов (78 %) и высокой (0.8–0.9) полноты (54 %). Сосняки представлены в основном древостоями VI, VIII и IX классов возраста, а березняки – IX и X классов.

Характер проявления лесом водоохранно-защитных свойств и протекающих на лесных площадях гидрологических процессов определяется многими факторами и условиями. Из них важнейшие в условиях заповедника зависят преимущественно от топографического положения участка (Миронов, 1961, Фильрозе, 1958). Такие свойства почв, как мощность, влагоемкость, водопроницаемость, каменистость тесно связаны с принадлежностью лесного участка к тому или иному типу лесорастительных условий (ТЛУ), последние же определяются в основном положением участка на рельефе. Он отличается сложностью и расчлененностью (см. выше). На склоны крутизной до 10° приходится 79 % площади лесных насаждений, крутизной 11–15° – 9 %, 16–20° – 9 %.

Е. М. Фильрозе (1958) выделено 5 групп типов лесорастительных условий в зависимости от характера увлажненности:

- I – сухие, водный режим крайне неустойчив;
- II – периодически сухие, водный режим неустойчив;
- III – свежие, водный режим устойчив;
- IV – сырые, периодическое переувлажнение;
- V – мокрые, устойчивое переувлажнение.

Площади, занимаемые этими группами ТЛУ, соответственно равны 5.5 %, 50.2 %, 31.2 %, 8.0 % и 1.4 %.

Исследования проводили в спелых высокополнотных сосновках и березняках первых трех групп ТЛУ, составляющих вместе 90.6 % площади. Изучали температурный режим и режим влажности припочвенного слоя воздуха, водно-физические свойства почв (гранулометрический состав, удельный и объемный вес, водопроницаемость, порозность, максимальная гигроскопичность, наименьшая или полевая и полная влагоемкость, диапазон доступной влаги), температурный режим и режим влажности почв, атмосферные осадки, поступление и разложение опада, условия формирования стока методом дождевания микроплощадок и наблюдений на элементарных стоковых площадках. Настоящая работа является в основном обобщением материалов опубликованных ранее результатов наших исследований (Миронов, 1961; 1962; 1963а, б; 1973; 1978; 1979; 1983; 1986а, б), данные которых будут приведены далее, как правило, без конкретных ссылок.

Группы ТЛУ, выделенные Е. М. Фильрозе (1958), характеризуются определенными типами почв. Для I группы ТЛУ, располагающейся на вершинах хребтов и верхних частях склонов, обычны примитивно-аккумулятивные неполнопрофильные почвы (Абатуров, 1961) с мощностью основного корнеобитаемого слоя около 30 см, ниже которого расположены плиты и глыбы коренной горной породы со щебнем и мелкоземом между ними. Часты выходы глыб и плит материнской породы на дневную поверхность. Это элювиальная группа ТЛУ (Миронов, 1986а). Периодически сухая II группа ТЛУ, приуроченная, как правило, к верхним и средним частям склонов, характеризуется буроземо-видными или псевдобурыми, реже серыми горно-лесными почвами (Абатуров, 1961) с мощностью основного корнеобитаемого слоя до 60 см, подстилаемого щебнем и полувыветрелой горной породой. Выходы глыб и плит на поверхность редки. Это трансэлювиальная группа ТЛУ. Почвы III группы ТЛУ, согласно Ю. Д. Абатурову (1961), относятся к дерново-подзолистым разной степени оподзоленности, реже к серым лесным. Почвенный профиль полный (до 1 м и больше), хотя мощность основного корнеобитаемого слоя редко превышает 60 см, так как расположенный ниже горизонт «В» сильно уплотнен и корни в нем почти не проникают. Подстилаются эти почвы глыбами (нередко окатанными) горной породы со щебнем и мелкоземом между ними. Эта группа ТЛУ может быть названа элювиально-аккумулятивной.

Для почв всех групп ТЛУ характерна высокая каменистость, колеблющаяся от 80 % в I группе до 12 % в III, причем она везде возрастает с глубиной. По механическому составу верхний горизонт «А» представляет собой в I группе ТЛУ супесь, во II – супесь или легкий суглинок, в III – суглинок или тяжелый суглинок. При этом если в почвах I и II групп ТЛУ нижележащие горизонты («В», «АВ», «ВС»), как правило, более легкие по гранулометрическому составу, то в почвах III группы ТЛУ сильно уплотненный горизонт В по большей части более тяжелый. Однако он здесь нередко прерывается близко к поверхности залегающими сильно выветрелыми пегматитовыми жилами и не представляет собой сплошного относительно водоупорного слоя.

Из водно-физических свойств почв, влияющих на ход почвенно-гидрологических процессов и водоохранно-защитные свойства растительности, важнейшим служит водопроницаемость, так как она определяет способность почв поглощать влагу осадков и поверхностного стока. Исследования показали, что наибольшие различия по этому показателю существуют между

категориями лесных и безлесных площадей и группами ТЛУ (Миронов, 1963а). Лесные почвы I группы ТЛУ обладают в 12–15 раз большей водопроницаемостью, чем безлесные, а III группы – в 80 раз. В зависимости от принадлежности почв к той или иной группе ТЛУ водопроницаемость колеблется от 0.9 до 21 мм/мин для лесных почв, причем наиболее высокая она в III группе. Сравнительно низкой водопроницаемостью обладают мощные хвойные подстилки в сосняках I группы ТЛУ, уплотненные и пронизанные гифами грибов. Просачивание влаги идет здесь не сплошь, а отдельными пятнами, но подстилка обладает высокими почвозащитными свойствами. Так, эксперимент с удалением подстилки в этих условиях показал, что при искусственном дождевании возникает смыв почвы, достигающий 61 т/га. В целом водопроницаемость всех лесных почв достаточно высока, чтобы поглотить влагу дождей максимально возможной в данных условиях интенсивности, а существенной разницы по этому показателю между сосняками и березняками не обнаружено.

Значительно различаются почвы исследованных групп ТЛУ и по общей влагоемкости основного корнеобитаемого слоя: в I группе полевая или наименьшая влагоемкость составляет 50–60 мм, во II – 90–120 мм, в III – 150–160 мм. Диапазон доступной влаги равен соответственно 39–51 мм, 74–105 мм и 112–127 мм. Такая разница связана как с мощностью почв, так и в большей степени с возрастанием влагоемкости верхних горизонтов. Наибольшей влагоемкостью обладает верхний 10-санитметровый слой почвы. С глубиной влагоемкость, как правило, снижается, а диапазон доступной влаги уменьшается во всех случаях. В почвах I группы ТЛУ в верхнем 10-санитметровом слое содержится до 60 % всех запасов влаги при полевой влагоемкости, а в почвах III группы эта доля снижается до 30 %.

Все исследованные лесные почвы отличаются высокой порозностью и очень большой некапиллярной скважностью, а также малым объемным весом верхних горизонтов, нигде не превышающим 1.0 г/куб. см. В почвах I и II групп ТЛУ объем пор, занятых воздухом, нигде не падает ниже 20 %, и только в III группе в осенний и весенний периоды в горизонте B почти все порыываются заполнены водой.

Водный режим почв в лесах разных групп ТЛУ отличается своеобразием. Общие черты строения почвенного покрова, приведенные выше, имеют то следствие, что в I-II группах ТЛУ грунтовые воды, как первый открытый водоносный горизонт, отсутствуют, и следует говорить о подземных пластовых и тре-

щинных водах. В III группе ТЛУ в пределах почвенного профиля в отдельные сезоны возможна верховодка.

Водное питание почв во всех группах атмосферное, и только в III группе некоторое значение может иметь подток влаги с вышележащих частей склона. Среднегодовое количество осадков 454 мм, отношение осадков к испарению равно 0.95. На зимние осадки приходится 20 % годовой суммы. Характерна сильная изменчивость осадков в многолетнем цикле – от 200 до 700 мм – и частая повторяемость безосадочных периодов, особенно в весенне время. Выявлено, что на полянах в I группе сухих ТЛУ выпадает на 18–27 % больше летних осадков, по сравнению с данными метеостанции, что может объясняться их положением на вершинах хребтов, так как на участках, относящихся к III группе ТЛУ, располагающихся на нижних частях склонов, разница отсутствует. Задержание осадков пологом крон колеблется от 12 до 27 % и максимально в насаждениях III группы ТЛУ. Обе эти особенности повышают количество осадков, достигающих почвы в лесах I группы ТЛУ по сравнению со II и III, причем разница может достигать 30 %. Снегомерные съемки показали, что на отдельных участках в ветровой тени вершин наиболее высоких хребтов при условии, что западные ветроударные склоны безлесны или заняты зимнеголыми низкополнотными насаждениями, вследствие снегопереноса могут накапливаться полосы снега шириной до 20–30 м и глубиной до 1.5–2.0 м, которые при весеннем снеготаянии способствуют пополнению почвенных и подземных вод.

В лесах всех исследованных групп ТЛУ почва в период весеннего снеготаяния насыщена влагой до состояния, близкого к полевой влагоемкости, а избыток влаги идет на просачивание за пределы корнеобитаемого слоя и внутрипочвенный сток. В течение летних месяцев расход влаги, как правило, превышает приход, и идет прогрессивное иссушение почвы. Этот процесс особенно ярко выражен в группе сухих ТЛУ в годы с меньшим, чем среднее многолетнее, количеством осадков. Непрерывность процесса иссушения может часто нарушаться при значительном количестве летних осадков. В течение осенних месяцев почва опять насыщается влагой, хотя и не всегда до полевой влагоемкости.

В I группе ТЛУ более или менее регулярно наблюдается период летней почвенной засухи продолжительностью до двух месяцев, во II группе продолжительность ее меньше, а сроки наступления более поздние. В III свежей группе ТЛУ обеспечен устойчивый режим увлажнения.

Единственным видом почвенной влаги, идущей на снабжение растений в I сухой группе ТЛУ, является капиллярно-подвешенная. Этот же вид почвенной влаги преобладает и во II группе ТЛУ. В почвах III свежей группы ТЛУ в отдельные периоды, чаще весной и осенью, в значительных количествах может появляться капиллярно-подпертая влага. Здесь влага расходуется преимущественно в пределах почвенной толщи самих участков, в то время как в I и II группах ТЛУ значительная часть (в весенний период до 100 %) поступающей на поверхность почвы влаги просачивается за пределы корнеобитаемого слоя и идет на пополнение подземных вод.

По существующим классификациям увлажнение почв в I и II группах ТЛУ характеризуется типом наименьшего сквозного насыщения. Для III группы ТЛУ наиболее близок тип периодического капиллярного увлажнения. Водный режим почв всех типов ТЛУ можно отнести к типу промывного, но, так как в I и II группах отсутствует контакт почвенного профиля с подземными водами, целесообразно выделить здесь особый подтип водного режима – горноклоновый промывной.

В число условий формирования стока входят, помимо водного режима почв, и их термический режим, а также микроклимат приземного слоя воздуха. Исследования показали, что влажность приземного слоя воздуха увеличивается от насаждений I группы ТЛУ к III. В березняках относительная влажность припочвенного слоя воздуха несколько выше, чем в аналогичных сосняках. В насаждениях всех групп ТЛУ, особенно в I, в летнее время влажность воздуха ночью часто поднимается до 100 %, что сопровождается росообразованием и может способствовать некоторому увлажнению подстилки.

Наиболее высокие средние температуры приземного слоя воздуха наблюдались в насаждениях II группы ТЛУ, затем идут I и III. В начале вегетационного периода в березняках припочвенный воздух теплее, чем в сосняках, в июне температура выравнивается, а в июле-августе в сосняках теплее, чем в березняках, в сентябре температуры опять сближаются.

Термический режим почв в значительной степени определяется температурой приземного слоя воздуха. Раньше всего почва оттаивает в березняках I группы ТЛУ, затем, с запозданием на 5–10 дней в аналогичных сосняках и насаждениях II и III групп. Наиболее высокие температуры и их суточные амплитуды наблюдались в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. Слой почвы, в котором суточные температуры в течение вегетационного

периода практически стабильны, в III группе ТЛУ находится на глубине 60–80 см.

Результаты искусственного дождевания микроплощадок при норме 200 мм и интенсивности 1 мм/мин. позволяют с достаточной уверенностью сказать, что летом поверхностный сток в лесах исследованных типов практически отсутствует, хотя наибольшая возможность его возникновения существует в лесах I группы ТЛУ, что подтверждается и данными элементарных стоковых площадок.

По общему задержанию влаги при искусственном дождевании на напочвенном покрове, в подстилке и корнеобитаемом слое почвы и расходу ее на внутрипочвенный сток, на первом месте стоит I группа ТЛУ, затем идет II и III. В обратном соотношении находится количество влаги, просочившейся за пределы корнеобитаемого слоя почвы. Если в почвах I группы ТЛУ из 200 мм поданной влаги на просачивание за пределы корнеобитаемого слоя идет около 150 мм, то во II группе эта величина снижается до 110–130, а в III – до 40 мм. Внутрипочвенный сток при искусственном дождевании незначителен по величине и только в лесах III группы ТЛУ достигает 1–8 %. Он увеличивается от I группы ТЛУ к III, но эта закономерность может нарушаться особенностями строения подстилающей почву горной породы. Опыт с внесением в почву радиоизотопа серы-35 позволяет говорить о том, что при дождевании резко преобладают вертикальные передвижения почвенной влаги.

Сосняки и березняки по условиям формирования летнего стока отличаются несущественно, больше различий между типами леса одной древесной породы, но разных групп ТЛУ.

Наблюдения на элементарных стоковых площадках показали, что весенний поверхностный сток либо отсутствует, либо его максимальная величина не превышает 0.8 %. Продолжительность стока около 4 суток.

Большое гидрологическое значение имеет разрыв в сроках снеготаяния в лесах разных групп ТЛУ. Это способствует более равномерному поступлению воды внутрипочвенного стока в водотоки и снижению пиков паводков. Общая схема стоковых процессов в условиях преобладающего в заповеднике радиационного типа весенней погоды выглядит следующим образом.

Снеготаяние начинается в лесах I группы ТЛУ и запаздывает на несколько дней в III, а также в сосняках по сравнению с березняками. К началу интенсивного снеготаяния в лесах I группы ТЛУ почва оттаивает полностью и избыток влаги сверх поле-

вой влагоемкости идет на пополнение подземных вод. Оттаивание почвы идет также с запозданием от I группы ТЛУ к III, но разрыв в сроках более значителен. В результате к концу снеготаяния почва в лесах III группы ТЛУ успевает оттаивать только на 20–30 см и в это время здесь идет интенсивный внутрипочвенный сток, дренируемый временными и постоянными водотоками, вследствие чего русловый сток также достигает максимума. Дальнейшее питание водотоков идет за счет русового стока и подземных вод.

Определенное стабилизирующее значение в водном питании озера имеют заболоченные площади в долине р. Нишевки и других речек, а также приозерные тростниково-осоковые березняки и ольшаники IV и V групп ТЛУ, хотя они и имеют незначительную площадь: по данным К. В. Горновского (1961), приозерные болота Б. Миассово занимают около 170 га. Однако эти болота и заболоченные площади IV и V групп ТЛУ служат своего рода геохимическими барьерами на пути стока.

Таким образом, площади, занятые лесами I, и в меньшей степени – II групп ТЛУ, являются ценными по их роли в пополнении запасов подземных вод и предотвращении эрозии почвы, насаждения III группы играют значительную роль в питании водотоков преимущественно за счет внутрипочвенного стока и способствуют зарегулированию русового стока.

Все леса района имеют комплексное водоохранно-водорегулирующее и почвозащитное значение. Тем не менее, имеются существенные различия в проявлении тех или иных сторон водоохранно-почвозащитного влияния между лесами разных групп ТЛУ. Так, по отдаче влаги на пополнение подземных вод и защите почв от эрозии на первом месте стоят насаждения I группы ТЛУ, затем идут леса II и III групп. Обратный порядок наблюдается по переходу поверхностного стока и суммарному задержанию влаги почвенным слоем и пологом крон: здесь на первом месте стоят леса III группы ТЛУ.

На основании обобщения материалов по водно-физическим свойствам почв, условиям формирования стока и учета планово-картографических материалов составлена классификация лесных площадей заповедника (Миронов, 1963а, б) по роли леса на участках, относящихся к разным группам ТЛУ.

## Климат

Материал настоящего раздела воспроизводит с незначительными изменениями работу С. С. Жарикова (1951). Несмотря на давность исследований (которая вряд ли играет заметную роль при описании климата), она основана на результатах более чем 20-летней работы метеостанции на стационаре Миассово<sup>1</sup>, что и определяет ее уникальность. Это отмечает сам Жариков: «Другие ближайшие метеопункты менее репрезентативны, имеют чрезвычайно короткий ряд наблюдений и малый объем работ» (Жариков, 1951, с. 9).

Ильменский заповедник лежит на границе между Европой с ее главенствующей приатлантической циркуляцией и Сибирью, в которой система циркуляций приобретает в основном континентальный характер. Естественно поэтому, что климатический режим Ильмен, резко отличный для разных сезонов и месяцев года, и определяется господствующим воздействием континентальных или атлантических масс воздуха.

Зимой район находится под сильным влиянием барометрического максимума. В январе он нередко пересекает заповедник изобарами 990–1000 мб, т. е. район охватывается периферической частью Сибирского антициклона, отрог которого проходит по южной части Челябинской области и становится открытым к воздействиям в феврале Черноморского и Исландского минимумов. Отделяющиеся от них подвижные циклоны нарушают в это время господство Азиатского максимума. В связи с этим токи воздуха, направляясь от барометрического максимума, обвевают район южными и западными ветрами. Вторжение атлантических масс воздуха зимой происходит со стороны седловин хребта Урал-Тау. В соответствии с этими барическими условиями и характером инсоляции январь преимущественно является наиболее холодным месяцем. Причем минимальные температуры падают иногда до  $-43.7^{\circ}\text{C}$ , а абсолютная максимальная не поднимается выше  $+6^{\circ}\text{C}$ .

---

<sup>1</sup> Давно не существующей

В декабре и феврале наблюдается смягчающее влияние западных циклонов. Среднемесячные температуры превышают январские на 1–1.5 °С. В случаях, когда в декабре и январе отрог Сибирского максимума отступает на восток, февраль может оказаться холоднее не только декабря, но и января (1929, 1941 гг.). Значительные уменьшения температур воздуха в зимний сезон вызываются иногда и влиянием вторгающегося с севера так называемого «Таймырского воздуха».

Согласно ходу температур, относительная влажность достигает своего максимума в январе и несколько падает в декабре. Однако облачность, начиная с декабря, уменьшается: в январе – на 3–6 %, в феврале по сравнению с январем – на 5–6 %, достигая в это время 5–8 баллов.

Высота снежного покрова подвержена резким колебаниям. Составляя в среднем за зиму 21 см, она достигает в отдельные годы 48 см (1941 г.). Продолжительность снежного покрова в среднем равна 150 дням, но известны зимы в 166 дней (1942 г.), 217 дней (1941 г.). Первый снег в среднем выпадает около 11 октября, варьируя от 25 октября (1938 г.) до 30 октября (1944 г.). В течение зимы нередки оттепели. Благодаря им снежный покров получает слоистую структуру. Например, в 1946–1947 гг. в конце февраля снежный покров имел 3 ледяных прослойки толщиной до 1 см, образованные в разное время (ноябрь, январь, февраль). Температура оттепелей достигает в декабре +10.4 °С (1948 г.), январе +6.0 °С (1948 г.), феврале +7.0 °С (1946 г.). Ледостав на озерах наблюдается в промежутке между последней декадой октября и первой декадой декабря. Толщина льда на озерах достигает 118 см (1940 г.).

Весной Сибирский антициклон, уже значительно ослабленный, нередко заходит своим краем в Ильмены. При этом давление в марте наблюдается обычно порядка 974 мб, в апреле – 970 мб, в мае – 970–973 мб, часто достигает в марте 990 мб, в апреле и мае – 980 мб. К этому времени начинает сказываться влияние барометрического Черноморского, Средиземноморского минимума, который до самого начала лета отсылает в сторону заповедника серию циклонов с юго-западными (в большинстве случаев) ветрами.

В апреле циклоны приходят по барическому разделу между Сибирским и Малоазиатскими максимумами и часто сопровождаются холодными северными ветрами. При сглаживании барики наступает хорошая погода с заметным повышением температуры. Однако чаще наблюдаются значительные амплитуды тем-

ператур, и в общем погода стоит неустойчивая с частыми сменами холодных и теплых дней, чередованием дождя и снега, появлениям изморозей, туманов, метелей, буранов. В мае цикличность спадает. Увеличивается число ветров западных румбов. Температура воздуха растет. В марте она увеличивается в среднем на 6 °C, за апрель увеличение достигает еще 5–6 °C. В мае средняя температура увеличивается на 8–9 °C. Вместе с тем обычны и возвраты холода. Наиболее ощутительны возвращения холода в мае, связанные с сухими северо-западными ветрами, благодаря чему температура иногда в течение 5–6 дней ниже 0 °C.

Снеговой покров достигает своего максимума в начале последней декады марта. Таяние снега начинается обычно в конце марта и идет интенсивно до середины апреля. За этот период снеговой покров уменьшается на 50–80 %. В отдельные годы он исчезает в конце мая (например, 27 мая 1941 г. высота снегового покрова равнялась 12 см).

Относительная влажность весной от месяца к месяцу уменьшается. Облачность достигает среднего минимума в апреле (4.4 балла).

Лето отличается небольшим развитием барического рельефа, невысоким атмосферным давлением. Вместе с тем в июне и августе оказывается влияние восточного отрога Азорского максимума (среднемесячная изобара июля 968 мб, июня – 969 мб, августа – 971 мб).

Когда ось максимума лежит ниже 50° с. ш., устанавливается сухая и теплая погода; когда же ее ось проходит севернее, циклоны южных морей внедряются к Ильменям и несут с собой влажную погоду. Расширение, например, в июне, поля высоких давлений к западу и северо-западу обусловливает господство западных ветров. В июле циклоничность слабая. Вместе с тем сглаженные барические условия допускают циклоническое проникновение и от северо-запада. При встрече циклонов с системой Большого Уральского и Ильменского хребтов создаются условия, ведущие к увеличению осадков. Порою эти циклоны чередуются с местными антициклонами, характеризующимися жаркой, ясной погодой. Однако в некоторые лета количество циклонов в июле с их осадками и резкими понижениями температур, ветрами северных румбов, приводят к избыточному увлажнению почвы, к порче сельскохозяйственных культур (1946 г.). В такие годы наблюдаются и максимальные среднемесячные количества осадков. Так, например, с 18 по 22 июля 1938 г. выпало 196.2 мм осадков,

т. е. средняя полугодовая сумма осадков. Сухие ручьи превратились в бурные водотоки. Уровень Ильменского озера за эти дни поднялся больше чем на 80 см. Такие озера, как Большой Кисегач, Б. Миассово повысили свой горизонт более чем на 25–35 см.

Июльские ветры иногда достигают огромной силы. Так, 19 июля 1948 г. в 17 час. 35 мин. над заповедником пронесся ураган, вырвавший с корнем более 5 тыс. деревьев, полностью разрушивший осветительную и телефонную сети. Вода в Ильменском озере поднималась столбами высотою более 2–3 м. Продолжительность урагана была около 3-х минут.

В августе путь циклонам, как правило, преграждает субтропический барометрический максимум и устанавливается сухая, жаркая погода. При сужении пределов его распространения возможны прорывы циклонов с холодным ветром и дождями (1950 г.). Летние температуры достигают максимума в июле (+39.6 °C 31 июня 1948 г. и +39.0 °C 1 июля 1948 года). Минимумы температур от волн холода бывают в июне и достигают +2.1 °C (1930 г.) и +1.4 °C в первой декаде июня (1949 г.). В холодные влажные сезоны максимальная температура года может прийтись на май (например, 30–31 мая 1943 г.) или даже на апрель (1950 г.). Для летнего периода, как и для весеннего, обычны заморозки. Они отмечаются почти каждый год. Так, в 1947 г. с июня по август насчитывалось 14 заморозков, из них наибольший был 4 июня и равнялся –4.5 °C .

Осенью барические условия близки к зимнему сезону. Уже в сентябре субтропический максимум превращается в Сибирский континентальный максимум. Он охватывает район заповедника своим западным отрогом. В октябре среднемесячное давление увеличивается на 2–3 мб, в ноябре повышается еще на 1–2 мб, достигая в среднем 974.9 мб. В октябре начинают формироваться Северо-Атлантический и Черноморский минимумы и подвижные циклоны получают возможность захватывать территорию Ильмен.

Сентябрь характеризуется чередованием дней дождливых с теплыми сухими периодами – «бабьим летом». Общее количество осадков в сентябре уменьшается. В октябре средняя месячная сумма осадков падает еще на 5–6 мм, но облачность увеличивается. Преобладающие ветры – западные и юго-западные.

В ноябре заповедник подвержен охвату циклонами южных морей. Средние суточные температуры уже отрицательные –5.5 °C . Устанавливается господство ветров южных румбов.

Первые осенние заморозки наблюдаются с первых чисел сентября и до первой декады октября. В последней декаде октября начинается ледостав на наиболее мелких озерах и ледообразование на реках. В ноябре обычны изморозь, снегопады, туманы, метели.

Таков общий фон климатических условий района, на котором отдельные конкретные годы вырисовывают метеорологические детали, а на отдельных участках заповедника формируется своеобразие микроклимата озер, склонов горных вершин, болот и сухих котловин.

## ГЛАВА 2. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

### Морфометрия и внешний водообмен

**Морфометрия.** Конфигурация и относительно небольшие размеры<sup>1</sup> озера определяются его тектоническим происхождением по линиям меридиональных разломов (см. гл. 1). Удлиненно-ovalная котловина вытянута с севера на юг вдоль восточного подножия Ильменского хребта и имеет очень высокий показатель удлиненности (отношение длины озера к его средней ширине), равный 5.4. Это заметно превышает величины для других близлежащих озер (например, Аргаяш – 2.3, Б. Кисегач – 2.4, М. Миассово – 4.5), кроме низкогорного оз. Б. Ишкуль (Ландшафтный фактор..., 1978).

Длина озера составляет 8.0 км, средняя ширина – 1.5 км, площадь водного зеркала – 11.4 км<sup>2</sup> (Ландшафтный фактор..., 1978). Сложная форма рельефа обусловила изрезанность береговой линии (коэффициент изрезанности – 2.9, что является максимальной величиной для озер заповедника), наличие большого количества заливов и разнообразное строение берегов. Последнее охарактеризовано С. С. Жариковым в его неопубликованном отчете (1951). В озере насчитывается 10 заливов и один остров<sup>2</sup> в протоке Проходная курья (его площадь, по данным С. С. Жарикова (1951), 0.45 км<sup>2</sup>). В южной части озера находятся курьи (заливы) Няшевская (самый крупный залив), Черная, Узкая, в западной – Штанная, Латочка, в северо-западной – Зимник, в восточной – Зыряновская, Липовая, между которыми расположена протока Проходная курья, соединяющая оз. Б. Миассово с оз. М. Миассово. Сложная форма берегов обусловила наличие большого количества полуостровов и мысов (рис. 5), из которых наиболее крупные имеют собственные названия: Долгий, Кораблик, Липовый Большой и Малый, Мраморный, Муравыиный, Сайма, Скалистый, Страшный.

Максимальная глубина озера составляет 25 м, средняя глубина – 11.2 м (Ландшафтный фактор..., 1978), что, с учетом

<sup>1</sup> Согласно классификации П. В. Иванова (1948) по площади водного зеркала оз. Б. Миассово относится к группе «средних озер»

<sup>2</sup> В отдельные многоводные годы некоторые полуострова (Липовый, Муравыиный) обособляются неглубокими протоками, фактически превращаясь в острова.

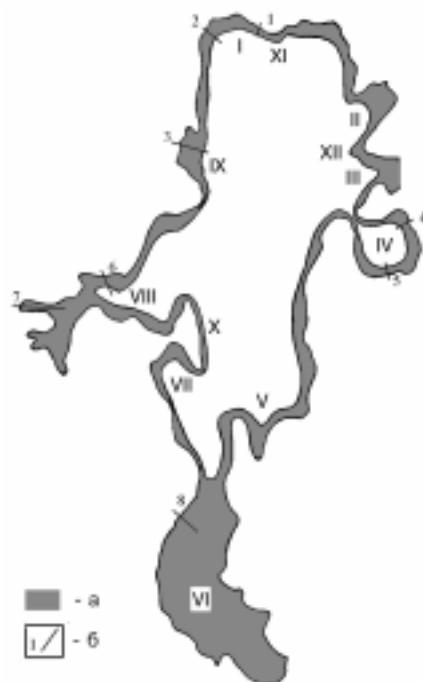


Рис. 5. Озеро Большое Миассово.

а – зона, занятая макрофитной растительностью, б – расположение и номера экологических профилей.

I–IX – заливы: I – Зимник, II – Зыряновская курья, III – Проходная курья, IV – Липовая курья, V – Узкая курья, VI – Няшевская курья, VII – Черная курья, VIII – Штанная курья, IX – Латочка; X – п-ов Муравыиный, XI – мыс Кораблик, XII – п-ов Сайма.

площади водного зеркала, дает показатель открытости 1.0, т. е., по классификации П. В. Иванова (1949), оз. Б. Миассово относится к типу «глубоких». Форма озерной котловины – параболоидная, склоны ее

не имеют резких переломов (Ландшафтный фактор..., 1978). Прибрежная зона развита слабо, сразу же от берега наблюдается значительное увеличение глубин. Площадь дна до 5-метровой изобаты составляет 27.8 %, а с глубинами 10–20 м – 52.2 %. Тектоническое происхождение котловины обусловило сложный рельеф дна, наличие многочисленных депрессий озерного ложа и выходов коренных пород – гольцов. Описание строения дна озера дано С. С. Жариковым (1951, с. 149): «...Вся центральная и особенно северная части озера – Большой плес – заняты глубинами свыше 20 м. Во многих местах среди этих глубин встречаются первичные неровности дна: подводные острова, скалы, гольцы и более глубокие впадины-котловины. Наибольший из подводных островов – Большой голец – находится в 800–900 м от входа в курьи Липовую и Проходную. Вершина гольца торчит в 4 м от поверхности воды. В 0.5 км к юго-западу от Большого гольца лежит глубоководный голец Сиговый. В 500 м к западу от мыса полуострова Скалистого расположен Чиньевский голец, имеющий наименьшую изобату в 9 м. Два скалистых подводных острова перегородили вход в Штанную курью, их вершины отстоят в 6–9 м от поверхности воды. Обширную площадь занимает Малый

голец, находящийся посреди курьи Черной. В 1950 г. его вершина находилась в 30–40 см от поверхности воды и представляла опасность для плавания по озеру в бурную погоду. Значительный по величине, но невысокий подводный бугор лежит в 800 м к северу от Долгого мыса.

Из подводных депрессий озерного ложа наибольшая находится в северо-западной части Большого плеса и оконтурена двадцатидвухметровой изобатой. Значительна на площади котловинка в 150 м к северу от подводных островов Штанной курьи. Небольшие котловинки разбросаны в курье Черной (в 350 м к востоку от средины полуострова Муравынского) и к югу от Большого гольца (в 300–400 м).

Заливы озера, за исключением наиболее широкой Штанной курьи, мелководны. Так, обширная Няшевская курья имеет максимальную глубину 4 м, а замкнутая, блюдцеобразная Липовая курья – 8 м.

Литоральная зона в пределах Большого плеса наиболее развита у северного, северо-западного побережий, где песчаные отмели иногда заходят на 200–300 м вглубь озера. Западные и восточные склоны ванны круты и обрывисты. Трехметровая изобата приближается здесь на 10–30 м к урезу воды. Профундаль очерчена пятнадцатиметровой изобатой. В южной части Большого плеса она стеснена гольцами и подводными склонами отдельных каменистых мысов. Сублитораль хорошо выражена в южной и юго-восточной части плеса, в Штанной курье и к югу от залива Латочки. Переход литорали к сублиторали здесь плавный».

**Внешний водообмен.** Озеро Б. Миассово, соединенное постоянной широкой протокой с оз. М. Миассово, а также сообщающееся протоками с озерами М. Кисегач и Б. Таткуль, образует с ним единый лимнический комплекс, характеризующийся большой (для Южного Урала) площадью водосбора – до 311 км<sup>2</sup> (Ландшафтный фактор..., 1978). В то же время удельный водосбор (отношение площади водосбора к площади зеркала озера) оз. Б. Миассово невелик – 13.4 (вместе с оз. М. Миассово) (например, для Б. Ишкуля он равен 16.0, М. Теренкуля – 21.0). Согласно данным И. Н. Сорокина (Ландшафтный фактор..., 1978), условный водообмен озера составляет очень малую величину – 0.10, что связано с ничтожным модулем среднегодового стока с водосборной площади (что характерно для всех озер восточного склона Урала). По нашим данным, условный водообмен немного больше – 0.16. Учитывая большой объем водной массы – 132.1 млн м<sup>3</sup> (по данным И. Н. Сорокина (Ландшафтный фактор..., 1978) – 128.6 млн м<sup>3</sup>), а также высокую линейную озер-

ность (80 %) при низкой водности проток, соединяющих оз. Б. Миассово с другими водоемами (Ландшафтный фактор..., 1978), следует сделать вывод о преобладании в озере автохтонных процессов и, в частности, ограниченном поступлении с водосбора органических веществ и биогенных элементов. Озеро может считаться слабообменным, полная смена водной массы происходит в нем через 30–35 лет.

**Питание озера и водный баланс.** Б. Миассово относится к озерам со средним удельным водосбором (по классификации С. В. Григорьева (1959),  $F/f = 14.0$ ). Основными составляющими водного баланса оз. Б. Миассово в приходной части являются приток с водосборной площади и осадки на зеркало озера, а в расходной – испарение. Менее существенную роль играют сток воды и подземный приток. По классификации Б. Б. Богословского (1960), оз. Б. Миассово по водному балансу относится к стоково-приточному типу. Роль притока и стока в нем составляет от 50 до 75 %.

Главным источником формирования водных ресурсов являются атмосферные осадки, поступающие как на акваторию, так и на площадь водосбора и быстро стекающие по системе рек и ручьев в озеро. Подземные воды в силу слабых коллекторных свойств горных пород, слагающих площадь водосбора (см. гл. 1), играют подчиненную роль в его питании и формируются из незначительной части атмосферных осадков (10–15 % от их суммы), выпадающей на площади водосбора. Преобладание в питании озера маломинерализованных поверхностных вод и невысокая минерализация притоков озера (см. гл. 3) связана с распространением в пределах водосбора кристаллических пород и горно-лесных подзолистых почв.

В питании озера участвуют самые крупные болота заповедника, которые находятся на месте заросших озерных заливов (болота у Штанной кури и заболоченная пойма р. Няшевки – так называемое Няшевское болото).

**Колебание уровней.** Для озер Южного Урала характерна значительная амплитуда колебаний уровней как внутри года, так и в многолетнем плане (Ландшафтный фактор..., 1978). Этому утверждению соответствует описание уровней озера Большое Миассово. Наблюдения за уровнем воды в озере ведутся на кордоне «Миассово». Как показывают графики хода уровней вод в 1994–1997 годах (рис. 6), весной происходит поднятие.

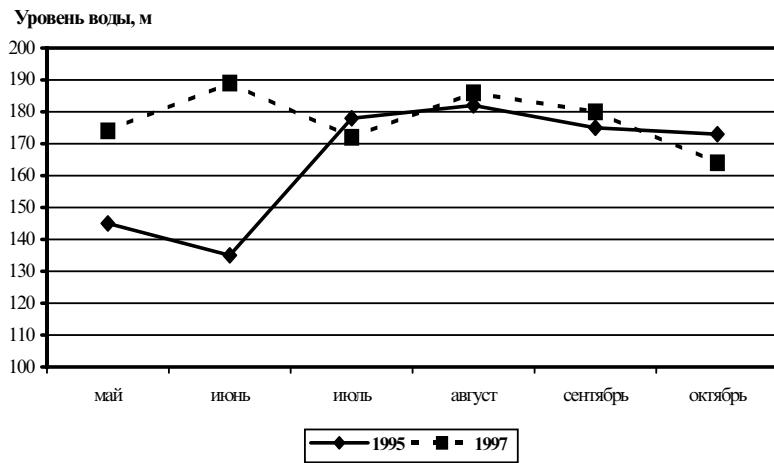


Рис. 6. Динамика уровней оз. Б. Миассово. 1995, 1997 гг.

Спад уровня происходит медленно, в основном до августа. Но в дождливые годы (например, 1994) уровень не снижается, а наоборот, плавно возрастает. Осадки вызывают лишь кратковременное повышение уровня, не изменяя общей тенденции к снижению. В октябре наблюдается минимум.

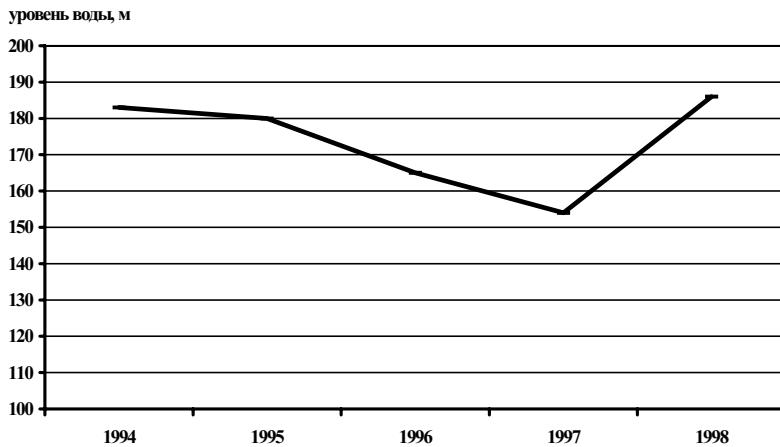


Рис. 7. Многолетняя динамика уровней оз. Б. Миассово.



Рис. 8. Вывал леса в прибрежной зоне озера, вызванный подтоплением берегов.

Кроме внутригодовых изменений, уровни озера Большое Миассово подвержены многолетним колебаниям, связанным с колебаниями общей увлажненности (рис. 7). В 1994 году интенсивные летние осадки повысили уровень в озере выше порога стока из него, происходил сильный размыт берегов (рис. 8). Более засушливые 1995–96 гг. привели к спаду вод и минимальный уровень наблюдался в 1997 г.

Берега озера Большое Миассово хранят следы вековых изменений уровня в виде прибрежных «валов усыхания», песчано-галечниковых террас, озерных отложений на полуостровах, образовавшихся из островов. Амплитуда внутригодовых колебаний уровня озера достигает 0.5 м. Среднегодовая амплитуда изменения уровня составляет 0.3 м.

### Термический режим

**Обзор исследований.** Первые сведения о термике озер Ильменского заповедника и прилегающих территорий относятся к началу текущего столетия. Это работы В. Н. Сементовского (1907, 1914), Б. Дитмара (1930), А. В. Подлесного (1933). Обстоятельные исследования термического режима озера проводятся с конца 1940-х гг.: в 1949–1950 гг. сотрудником Ильменского запо-

ведника С. С. Жариковым (1951), в 1972–1975 гг. – Южноуральской экспедицией Института озероведения АН СССР (Форш, Варенцов, 1978), в 1966–1973, 1989–1990 гг. экспедицией кафедры физической географии ЧГПИ<sup>1</sup> и УрУГМС<sup>2</sup> под руководством М. А. Андреевой (1966, 1973), в 1995–1997 гг. сотрудником Ильменского заповедника А. Г. Рогозиным (Летопись природы..., 1996, 1997, 1998).

С. С. Жариков, рассматривая сезонные изменения температуры, отмечает, что в июле – августе на поверхности вода нагревается до 20 °C и более. На глубине 18–20 м и в течение всего лета вода холодная, не выше 6–8 °C. В летний период отмечается несколько температурных скачков. Так, 6 августа 1949 г. первый температурный скачок в 3.3 °C/м был на глубине 6–7 м, в 27 августа 1949 г. градиент скачка увеличился до 4.4 °C/м и он опустился на глубину 7–8 м. Второй скачок в 4 °C/м находился 6 августа на глубине 7–8 м, а 27 августа – на глубине 8–9 м. Таким образом, к концу лета глубина расположения температурного скачка возрастает за счет возрастающего перемешивания поверхностного слоя. К середине сентября температура воды на глубине выравнивается и приближается к гомотермии. Так, 15 сентября 1949 г. на поверхности вода охладилась до 12.6 °C, а на глубине 20–22 м повысилась до 8–10 °C. Гомотермия установилась к 15 октября. Зимой (12 февраля 1949 г.) температура поверхностного слоя (подо льдом) составила 0.5 °C, на глубине 20–22 м – 3.3 °C, то есть сформировалась четко выраженная обратная стратификация. Весной, к 20 мая, температура поверхностного слоя поднялась до 14 °C, на глубине 18–22 м составила 5.9 °C. Таким образом, начиная с августа, температура воды у поверхности начинает понижаться, а на глубинах увеличивается. Зимой вода охлаждается до минимальных значений. Весной поверхностный слой постепенно нагревается, но глубинный остается холодным не только весной, но и в течение всего лета.

М. А. Андреева с сотрудниками подтвердила наличие в озере устойчивой прямой стратификации летом и обратной зимой. Согласно проведенным ими измерениям температуры за 19–20 июля 1989 года, теплый слой воды располагался до 5–5.5 м

---

<sup>1</sup> Челябинский государственный педагогический институт

<sup>2</sup> Уральское управление гидрометеорологической службы

глубины. За ночь он охлаждался, поэтому в утренние часы 20 июля температура на поверхности составила 25.3 °C, то есть на 1 °C ниже, чем в предыдущий день. С глубиной температура медленно снижалась до 20 °C на 5-метровой глубине. Температурный градиент во всей толще воды составил 1 °C/м. Слой скачка находился на глубине 6–8 м, где значения градиента увеличились до 3 °C/м. В предыдущий день, то есть 19 июля 1989 года, погода была жаркой и почти безветренной. Поверхностный слой в первой половине дня прогрелся до 26.4 °C. С глубиной температура снижалась и на 5 м составила 20 °C. В слое 5–8 м располагался слой скачка с температурным градиентом около 3 °C/м. Еще более резко температурная стратификация была выражена вечером 19 июля. Величина температурного градиента на 5–6 м достигла 1 °C/м. В течение дня толщина прогретого слоя увеличивалась с 3 до 5 м, а температура его на глубине 5 м возрастила на 4 °C. Следовательно, вечерние измерения показали, что нагретый за день, подвергшийся перемешиванию поверхностный слой имеет температуру 26.1 °C, которая держится до глубины 4 м, а на глубине 5 м снижается только до 24 °C. Ниже глубины 8 м лежит холодный слой воды. Температура здесь падает с 9 °C на глубине 8–9 м до 5.6 °C на глубине 22 м. Наибольшая разность температуры придонных и поверхностных слоев воды была отмечена вечером, когда поверхностный слой сильно нагревался за день, а придонные слои еще более охлаждались, так как увеличение градиентов плотности различных по температуре слоев воды ослабляет конвекцию и препятствует проникновению тепла вглубь водоема. Так, 19 июля разность температуры поверхностного слоя (26.1 °C) и придонного слоя (5.6 °C) составила 20.5 °C. Отмечено, что температурные скачки как по величине, так и по глубине могут изменяться не только с каждым днем, но и в течение суток.

На основании данных наблюдений М. А. Андреева делает следующие выводы: озеро Б. Миассово относится к холодным, плохо прогреваемым водоемам, с недостаточно выраженной конвекцией водных масс. В летний период устанавливается устойчивая прямая стратификация. У дна температура составляет 5–6 °C, и разность температур поверхностных и придонных слоев достигает 20 °C. Холодные воды гиполимниона за лето прогреваются на 1.5–2.0 °C.

Температурные измерения в зимний период на оз. Б. Миассово проводились М. А. Андреевой с сотрудниками в начале

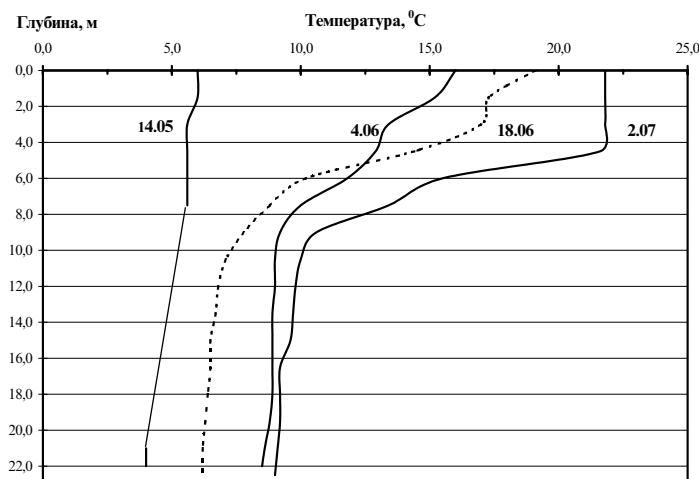
и в конце зимы 1989–1990 гг. (23–24 декабря и 18 марта). На оз. Б. Миассово 23 декабря 1989 г. температура воды поверхностного слоя составила 0.2 °С, на глубине 2 м она равнялась 1.1 °С, а в придонном слое – 2.8 °С.

Наблюдения за температурой в оз. Б. Миассово были продолжены М. А. Андреевой с сотрудниками весной 1990 г., в период окончания весеннего нагревания и начала гидрологического лета (21–24 мая 1990 г.). Гидрологическое лето на озерах начинается с установлением во всей толще воды температуры выше 4 °С и переходом к прямой температурной стратификации. На оз. Б. Миассово в 20-х числах мая гомотермия начала разрушаться. Температура на всех глубинах колебалась в пределах от 7 °С до 8 °С, при этом можно было проследить зарождавшуюся прямую стратификацию, падение температуры на глубине 8–10 м составило 0.5–0.7 °С/м. В других слоях изменение температуры с глубиной было менее заметным. Началось формирование трех стратификационных слоев: эпилимниона, металимниона и гиполимниона.

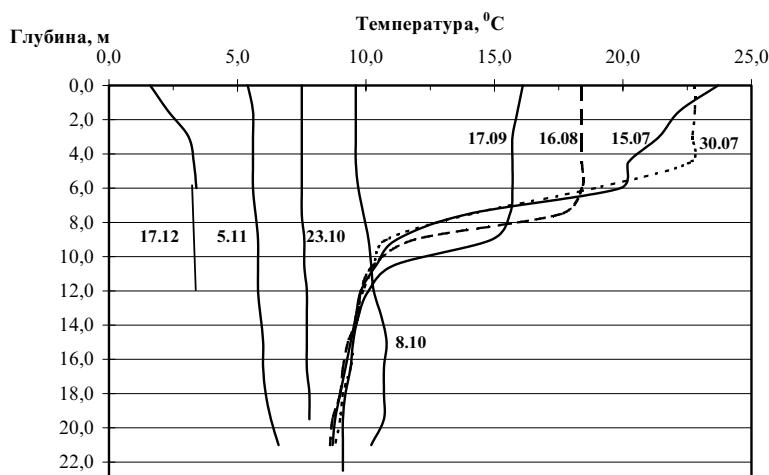
Согласно данным Л. Ф. Форш и Л. Н. Варенцова (1978), в оз. Б. Миассово термоклин наблюдается в течение лета на глубине 7–10 м, а в сентябре может опускаться до 12 м. Теплозапасы водной массы оз. Б. Миассово увеличиваются с мая по июль с 4–8 до 16–18 ккал/см<sup>2</sup>, затем уменьшаются и в октябре составляют 8–10 ккал/см<sup>2</sup> (Ландшафтный фактор..., 1978).

*Термический режим.* Озеро Б. Миассово обладает изрезанными берегами, сложным рельефом ложа и подразделяется на ряд плесов, крупнейший из которых – Няшевская курья. Термический режим в разных частях озера имеет существенные отличия. Исследования его были проведены в 1995–1997 гг. на станции «Главная промерная вертикаль», расположенной в районе максимальных глубин озера (см. гл. 2) и в крупных заливах. Замеры выполняли ежемесячно с помощью электрического дистанционного термометра ТЭТ-2, по глубине через каждые 1.5 м.

*Главный плес* (станция «Главная промерная вертикаль» – максимальные глубины, рис. 9). Примерно через неделю после схода льда в середине мая 1996 г. еще наблюдалась гомотермия при температуре около 5 °С. Высокие среднесуточные температуры воздуха в мае привели к быстрому прогреву верхних слоев воды и поступлению тепла в глубину. В первой декаде июня температура



*a*



*b*

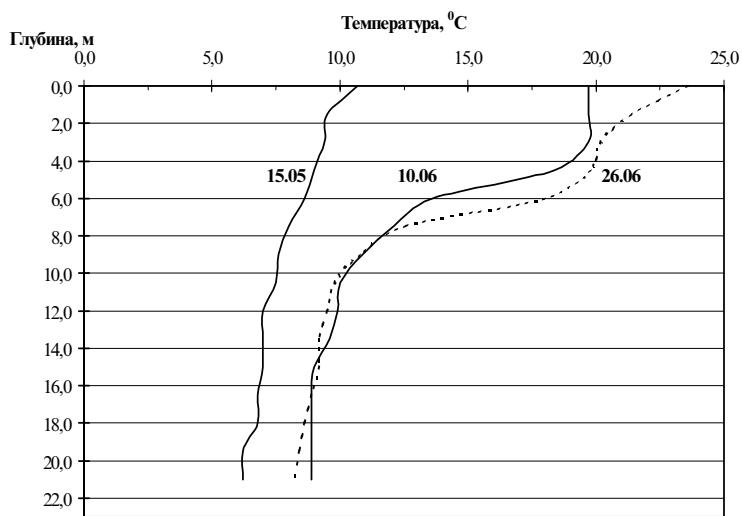
Рис. 9. Сезонный ход температурной кривой в оз. Большое Миассово (1996 г.):

а – переход от весенней гомотермии к летней стратификации, б – переход от прямой летней к обратной зимней стратификации.

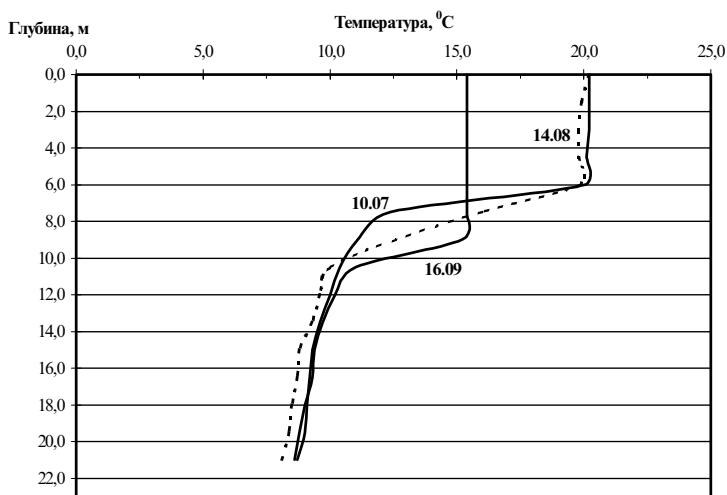
поверхности озера достигла 15 °С, а в придонном слое выросла до 6–7 °С. В это время наблюдается формирование двух термоклинов, что связано с еще не установленной стратификацией. Очень интенсивное поступление тепла в июне приводит к ускоренному прогреванию самого поверхностного слоя – образуются температурные скачки на глубинах 0–2 и 4–6 м. К началу июля эпилимнион вполне сформирован, его толщина составляет 4 м. В течение июля продолжается радиационный прогрев эпилимниона, тогда как рост температуры гиполимниона прекращается вследствие устойчивого расслоения водной толщи. В августе и сентябре начинается остывание верхних слоев, это сопровождается погружением термоклина и увеличением мощности эпилимниона до 9 м во второй декаде сентября. Градиент температуры в слое скачка неуклонно снижается, это облегчает ветровое перемешивание, усиливающееся осенью вследствие климатических условий. Уже в начале октября зарегистрирована гомотермия при 9.5 °С даже с наметившейся обратной стратификацией. В течение октября и ноября гомотермия сохраняется, при этом температура водной толщи снижается до 5 °С, вся она интенсивно перемещивается ветрами. В условиях ледостава наблюдается обратная стратификация.

Термический режим Главного плеса озера в 1997 г. имел некоторые особенности. Все процессы весной и в первой половине лета проходили ускоренными темпами – в середине мая прогрев верхних слоев воды до 10–12 °С наблюдался примерно на 10–12 дней раньше, чем в 1996 г. Уже в начале июня сложилась нормальная летняя стратификация с 4-метровым эпилимнионом (в 1996 г. – только в начале июля) (рис. 10). В июле термоклин стабилизировался на глубине 6–7.5 м, градиент температур в середине месяца достиг 5 °С/м (в 1996 г. такие величины наблюдались только в середине, а в 1995 г. – в конце августа). В августе и сентябре началось остывание верхних слоев, это сопровождалось погружением термоклина и увеличением мощности эпилимниона до 9 м во второй декаде сентября. Градиент температуры в слое скачка неуклонно снижается, это облегчает ветровое перемешивание, усиливающееся осенью вследствие климатических условий. Процессы установления осенней гомотермии не отличались от описанных в 1996 г.

**Заливы.** Термический режим в довольно мелководных заливах (Липовая, Няшевская, Штанная курья) и протоке Проходная курья в корне отличается от такового в Главном плесе и напо-



*a*



*b*

Рис. 10. Сезонный ход температурной кривой в оз. Большое Миассово (1997 г.):

*a* – переход от весенней гомотермии к летней стратификации, *б* – переход от прямой летней стратификации к осеннеей гомотермии.

минает режим мелководных озер. Настоящей стратификации здесь вообще не наблюдается, термоклин не образуется, а гомотермия устанавливается уже к началу июля. Таким образом, водные массы в курьях полностью перемешиваются в течение большей части безледного периода. Это способствует выносу биогенных элементов из донных осадков, в результате чего курьи, как и плес оз. Малое Миассово, могут оказывать эвтрофирующее влияние на оз. Б. Миассово.

**Ледовые явления.** Ледовые явления на оз. Б. Миассово были исследованы С. С. Жариковым (1951), а затем М. А. Андреевой с сотрудниками (1966, 1973). Так как представляющие большой интерес материалы С. С. Жарикова остались неопубликованными, мы приводим их полностью с незначительными изменениями.

Ледообразование на оз. Б. Миассово проходит следующим образом. Вначале на мелких местах появляются «забереги». Поверхность воды покрывается тонкой ледяной пленкой, иногда ей предшествует образование блинчатого льда, образование снежуры. Большой плес покрывается льдом через пять – десять дней после замерзания курий (заливов). Это происходит внезапно, но равномерно. Иногда в северо-западной части плеса в течение полусуток среди ледяного покрова могут оставаться небольшие полыньи.

В малоснежные зимы рост льда быстрый. Так, в 1948 г. толщина льда за две недели с начала ледостава выросла до 30 см. Иногда ледообразование протекает очень интенсивно и сопровождается образованием множества больших и малых трещин, причем большие трещины приобретают преимущественно широтное направление или близкое к нему. К началу санного пути почти ежегодно вдоль этих трещин образуются торосистые поднятия, иногда более 1 м высоты, затрудняющие передвижение по озеру.

Толщина льда в пелагии равномерна, но отличается в разные годы. Так, в 1949 г. максимальная толщина льда достигала к концу марта 80 см, в 1928 г. – 130 см, в 1950 г. к 18 декабря – 35 см.

Структура льда зависит от длительности снегопада и количества выпадающего снега в период, близкий к ледоставу. В случае, когда лед до начала интенсивных снегопадов успевает приобрести толщину в 25–30 см, структура его однородна, лед формируется прозрачно-кристаллический. При выпадении снегопадов на тонкий лед образуются «наслуды» (наледи). Подобного рода наледи иногда появляются и под влиянием оттепелей. В этих случаях часть снега, превратившись в воду, пропитывает нижележащие слои, которые, смерзаясь, образуют наледи. Их толщина достигает в отдельные годы 40 см (1943–1944 гг.).

Разрушение ледяного покрова на озере Б. Миассово запаздывает на 2–5 дней по сравнению с более мелкими водоемами. Слой воды от ставшего снега держится на льду около 3–5 дней. Затем, когда вода «проедает» в ледоставных трещинах ходы, лед вслыхивает. В течение одной – полутора декад прочность его еще достаточна для передвижения гужевым транспортом. Затем лед быстро принимает игольчатую структуру и в течение нескольких дней разрушается на отдельные подвижные поля. В период ранней весны, при сильных западных и южных ветрах, массы разрушенного льда склоняются к северным и восточным берегам озера, где часто нагромождаются на побережье в виде гористых образований и ледяных валов до 5–6 м высоты. В отдельные годы надвигающийся на берега лед способен выворачивать и передвигать на скальных мысах каменные глыбы, ломать крупные деревья и кустарники. Полная очистка озера ото льда наступает в середине первой декады мая.

Толщина льда по акватории оз. Б. Миассово, по замерам М. А. Андреевой с сотрудниками 23 декабря 1989 г., составляла от 35 до 45 см, в конце зимы, 18 марта 1990 г., достигала от 68 до 72 см.

Таким образом, по термическому режиму и характеру ледовых явлений озеро относится к типичным димиктическим озерам умеренного климата – с длительной и устойчивой летней и зимней стратификацией и двумя периодами гомотермии – весенней и осенней, когда под влиянием выравнивания температуры и плотности водной толщи происходит интенсивное перемешивание водных масс. Для озера типичны медленная прогреваемость и сравнительно невысокая температура воды большую часть безледного периода, т.е. термическая инертность. Прямое расслоение водной толщи наблюдается в течение 3–3.5 месяцев, длительность осенней гомотермии (2 месяца) благоприятна для кислородного режима (см. гл. 3).

Согласно классификации М. А. Андреевой (1973), принятой и другими исследователями (Форш, Варенцов, 1978), оз. Б. Миассово относится к термическому типу горных озер (Сементовский, 1914), характеризующихся большой глубиной, отчетливой стратификацией с устойчивым металимнионом, холодными придонными водами, прогревающимися за лето на 1.5–2.0 °C. Наши данные незначительно отличаются от результатов исследований середины 1970-х гг. Это касается прогрева гиполимниона – к концу жаркого лета в 1996 и 1997 гг. придонная температура воды достигала 10 °C, т. е. повышалась за лето на 6 °C.

Согласно классификации С. П. Китаева (1994), озеро относится к метагиполимническому типу, т. е. максимальная толщина эпилимниона всегда меньше, чем суммарная мощность нижележащих слоев (мета- и гиполимниона).

**Тепловой баланс.** Южноуральской экспедицией Института озероведения АН СССР (Форш, Варенцов, 1978) в 1972–1973 гг. были определены основные элементы теплового бюджета ряда озер заповедника, при этом кратко упоминается и Б. Миассово. Теплозапас водной толщи колебался от 4.1 ккал./см<sup>2</sup> в мае 1973 г. до 17.8 ккал/см<sup>2</sup> в июле 1972 г. Наши данные в основном соответствуют результатам наблюдений 25-летней давности (табл. 7). Следует отметить несколько повышенный тепловой запас весной 1996–1997 гг., связанный с высокими среднемесячными температурами мая. Как видно из таблицы, теплозапас озера остается высоким до глубокой осени. Это подтверждает термическую инертность оз. Б. Миассово и обуславливает более поздние сроки ледовых явлений и благоприятный кислородный режим по сравнению с другими озерами заповедника (например, согласно данным Л. Ф. Форш и Л. Н. Варенцова (1978), теплозапас оз. М. Миассово в сентябре 1972 г. составлял всего 4.5 ккал/см<sup>2</sup>, а в оз. Аргаяш – 2.8 ккал/см<sup>2</sup>, что в 3–4 раза ниже, чем в этот же период в оз. Б. Миассово).

Тепловой бюджет озера составляет 16.0–16.7 ккал/см<sup>2</sup> (данные за 1972–1973 гг. (Форш, Варенцов, 1978), что в 1.5–2 раза превышает величины, полученные для других озер данной местности (например, М. Миассово – 7.5–7.6 ккал/см<sup>2</sup> в эти же годы

Таблица 7  
Элементы теплового баланса оз. Б. Миассово

Месяц	1996 г.		1997 г.	
	средняя температура водной толщи, °C	теплозапас, ккал/см <sup>2</sup>	средняя температура водной толщи, °C	теплозапас, ккал/см <sup>2</sup>
май	5.2	5.8	7.8	8.7
июнь	13.2	14.8	13.2	14.8
июль	14	15.7	13.3	14.9
август	13.1	14.7	13.3	14.9
сентябрь	12.2	13.7	12.2	13.7
октябрь	10.2	11.4	–	–
ноябрь	5.9	6.6	–	–
декабрь	2.7	3.0	–	–

(Форш, Варенцов, 1978). Это связано, прежде всего, с относительно большими глубинами озера и, следовательно, меньшими затратами накопленной энергии на испарение и турбулентный теплообмен.

## Прозрачность воды

Исследования прозрачности воды оз. Б. Миассово были проведены в 1996–1997 гг., результаты представлены на рис. 11. Замеры прозрачности были выполнены на главной промерной вертикали стандартным методом по диску Секки. Периодичность замеров – ежемесячная.

Прозрачность озера Б. Миассово большую часть безледного периода колеблется в пределах<sup>1</sup> 3–5 м и лишь незадолго до ледостава повышается до 6.5 м. В мае, после схода льда, и осенью, начиная с конца августа, отмечается наименьшая прозрачность воды. Минимум прозрачности весной и осенью зависит от массового развития и отмирания фитопланктона и поступления в воду аллохтонных взвесей при таянии льда и интенсивных атмосферных осадках. Немаловажную роль играет весенняя и осенняя гомотермия, способствующая перемешиванию и выносу осадков в водную толщу.

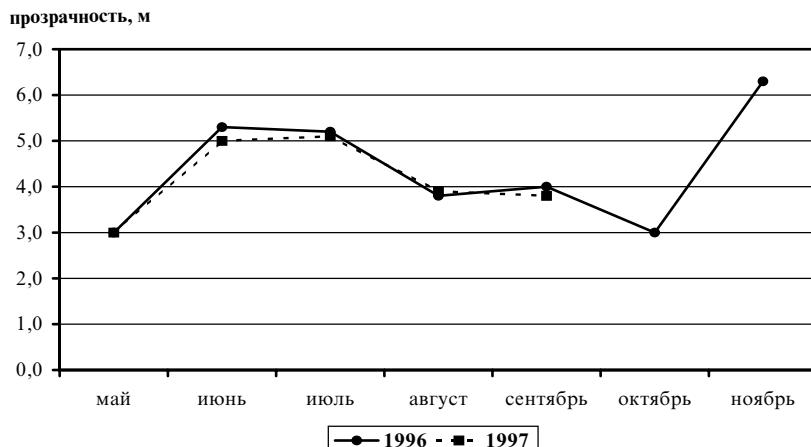


Рис. 11. Сезонная динамика прозрачности воды в оз. Большое Миассово. 1996–1997 гг.

<sup>1</sup> С. Г. Захаров летом и осенью 1995–1996 гг. регистрировал прозрачность от 2.6 до 3.7 м (Летопись природы..., 1996).

## **ГЛАВА 3. ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

Наши исследования проводились с 1994 по 1999 гг. преимущественно в период открытой воды, также были выполнены зимние наблюдения и отобраны суглеватые пробы. Взятие проб производилось автоматическим батометром Паталаса. Определение большинства компонентов проводилось стандартными методами. Анализы проб воды выполнены в лабораториях ГЦСЭН г. Миасса, Уральского гидрометцентра, Института минералогии РАН и Ильменского заповедника. Определение ионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , бихроматной и перманганатной окисляемости,  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  выполнено стандартными методами (ГОСТ-73). Некоторые микроэлементы, такие как медь, железо, цинк, марганец определены на атомно-абсорбционном спектрометре (химик-аналитик – М. Н. Маляренок). Определение титана, цинка, брома, стронция, ниobia, свинца, марганца, рубидия, молибдена, сурьмы произведено методами полярографии (химик-аналитик Т. Б. Звездина) и рентгено-флуоресцентного анализа на установке с энергодисперсионным Si-Li детектором (химик-аналитик Т. В. Батуева), монохроматизация первичного пучка осуществлялась Li-F монохроматором. Прибором «Экотест-110» определяли:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , pH (химик-аналитик – С. В. Гаврилкина). В пробе устанавливали концентрацию ионов в единицах pH (пределы измеряемых значений pH от 1.00 до + 19.99 pH, точность измерения 0.02 ед. pH). При помощи регулировок pH-координаты осуществлялась калибровка прибора с различными электродами по буферным растворам на каждый определяемый элемент в пробе. Определение ионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , бихроматной и перманганатной окисляемости,  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  выполнено стандартными методами (химик-аналитик – В. Н. Ка-дымкина).

### **Основной ионный состав и минерализация**

Первые исследования химического состава озера относятся к 1930-м гг. (Бондаренко, 1938; Осипов, 1938): сухой остаток составил 156.6 мг/л, минерализация зимой – 165.6 мг/л. Содержание кальция довольно значительно – соответственно от 17.2 до 24.3 мг/л, а сульфатов – до 10.4 мг/л. Величина перманганатной

окисляемости – 12.3 мгО/л, указанная как минимальная (Осипов, 1938), настолько высока, что вызывает сомнение. По исследованиям Л. Л. Россолимо и Е. И. Федоровой (1967) окисляемость составляла 5.5 мгО/л. К сожалению, все сведения отрывочны. По наблюдениям названных авторов гидрохимический тип вод озера был определен как сульфатно-натриевый.

Для исследованной территории характерно распространение кристаллических трудно растворимых пород. Коренные породы часто выходят на поверхность. Почвы – серые лесные и фрагментарные, маломощные. Промывной режим обусловил значительную выщелоченность почв и пород на водоносах. В результате озеру Большое Миассово свойственна минерализация от 183 до 240 мг/л. По нашим данным, по преобладающим ионам воды озера Большое Миассово относятся к гидрокарбонатному классу смешанного катионного состава, но среди катионов обычно незначительно преобладает кальций. Гидрохимический тип воды переходный между содовым (I) и сульфатно-натриевым (II). В течение года химический состав и общая минерализация воды изменяются незначительно. Некоторое снижение минерализации воды наблюдается в период весеннего половодья и наибольшего наполнения озера талыми водами (апрель–май) и в период осеннего максимума дождей (сентябрь). Самая низкая минерализация отмечена в феврале. Минерализация в придонной воде несколько выше, чем в поверхностной. Общая жесткость озерной воды 1.83–2.77 мг-экв/л.

Главным источником формирования водных ресурсов озера являются атмосферные осадки, поступающие как на акватерию, так и на площадь водохранилища и быстро стекающие по системе рек и ручьев в озеро. Подземные воды в силу слабых коллекторных свойств горных пород, слагающих площадь водохранилища, играют подчиненную роль в его питании и формируются из незначительной части атмосферных осадков (10–15 % от их суммы), выпадающей на площади водохранилища. Преобладание в питании озера маломинерализованных поверхностных вод и невысокая минерализация притоков озера связана с распространением в пределах водохранилища кристаллических пород и горно-лесных подзолистых почв.

Ручьи, впадающие в озеро, маломощны и наиболее активны в период половодья. В середине лета многие пересыхают. Большинство притоков в засушливые годы исчезают. Воды притоков различны по минерализации – сумма основных ионов в них от 20 до 500 мг/л. Анионный состав воды большинства из них

неустойчив – весной преобладают сульфаты (около 60 экв. %), летом гидрокарбонаты (70 экв. %). В некоторых притоках содержание сульфатов остается высоким и летом. Среди катионов постоянно доминируют ионы щелочноземельных металлов (60 экв. %). Наиболее высокоминерализованную воду поставляет река Няшевка (табл. 8).

Химический состав озерных вод находится в прямой зависимости от состава пород, слагающих водосбор и ложе озера. В целом рассматриваемые воды по их общему гидрохимическому облику являются типичными водами выщелачивания. Химический состав и общая минерализация их формируется в результате выщелачивания кристаллических пород водосбора водами местного стока. Тем не менее, минералогический состав пород в достаточной мере контрастно сказывается на наличии тех или иных компонентов ионного состава. Анионный состав озерных вод также во многих случаях формируется за счет выщелачивания горных пород. В воде обнаружены небольшие концентрации меди, никеля, титана, ванадия, молибдена, хрома, марганца, свинца, стронция, бария, т. е. тех микроэлементов, которые входят в состав пород, слагающих водосбор (см. гл. 1, раздел «Геология»).

**Хлор-ион ( $Cl^-$ ).** Некоторое количество хлор-иона имеется практически в любой воде. Источником его может быть разрушение горных пород, содержащих небольшие включения хлоридных солей в порах и трещинах, продукты жизнедеятельности животных. Эти процессы формируют фоновые концентрации хлор-иона в природных водах. Среднее содержание хлора в оз. Б. Миассово составляет 18 мг/л. В течение 1994–1999 гг. среднее количество хлор-иона самым большим было в 1995 г. – 22.3 мг/л, что превысило содержание сульфатов (13.3 мг/л), а минимальным – 6.7 мг/л – было в 1997 г. Вероятно, косвенной причиной изменения концентрации хлоридов является колебание уровня вод озера.

**Сульфат-ион ( $SO_4^{2-}$ ).** Основным источником сульфат-иона являются процессы окисления сульфидных минералов (пириита). В отличие от хлор-иона, почти не вступающего в химические реакции, сульфат-ион легко восстанавливается при взаимодействии с органическим веществом, источником которого могут быть илы. Количество сульфат-иона в воде составляет в среднем 15.4 мг/л. Вдоль западного берега озера количество сульфатов несколько больше, чем в любой другой части акватории. Это значит, что привнос сульфатов идет с водами источников на западном берегу озера. В водах озера наблюдается постоянное превышение содержания сульфатов над хлоридами. Отмечена законо-

Таблица 8

## Химический состав вод озера Большое Миассово и его притоков

Места отбора проб	Сроки, год	Макроэлементы мг/л						
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Б. Миассово	16 марта 1949	128.1	9.0	8.16	27.4	9.5	7.2	2.8
Б. Миассово	июнь 1958	128.0	12.2	10.7	23.4	8.6	17.0	—
Б. Миассово	сентябрь 1958	120.0	11.2	10.0	3.0	8.7	13.2	—
Б. Миассово	январь 1958	148.0	12.4	10.8	28.9	9.6	16.2	—
Залив Штанная курья	9 октября 1961	246.4	10.8	13.5	26.6	30.9	—	8.0
Б. Миассово	сентябрь 1970	146.0	17.2	8.0	26.7	17.5	5.5	—
Б. Миассово	29 января 1987	127.5	15.0	14.2	22.8	12.9	3.0	4.2
Б. Миассово	29 января 1989	147.2	13.3	27.7	23.8	15.9	13.0	4.1
Центр озера	май-сентябрь 1994	120.0	12.0	3.3	24.6	4.8	2.7	1.8
Центр озера	май-октябрь 1996	111.0	9.8	3.8	22.0	5.1	4.7	1.1
Центр озера	май-сентябрь 1997	123.0	8.9	4.2	20.1	5.2	3.8	1.0
Центр озера	май-октябрь 1998	119.0	16.2	11.4	21.5	8.6	3.2	5.1
Западный берег	май-сентябрь 1994	126.6	14.7	14.0	22.5	14.2	11.0	4.0
Западный берег	январь 1995	130.7	14.8	11.0	24.6	11.3	10.0	2.0
Няшевский кордон	май-октябрь 1995	240.3	15.0	8.9	22.0	12.2	2.6	10.0
Западный берег	май-октябрь 1996	131.2	8.0	10.3	21.0	10.9	3.2	13.6
Западный берег	май-октябрь 1997	140.3	8.2	8.9	22.0	13.4	3.3	9.8
Няшевский кордон	май-октябрь 1998	120.5	11.8	23	27.0	13.7	6.7	4.0
Няшевский кордон	январь 1999	139.8	12	24.7	28.9	7.4	3.7	0.9
Восточный берег	май-октябрь 1994	120	15.1	28	24.3	12.3	4.7	2.4
Восточный берег	май-сентябрь 1995	126	12.6	10.2	26.4	8.7	13.2	1.2

### Продолжение табл. 8

### Окончание табл. 8

мерность увеличения концентрации в воде сульфатов за пять лет (рис. 12). В пробах С. С. Жарикова (1951) среднее содержание сульфатов составляло 6–8 мг/л.

**Гидрокарбонат-ион ( $HCO_3^-$ ).** Источниками гидрокарбонат-иона в водах озера являются процессы выщелачивания карбонатсодержащих пород (плагиогнейсы карбонатизированные, мрамора) и выветривания алюмосиликатов (полевые шпаты) (см. раздел «Геология»). Эти процессы формируют широко распространенные в зоне интенсивного водообмена пресные гидрокарбонатные кальциевые воды. Количество гидрокарбонат-иона находится в пределах от 90–240 мг/л. На рис. 13 показано хорошо выраженное преобладание гидрокарбонатов, и увеличение среднего содержания гидрокарбоната в течение последних 5 лет. Одной из косвенных причин увеличения концентрации гидрокарбонатов, является уменьшение уровня вод в озере.

**Кальций ( $Ca^{2+}$ ).** Главным источником кальция в природных водах являются карбонатные и сульфатные горные породы и кальциевые полевые шпаты. Концентрации кальция, получаемые в результате растворения и выщелачивания горных пород, относительно невелики, но процессы эти протекают на громадных площадях, в результате чего кальций становится одним из главных компонентов природных вод. Количество кальция изменяется от 17.0 до 26.6 мг/л (рис. 14).

**Биогенное карбонатообразование.** Особый интерес представляет биогенное карбонатообразование в оз. Б. Миассово.

Карбонатные отложения на дне озера зафиксированы во многих точках (рис. 4) и при более детальных исследованиях площадь их распространения окажется, по-видимому, значительно больше. Различаются по своему расположению 3 типа карбонатных осадков.



Рис. 12. Многолетняя динамика сульфатов в водах оз. Б. Миассово.

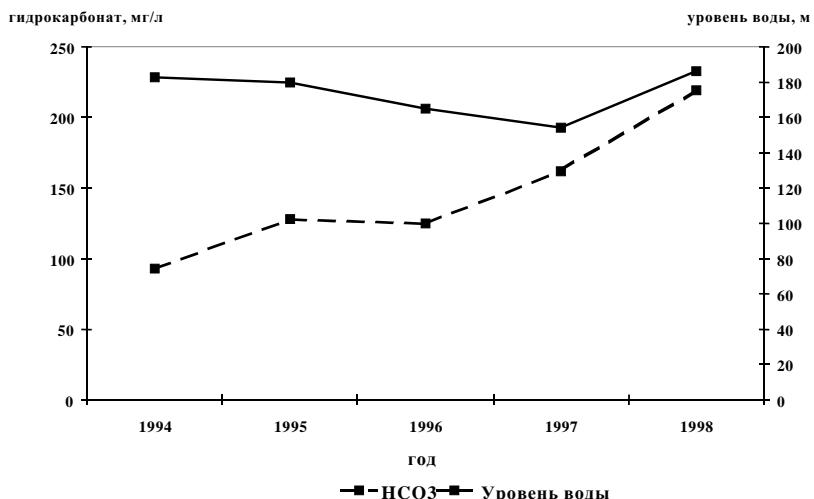


Рис. 13. Многолетняя динамика гидрокарбоната в водах оз. Б. Миассово.

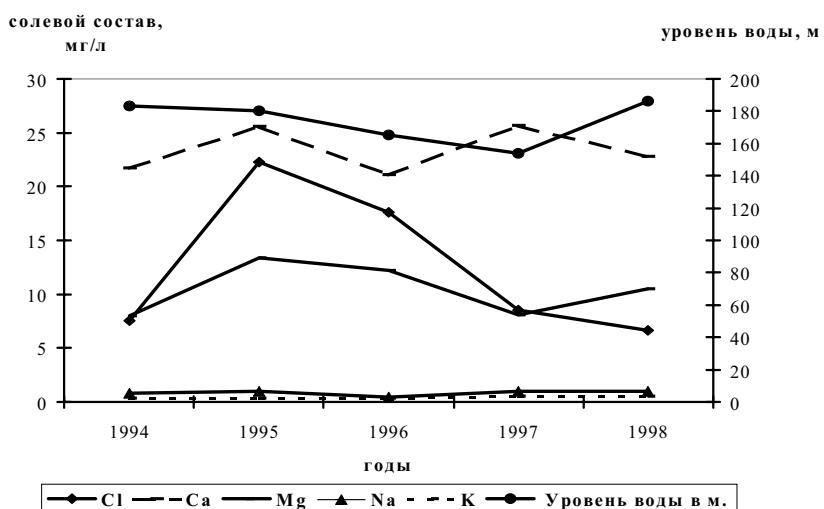


Рис. 14. Многолетняя динамика среднегодовой концентрации солевого состава в водах оз. Б. Миассово.

Первый тип пространственно связан с современными зарослями водной растительности (преимущественно рдестов и харовых водорослей, см. гл. 6). Типичный и наиболее яркий пример

– залив Травяная курья, где на отмели со средней глубиной 4 м известковый ил заполняет промежутки между глыбовым материалом, зачастую полностью его перекрывая. Эти отложения были обнаружены в 1987 году при участии и активной помощи В. Н. Большакова, которому автор искренне благодарен.

Второй тип очевидной связи с растительностью не имеет и фиксируется в виде протяженной полосы вдоль восточного берега озера, а также окаймляет гольцы в 700 м северо-восточнее м. Страшной и 500 м западнее залива Зыряновская курья.

И, наконец, третий тип – слой гажи и лежащий выше известковистый сапропель в основании сапропелевой толщи в заливе Няшевская курья, которая описана выше.

Рассмотрение анализов сапропелей Няшевской курии показывает, что карбонат кальция присутствует и в верхних слоях сапропеля в весовых количествах, однако, при просмотре остатков от растворения он нами обнаружен не был. Связано это, по-видимому, с тем что представлен он только неагрегированными микрокристаллами размером менее 0.01 мм, диагностика которых оптически невозможна. На ИК-спектрах валовых проб остатков от растворения наблюдается слабая полоса поглощения карбонатов (около 1480  $\text{cm}^{-1}$ ).

Минералогически все карбонатные осадки однотипны и сложены кальцитом. Вариации наблюдаются лишь по содержанию органики и степени уплотнения. Если карбонаты Травяной кури – полужидкие, с большой примесью полуразложившихся растительных остатков и битой ракушки, что сближает их с карбонатными сапропелями Няшевки, то карбонаты второго и третьего типов – плотные, однородные и содержание органики в них не превышает 5 % (определен растворением в перекиси водорода). В отложениях первого типа и в известковых сапропелях рентгенографически устанавливается иногда примесь арагонита. По-видимому, появление арагонита связано с наличием мелких обломков раковин моллюсков. В карбонатных отложениях второго и третьего типа арагонит не обнаружен.

Во всех пробах после растворения в HCl наблюдается большое количество (от нескольких десятков до 100–120 штук) панцирей диатомовых и стандартный набор силикокластики (кварц, полевые шпаты, слоистые силикаты). Максимальное содержание силикокластики (до 15 %) отмечено в гаже Няшевской кури.

Очевидно, что карбонатные отложения Травяной куры являются современными, продолжающими свое формирование, образованиями. Полоса, прослеженная вдоль восточного берега и «окантовка» гольцов, есть не что иное, как обнаженный «базальный» слой сапропелевой залежи.

Прежде чем приступить к обсуждению генезиса этих отложений, необходимо кратко остановиться на истории проблемы.

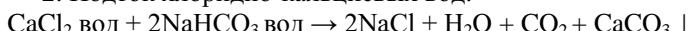
Вопросам изучения пресноводных карбонатов посвящено огромное количество публикаций, охватывающих как большой временной (наиболее ранняя найденная нами работа относится к 1903 г. (А. Кернер фон Марилайн), а последние известные нам сборники вышли в 1989 году (Гажа Нечерноземной зоны..., 1989; Биохимические карбонаты..., 1989)), так и географический интервал (от Швеции (Даниланс, 1957) на западе до Алтая на востоке, и от Коми на севере до Башкирии на юге (Шапорев, Кокаровцев 1985)).

На механизм осаждения карбонатов в пресных водоемах давно уже существуют две точки зрения: хемогенная – выпадение из пересыщенных растворов, и биохемогенная – смещение карбонатного равновесия при фотосинтетической деятельности водной растительности. В последнее время биохемогенный механизм признается большинством исследователей, но, тем не менее, по-прежнему появляются работы, предлагающие совершенно фантастические механизмы хемогенного осаждения (Ковальчук, 1985). Ковальчук А. И. пишет (с. 38): «Несмотря на широкое распространение водной карбонатной системы, хемогенное накопление крупных скоплений карбонатов таким путем в континентальных условиях требует огромных объемов воды, длительного геологического времени, жестких климатических и геоморфологических условий». Он предлагает две схемы осаждения карбоната кальция:

1. Подток сульфатно-кальциевых вод:



2. Подток хлоридно-кальциевых вод:



Элементарный расчет показывает, что при той и другой схеме произойдет быстрая (причем не за геологическое, а за историческое время) минерализация вод поверхностных водоемов, в одном случае – сульфатом, а в другом – хлоридом натрия. И трудно себе представить механизм формирования столь мощного щелочного резерва, обеспечивающего протекание этих реакций.

Но и сам механизм поверхностного обызвествления водных растений иногда трактовался весьма своеобразно. Так, образование известковых корок на поверхности листовых пластин высших водных растений рассматривался в работе В. П. Маслова (1961), как результат поглощения гидрокарбоната кальция нижней частью листа, выделение извести верхней частью листа как  $\text{CaOH}_2$ , где при реакции с  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  образуется твердый осадок  $\text{CaCO}_3$ .

По нашим наблюдениям, в оз. Б. Миассово, с низкой минерализацией его вод, иного, отличного от биохемогенного, пути для осаждения карбонатов быть не может. Только в условиях локальных пересыщений за счет смещения карбонатного равновесия при фотосинтезе в зарослях водной растительности может происходить их осаждение. Специальные исследования по изучению фотосинтеза на оз. Б. Миассово не проводились, однако процесс этот общеизвестен. Так в работе Л. И. Егоровой и Т. А. Стрижовой (1985) сказано: «Приустьевые участки и прибрежное мелководье покрыты обширными зарослями макрофитов. Процессы фотосинтеза их пересыпают в литорали водную толщу растворенным кислородом до 147–160 % насыщения, при значениях 0.8–12.5 мг/л. Макрофиты, ассимилируя растворенную углекислоту, сдвигают карбонатное равновесие в сторону образования карбонатов (1.2–10.1 мг/л). Величина pH в это время составляла 8.4–9.3».

Что при этом должны образовываться дисперсные микрокристаллы, переход которых в осадок даже на небольших глубинах весьма проблематичен. Механизм сегрегации микрокристаллов на поверхности водной растительности довольно прост. Присмотр под микроскопом свежих известковых корок с листьев рдестов показал, что они переполнены микроводорослями, которые играют роль клея, собирающего на своей поверхности кристаллы карбонатов. Свежеотросшие листья рдестов, не облепленные планктонными водорослями, никаких налетов не несут.

Наши наблюдения за водной растительностью позволяют развеять еще одно распространенное заблуждение. Утверждается, что харовые водоросли в процессе жизнедеятельности выделяют карбонат кальция, образуя чехол вокруг слоевища (Маслов, 1961; Основы палеонтологии..., 1963). Действительно, к концу лета эти водоросли покрываются коркой кальцита и становятся ломкими. Однако хары, извлеченные из-подо льда, уже к декабрю месяцу совершенно лишены карбонатного чехла. Механизм формирования чехла у харовых аналогичен описанному выше для рдестов, однако, в отличие от высших растений, харовые водоросли, обла-

дая ослизневелым слоевищем, не нуждаются в «помощи» и сами, улавливая выделяющийся карбонат, быстро и интенсивно обызвествляются.

По многолетним наблюдениям масштабы современного карбонатообразования сильно варьируют в зависимости от летних температур. В жаркое лето, при сильном прогреве поверхностного слоя воды, растворимость  $\text{CO}_2$  падает, что приводит к давлению роста водной растительности (большинство зарослей рдестов в местах их постоянного произрастания даже не выходят на поверхность). Корки карбонатов либо очень тонкие, либо не образуются совсем. В прохладное лето картина наблюдается прямо противоположная.

Из сказанного можно сделать вывод, что на начальной стадии формирования донных отложений озера преобладал прохладный климат, благоприятный для развития водной растительности, обеспечивающей интенсивную осадку карбонатов и формирование слоя озерного мергеля (гажи) в основании сапропелевой залежи.

Нами проводились многолетние наблюдения на полигоне в курье Травяной для получения количественных характеристик интенсивности карбонатообразования. На площади 1  $\text{m}^2$  подрезались и вынимались целиком из воды побеги рдеста и, после подсушивания, осыпавшиеся карбонатные корки взвешивались. С учетом неизбежных потерь в процессе извлечения, которые были визуально оценены нами равными 30 %, в разные годы образование карбонатов колебалось от 100 (1986 г.) до 800  $\text{g/m}^2$  (1995 г.), что соответствует, ориентировочно, образованию слоя карбонатов от 1.0 до 4.0 см за 100 лет. Фактическое накопление может значительно отличаться от расчетных данных в меньшую сторону в связи с растворением части осадка в зимний период за счет повышения концентрации в воде  $\text{CO}_2$ . На то, что этот процесс идет достаточно интенсивно, указывает полное растворение карбонатных чехлов на слоевищах зимующих харовых водорослей.

Но не зря говорят, что новое – это хорошо забытое старое. Поэтому считаем необходимым процитировать работу 1903 года (Кернер фон Марилеун, 1903, стр. 263): «Один лист *Potamogeton lucens* весом 0.492 г был покрыт известковой коркой весом 1.040 г. Если побег этого рдеста, развивший 5 листьев и покрывающий пространство в 1  $\text{dm}^2$ , осенью сгнивает, а известь опускается на дно пруда, то на каждый квадратный дециметр дна ежегодно приходится отложение из углекислой извести весом около 5 г».

**Магний ( $Mg^{2+}$ ).** Источником магния является выщелачивание породообразующих магнезиальных минералов. Количество

магния остается достаточно стабильным в течение года и составляет от 10–15 мг/л. На рис. 14 отмечается уменьшение содержания магния, начиная с 1995 года.

**Натрий ( $Na^+$ ) и калий ( $K^+$ ).** Главным источником натрия являются процессы выветривания полевых шпатов. Количество натрия составляет от 2.5–7.0 мг/л. Несмотря на то, что калий и натрий имеют близкие кларки, а растворимость солей калия в целом несколько выше, содержание калия почти всегда ниже, чем содержание натрия. Причиной значительно меньшей по сравнению с натрием миграционной способности калия является его высокая сорбционная способность и усвояемость живым веществом. Количество калия составляет от 0.7–4.5 мг/л. Суммарное количество натрия и калия достигает 11.5–15.3 мг/л. В течение последних пяти лет содержание этих микроэлементов остается стабильным.

### Режим растворенных газов и pH воды

**Растворенный кислород.** В период летней стагнации вся толща эпилимниона равномерно насыщена кислородом, относительные величины концентрации которого колеблются в пределах, близких к насыщению (98–110 %). Перенасыщение воды кислородом, наблюдаемое при значительном прогреве воды, создается главным образом вследствие запаздывания эвазии  $O_2$  при быстром нагревании воды и влияния фотосинтеза при массовом развитии фитопланктона. Интерес представляет распределение кислорода – в апреле у поверхности было отмечено 92 % насыщения, на глубине 12 м – 61 % и у дна на глубине 19 м – всего 16 %. О значительном кислородном дефиците в придонном слое глубинной области летом упоминает Ф. Е. Боган (1959), однако результатов наблюдений он не приводит. По кислородному режиму озеро Большое Миассово по некоторым признакам заметно отклоняется от олиготрофного типа. Первые данные относятся к 1929 г. (Подлесный, Троицкая, 1941). В конце августа 1949 г., по наблюдениям сотрудников Ильменского заповедника (Жариков, 1951), содержание кислорода в эпилимнионе понижалось с 98.8 до 70 % насыщения, на глубине 17 м – до 28 % и резко упало до 6 % на глубине 20 м. У дна на глубине 22 м кислорода не было. Наблюдения 15 сентября 1949 года показали, что осеннее перемешивание охватило водную толщу до глубины 15 м, где содержание кислорода соответствовало 65–77 % насыщения. Глубже сохранялось состояние стагнации, и количество кислорода в при-

донном слое было несколько ниже, чем летом. Подобное распределение кислорода было установлено и в 1965 году: при небольшом недонасыщении в верхних слоях его содержание упало в гиполимнионе до 41 % на глубине 20 м и до 5 % у дна, на глубине 22 м. Таким образом, все предыдущие исследования свидетельствуют о значительном поглощении кислорода в нижних слоях озера во время летней и зимней стагнации, приводящем к образованию бескислородного придонного слоя. В январе 1987 года студентами МГУ проведены гидрохимические исследования озера Большое Миассово, и отмечалось уменьшение содержания кислорода с глубиной от 11.3 мг/л (76.9 % насыщения) на поверхности до 4.5 мг/л (30.6 % насыщения) на глубине 19.3 м (Серенькая, 1992).

Похожие данные мы получали в течение последних лет. Содержание кислорода летом в придонных слоях составляет 89–99 % насыщения. Зимой несколько меньше – 69–78 %. С глубиной отмечается некоторое снижение количества кислорода до полного исчезновения в придонных слоях. Происходит значительное поглощение кислорода во время зимней стагнации, приводящее к образованию бескислородного придонного слоя (табл. 9).

Полученные нами результаты совпадают с данными С. С. Жарикова (1951), это означает, что кислородный режим не претерпел существенных изменений.

**Растворенный углекислый газ.** Данные по содержанию свободной углекислоты приводит С. С. Жариков (1951). В августе 1949 г. свободная углекислота появилась на глубине 7 м, а глубже ее количество возросло до 26 мг/л на глубине 20 м и до 44 мг/л у дна. В середине марта того же года до глубины 7 м содержание свободной углекислоты достигало 8 мг/л, на глубине 15 м оно превысило 24 мг/л, а в нижнем слое возрастало до 78 мг/л.

В летние месяцы 1999 года свободная углекислота появилась на глубине 18 м, а у дна ее содержание составляло 48.1 мг/л. Вероятно, что к концу летней стагнации ее количество в гиполимнионе еще больше увеличилось. Отчетливо прослеживается влияние прогрева воды на содержание  $\text{CO}_2$ . Растворенная углекислота обнаруживалась в мае и июне в концентрациях 2.5 мг/л.

Таблица 9

Содержание растворенных газов в воде озера  
Большое Миассово

Место отбора	Дата	Глубина, м	O <sub>2</sub> , мг/л	CO <sub>2</sub> , мг/л
Центр озера	16.07.96	0.5	10.2	7.4
		12	1.4	13.4
		20	3.7	16.7
Центр озера	15.07.97	0.5	16.5	0
		3	15.2	0
		6	13.6	1.2
		9	13.4	1.7
		12	8.4	4.5
		15	8.7	4.9
		18	10.4	4.3
		22	12.1	17.2
Залив Няшевская курья	15.07.97	0.5	—	4.5
		3	—	12.6
		7	—	22.0
Залив Штанная курья	15.07.97	0.5	—	0
		3	—	4.2
		6	—	18.2
Центр озера	28.01.98	0.5	8.9	9.3
		12.5	6.4	13.1
		20	0	54.0
Центр озера	10.05.98	0.5	10.6	1.2
		6	8.3	4.0
		20	0	18.0
Центр озера	16.08.99	0.5	9.7	0
		6	2.4	0
		12	1.3	0
		18	0	12.6
		22	4.7	48.1

Затем она полностью расходовалась в процессе жизнедеятельности фитопланктона, и в воде появлялись карбонатные ионы, содержание которых колебалось от 1.5 до 5 мг/л.

В водах озера в июле 1997 г. по акватории было отобрано несколько проб на наличие содержания растворенного газа, и были отмечены большие пределы изменения углекислоты от 0 мг/л в центре озера до 18 мг/л в Штанной курье и до 22 мг/л у Няшевского кордона (см. табл. 9).

Весной, сразу после схода льда в поверхностных слоях содержание углекислоты составляло 4 мг/л, а у дна увеличивалось до 18 мг/л. Летом углекислота обнаруживается в основном только у дна – 28–52 мг/л. Зимой (центр озера) насыщенность углекислотой несколько выше – от 9.3 мг/л у поверхности до 54 мг/л у дна.

## Биогенные элементы

Содержание биогенных элементов регулирует развитие водных растительных организмов и является одним из факторов биологической продуктивности водоема. Биогенные элементы поступают, в основном, с водой притоков, с атмосферными осадками, из залитых почв и пород, а также из донных отложений.

**Железо.** Поверхностные воды района озера Большое Мирасово в различной степени обеспечены минеральными формами железа. Чаша озера также сложена горными породами, содержащими железо в достаточно большом количестве (глава 1). Этот элемент, как известно, образует прочные комплексные соединения со многими органическими лиганндами природных вод, благодаря чему его концентрация в воде в десятки раз выше расчетной. Подвижным железо становится только в условиях заболачивания. Поэтому вода ручьев, вытекающих из болот, богата растворенным железом (6.3 мг/л – ручей из залива Зимник). Но в воде концентрация минеральных форм железа не превышает 0.07 мг/л.

Распределение железа по водной толще озера тесно связано с содержанием кислорода. В поверхностных слоях воды содержание железа меняется от аналитического нуля до 0.02 мг/л. Обеднение придонных слоев кислородом сопровождается увеличением концентрации минеральных форм железа до 0.08 мг/л. Многолетняя динамика среднегодовых содержаний железа отображена на рис. 15. Средняя концентрация в 1994 году составила 0.23 мг/л, а в 1998 г. едва достигала 0.03 мг/л. Косвенным фактором уменьшения содержания железа является увеличение уровня вод в озере.

**Фосфор.** Воды озера бедны минеральным фосфором, содержание которого в большинстве случаев близко к пределу чувствительности анализа. Фосфор содержит базальты и граниты, в осадочных породах его содержится немного. В связи с высокой реакционной способностью свободный фосфор в природе не встречается. Наиболее часто фосфор связывается с кальцием (фосфориты, апатиты), что сближает его распространение с этими элементами. Для анионов типа  $\text{PO}_4^{3-}$  предельно допустимая

норма 3.5 мг/л. По данным М. А. Андреевой (1973), содержание фосфатного фосфора в оз. Б. Миассово – 0.001–0.056 мг/л.

Фосфаты появляются в придонных слоях – до 0.13 мг/л. Поверхностное содержание фосфора находится в пределах от 0 до 0.03 мг/л. Средняя концентрация  $\text{PO}_4^{3-}$  за период наблюдений в 1999 г. составила 0.05 мг/л, что совпадает с данными М. А. Андреевой. Представляет интерес выявление основного источника поступления фосфатов в воду. Как следует из табл. 10, концентрация фосфатов по акватории равномерная, повышенное содержание их в заливах не регистрируется. Однако наблюдается закономерность в распределении  $\text{PO}_4^{3-}$  по глубине: содержание растворенного фосфора в придонных слоях, как в главном пlesе, так и в заливах значительно выше, чем в поверхностных и закономерно увеличивается с глубиной. Это позволяет сделать предположение о том, что вынос из донных отложений – один из главных источников поступления фосфора в воду, превышающий его сток с водосбора. Эвтрофирующее влияние заливов, по-видимому, незначительно или отсутствует.

**Аммоний ( $\text{NH}_4^+$ ).** Основным источником поступления аммония в озере являются подземные воды. Среднее количество аммония в природных водах составляет 0.2 мг/л. В озере обнаруживается содержание от 0.01 до 0.63 мг/л. С глубиной концентрация аммония уменьшается от 0.20 до 0.03 мг/л. У Нишевского кордона количество аммония на поверхности достигает 0.63 мг/л (табл. 10). В среднем по озеру содержание аммония 0.28 мг/л.

**Нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ).** Нитраты постоянно обнаруживаются в поверхностном слое озера, содержание их возрастает от 0.01 мг/л в мае до 0.33 мг/л в сентябре, иногда достигает 0.9 мг/л в летнее время. Практически не обнаруживаются в зимних пробах.

В небольших количествах (0.2–1.0 мг/л) нитраты поступают из атмосферных осадков (Россолимо, Федорова, 1967). По наблюдениям Л. Л. Россолимо и Е. И. Федоровой (1967), в июле нитраты отсутствовали, а на глубине 12 м были обнаружены в небольшом количестве. Их содержание в придонном слое на глубине 22 м увеличилось до 0.29 мг/л, здесь же появились нитриты и небольшое количество аммиака. По нашим наблюдениям, концентрация нитратов с глубиной уменьшается, и они практически отсутствуют в придонных слоях (см. табл. 10). Среднее содержание нитратов в озере составляет 0.16 мг/л. Отмечена высокая концентрация нитратов в крупных заливах (в среднем 0.27 мг/л

Таблица 10  
Общие гидрохимические показатели оз. Большое Миассово

Место отбора проб	Дата отбора проб	Глубина, м	$\text{NH}_4^+$ , мг/л	$\text{NO}_2^-$ , мг/л	$\text{NO}_3^-$ , мг/л	$\text{PO}_4^{3-}$ , мг/л	$\text{F}^-$ , мг/л	Общая жесткость, мг-экв/л	Щелочность, мг/л
Центр озера	16.07.98	0.5	0.20	0.001	0.03	0.03	0.01	2.25	120
		3	0.20	0	0.08	0.03			
		6	0.20	0	0.06	0.02			
		9	0.14	0	0.07	0.04			
		12	0.20	0	0.04				
		18	0.05	0	0.01				
		22	0.03	0	0	0.11			
Центр озера	18.08.99	0.5	0.10	0.010	0.11	0.03	0.01	2.20	120
		3	0.24	0.010	0.01	0.03			134
		6	0.33	0	0.03	0.03			
		9	0.33	0	0.01	0.03			
		12	0.04	0	0	0.06			138
		16	0.01	0	0	0.08			
		18	0	0	0	0.13			
		22	0.20	0	0.33	0.13			111
Залив Няшевская курья (кордон)	24.08.99	0.5	0.63	0.020	0.70	0.03	0.01	1.80	142
		3	0.07	0.020	0.10	0.03		2.10	124
		7	0.40	0.020	0	0.09		1.90	121
Залив Штанная курья	24.08.99	0.5	0.33	0.040	0.90	0.01	0.01	2.23	125
		3	0.20	0.030	0.12	0.01			120
		4.5	0.20	0.001	0.11	0.03			
		6	0.13	0	0	0.07			

в Штанной курье и 0.28 мг/л в Няшевской курье), тогда как в главном плесе она намного ниже (средняя концентрация нитратов – 0.06 мг/л).

**Нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ).** Присутствие в воде нитритов, даже в сотых долях, является показателем свежего хозяйствственно-бытового загрязнения природных вод. Достаточно большое количество нитритов обнаружено у Няшевского кордона – 0.020 мг/л в среднем по всей глубине (7 м) взятых проб, и в Штанной курье – 0.040 у поверхности и на глубине 4.5 м – 0.001 мг/л (см. табл. 10). Среднее содержание нитритов 0.01 мг/л.

**Окисляемость.** Перманганатная окисляемость (ПО) изменяется в пределах от 3.70 до 17.09 мгО/л. Она относительно невелика, повышается в июне и снижается в июле-августе (Летопись природы ..., 1995).

## **Микроэлементный состав**

Формирование химического состава природных вод озера происходит в условиях сложных гидравлических и гидрохимических взаимодействий поверхностных, подземных и атмосферных вод, в контакте с различными горными породами, почвами и донными осадками. В пресной гидрокарбонатной воде озера обнаруженные микроэлементы характеризуются достаточно большой активностью. Это воды начальной стадии формирования химического состава, имеют повышенную агрессивность. Водородный показатель pH (см. табл. 8) колеблется в пределах 6.0–9.5, чем объясняется хорошая подвижность микроэлементов. В таблице дан микроэлементный состав воды озера, многие микроэлементы являются естественными для природных вод Урала. Полученные нами данные показывают, что наряду со взвешенной составляющей значительная часть микроэлементов обнаружена в виде растворенных соединений.

**Свинец.** В природе проявляет себя и как халькофильный элемент, образуя соединения с серой, и как литофильный, входя в состав многочисленных породообразующих силикатов. В природных водах встречается практически повсеместно. В типичных гидрокарбонатных водах содержание его изменяется от следов до 0.05 мг/л. Средняя концентрация свинца в водах составляет 0.01 мг/л. В холодное время года содержание свинца в водах неизначительно увеличивается и, наоборот, с прогревом воды количество элемента возрастает. По ГОСТ–287473 предельно допустимая норма (ПДК) для свинца – 0.1 мг/л. Этот элемент практически не встречается в центре озера, в значительном количестве находится в Узкой курье, Липовой курье и Зимнике (табл. 11). По наблюдениям четырех лет, с самым большим среднегодовым содержанием свинца – до 0.02 мг/л – был 1997 год.

**Сурьма.** В природных водах озер Урала сурьма имеет ограниченное распространение. Она обнаруживается в водах гидрокарбонатных озер в небольшом количестве – от 0.009 до 0.3 мг/л. (ПДК по СанПиН № 4630-88). Сурьма в озерной воде, вероятно, природного происхождения, не превышает 0.007 мг/л во время весеннего привноса воды. В другое время практически не обнаруживается. В центре озера не отмечалась ни в одной пробе. Встречается только в районе Зимника, Штанной курье и в районе базы Миассово (табл. 11).

Т а б л и ц а 11  
Микроэлементный состав вод озера Большое Миассово

Места отбора проб	Сроки, год	Микроэлементы, мг/л							
		Fe	Cu	Zn	Cr	Sr	Mn	Pb	Sb
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Центр озера	май-сентябрь 1994	0.220	0.003	0.007	0.007	0.030	0.003	0.000	0.000
Центр озера	май-октябрь 1996	0.050	0.020	0.007	0.007	0.001	0.004	0.000	0.000
Центр озера	май-сентябрь 1997	0.013	0.013	0.015	0.004	0.080	0.010	0.000	0.000
Центр озера	май-октябрь 1998	0.010	0.025	0.031	0.005	0.024	0.010	0.000	0.000
Западный берег	май-сентябрь 1994	0.150	0.023	0.012	0.004	0.576	0.010	0.000	0.001
Западный берег	Январь 1995	0.002	0.010	0.020	0.006	0.783	0.002	0.000	0.000
Няшевский кордон	май-октябрь 1995	0.012	0.002	0.001	0.004	1.245	0.000	0.000	0.000
Западный берег	май-октябрь 1996	0.011	0.001	0.021	0.002	1.011	0.010	0.000	0.000
Западный берег	май-октябрь 1997	0.012	0.002	0.000	0.000	0.678	0.000	0.000	0.000
Няшевский кордон	май-октябрь 1998	0.066	0.010	0.270	0.000	0.830	0.900	0.000	0.000
Няшевский кордон	Январь 1999	0.034	0.032	0.400	0.000	0.420	0.300	0.000	0.000
Восточный берег	май-октябрь 1994	0.021	0.022	0.200	0.000	0.560	0.543	0.000	0.000
Восточный берег	май-сентябрь 1995	0.001	0.015	0.000	0.000	0.490	0.100	0.000	0.000
Восточный берег	Январь 1996	0.037	0.003	0.156	0.588	0.031	0.000	0.000	0.000
Восточный берег	май-сентябрь 1996	0.023	0.078	0.230	0.003	0.020	0.000	0.000	0.000
Восточный берег	июнь-октябрь 1997	0.047	0.152	0.000	0.000	0.030	0.450	0.000	0.000
Восточный берег	май-октябрь 1998	0.056	0.004	0.317	0.000	0.270	0.000	0.000	0.000
Восточный берег	Январь 1999	0.007	0.003	0.079	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000
Залив Узкая курья	май-октябрь 1997	0.012	0.001	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Залив Узкая курья	май-октябрь 1998	0.047	0.002	0.000	0.000	1.322	1.24	0.030	0.000
Залив Ли-повая курья	май-октябрь 1994	0.127	0.012	0.091	0.000	0.030	0.272	0.023	0.000

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Залив Ли- повая курья	май-сентябрь 1995	0.040	0.022	0.090	0.000	0.390	0.270	0.030	0.000
Залив Ли- повая курья	Январь 1996	0.000	0.014	0.100	0.410	0.032	0.000	0.000	0.000
Залив Ли- повая курья	май-октябрь 1996	0.000	0.011	0.090	0.420	0.370	0.000	0.000	0.000
Залив Ли- повая курья	май-октябрь 1997	0.292	0.025	0.090	0.015	0.027	0.000	0.000	0.000
Залив Ли- повая курья	май-октябрь 1998	0.070	0.067	0.050	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
Залив Штан- ная курья	май-октябрь 1994	0.300	0.091	0.080	0.420	0.020	0.280	0.000	0.000
Залив Штан- ная курья	май-сентябрь 1995	0.000	0.090	0.800	0.000	2.060	0.260	0.000	0.000
Залив Штан- ная курья	май-октябрь 1996	0.350	0.003	0.090	0.430	1.241	0.350	0.000	0.007
Залив Штан- ная курья	май-октябрь 1997	0.040	0.060	0.020	0.010	0.240	0.010	0.040	0.000
Залив Штан- ная курья	Январь 1998	0.010	0.040	0.010	0.000	0.987	0.210	0.000	0.000
Залив Штан- ная курья	май-октябрь 1998	0.320	0.090	0.070	0.050	0.040	0.000	0.000	0.000
В устье р. Белой	май-октябрь 1996	1.780	0.270	0.070	0.410	0.042	0.040	0.000	0.000
В устье р. Белой	май-сентябрь 1998	0.080	0.010	0.010	0.010	0.030	0.400	0.000	0.001
Северный берег (база)	май-октябрь 1994	0.360	0.005	0.030	0.460	0.220	0.330	0.000	0.004
Северный берег (база)	Январь 1995	0.060	0.020	0.010	0.000	0.352	0.000	0.000	0.000
Северный берег (база)	май-октябрь 1995	0.010	0.230	0.070	0.440	0.120	0.360	0.000	0.000
Северный берег (база)	май-октябрь 1996	0.020	0.054	0.000	0.000	0.024	0.004	0.000	0.000
Северный берег (база)	май-октябрь 1998	0.070	0.005	0.080	0.000	0.030	0.310	0.000	0.000
Залив Зимник	Январь 1995	0.070	0.020	0.001	0.000	0.002	0.260	0.000	0.000
Залив Зимник	Январь 1997	0.022	0.006	0.001	0.000	0.246	0.330	0.003	0.002
Залив Зимник	Январь 1998	0.060	0.067	0.020	0.000	0.731	0.000	0.025	0.000
Залив Проходная	май-сентябрь 1996	0.080	0.040	0.260	0.000	0.070	0.006	0.000	0.000
Залив Проходная	май-октябрь 1997	0.090	0.170	0.014	0.000	0.005	0.460	0.030	0.000
Залив Проходная	май-октябрь 1998	0.070	0.050	0.020	0.000	0.003	0.003	0.000	0.000
оз. М. Ми- ассово	май-октябрь 1998	0.060	0.004	0.032	0.003	0.341	0.000	0.000	0.000

**Хром.** Хром является загрязняющим элементом природных вод и, наряду с другими тяжелыми металлами, может быть причиной угнетения жизненных функций организмов и снижения биопродуктивности водоема. Считается, что особую опасность вызывают соединения хрома VI, обладающие канцерогенными свойствами. Состояние металла имеет существенное значение в отношении его миграционной подвижности, накопления и распределения среди наиболее важных компонентов водных экосистем (вода, донные отложения, биота). На поверхности земли преобладают слабо растворенные трехвалентные соединения хрома. В высококислых условиях, в основном летом, возможно окисление трехвалентного хрома до шестивалентного с образованием растворимых хроматов. Хром относится к мало-подвижным элементам. В щелочной среде озерной воды он переходит в раствор в форме хроматов. Щелочные соли ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) хорошо растворимы в воде. В пресных гидрокарбонатных условиях концентрация его изменяется от 0.0001 до 0.7 мг/л (ПДК по СанПиН № 4630-88 для хрома общего – 0.5 мг/л). Среднее содержание хрома в воде Б. Миассово 0.03 мг/л. По акватории этот элемент распространен повсеместно. На рис. 15 отмечается небольшое уменьшение количества элемента, начиная с 1994 года.

**Марганец.** Сложное геологическое строение берегов и дна озера предполагает нахождение этого элемента в воде и донных осадках. Носителями марганца являются различные пироксены, амфиболы, сульфиды и др. Сульфат марганца хорошо растворим, особенно летом (393 г/л при температуре 25 °C). В миграции марганца большое значение имеют микроорганизмы. В природных водах марганец мигрирует в двухвалентной форме, выпадение гидроокиси происходит в щелочной воде. При более высоких валентностях марганец может переноситься в форме коллоидов. Вынос марганца в ионной форме возможен и с гидрокарбонатными ионами. В пресных гидрокарбонатных водах озер Урала содержание колеблется в пределах 0.001–7.6 мг/л (ПДК по СанПиН № 4630-88 составляет 0.1 мг/л). Среднее количество этого элемента составляет 0.05 мг/л. В водах озера содержание марганца не превышает ПДК. В летнее время в течение нескольких лет в пробах отбираемых из ручьев стекающих в озеро, марганца обнаруживается от 7.0–9.7 мг/л (восточное побережье озера), а в самом озере количество этого элемента не превышает 0.5 мг/л. По акватории марганец распространен повсеместно. По наблюдениям последних четырех лет, количество марганца увеличивается, начиная с 1996 года (см. рис. 15).

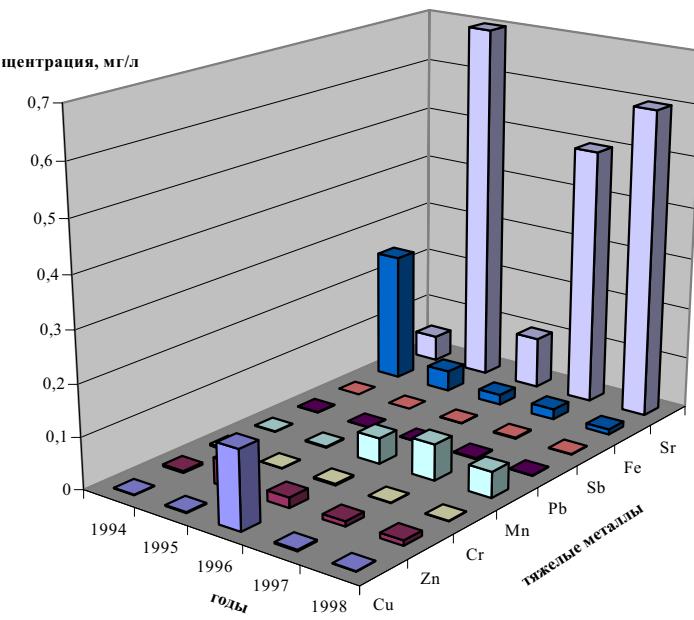


Рис. 15. Среднегодовые концентрации микроэлементов в водах оз. Б. Миассово.

**Марганцевые конкреции.** Марганцевые конкреции были обнаружены (Корнилов, Веретенникова, 1998) на площади развития дресвянистых песков в пределах гольцов и, только в одном случае (мыс Страшной), – на песчаной отмели в 150 м от берега (см. рис. 4). Максимальная их концентрация приурочена к «контакту» песков и сапропелей. Поскольку опробование проводилось донной трубкой, максимальный размер извлеченных конкреций составляет 30 мм. Конкреции представляют собой округленно-буగристые образования, пористые, хрупкие (легко растираются пальцами в угольно-черный порошок). Количество распределение конкреций по площади неизвестно, но, поскольку даже при первичной редкой сети опробования, они были подняты донной трубкой, можно предполагать их значительное площадное распространение и большую плотность залегания на дне. По контуру гольца, расположенного 750 м к северо-востоку от мыса

Страшного, было проведено опробование по сети 10×10 м. Практически в каждой второй точке трубы поднималась сажистыми примазками, а из двух скважин были подняты конкреции. Для проведения детальных исследований необходимы водолазные работы.

Рентгенограммы материала конкреций соответствуют вернадиту (анализ выполнен на кафедре кристаллографии Санкт-Петербургского госуниверситета Т. А. Семеновой). Исследования структуры конкреций на растровом микроскопе показали, что они имеют бактериоморфную структуру (рис. 16), аналогичную той, что наблюдается как в океанических (рис. 17) (Батурина, 1986), так и в пресноводных (Дубинина, Дерюгина, 1971) марганцевых конкрециях. Эти находки представляют интерес по целому ряду причин.

Во-первых, это первые марганцевые конкреции, обнаруженные в пресноводном озере на Урале, и всего третья находка в России (Дубинина, Дерюгина, 1971; Курдин, 1960). Кроме того, описаны железо-марганцевые конкреции в одном из озер Северной Белоруссии (Жолнерович, 1988). Во-вторых, вновь подтверждается биогенный характер марганцевых конкреций (Батурина, 1986). В-третьих, здесь особенно остро ставится вопрос об источнике марганца в донных осадках. По имеющимся гидрохимическим

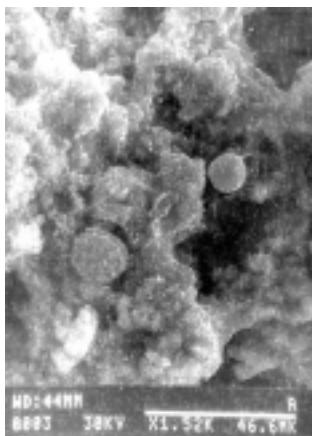


Рис. 16. Бактериоморфная структура поверхности марганцевой конкреции оз. Б. Миассово (Страшной мыс).

Съемка выполнена В. А. Котляровым на приборе РЭММА-2.

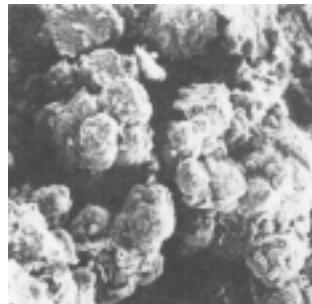


Рис. 17. Бактериоморфные структуры поверхности железо-марганцевой конкреции радиоляриевой зоны Тихого океана.

Увел. 200. (Батурина, 1986, табл. V)

данным, при общей минерализации воды озера 0.2 г/л, среднее содержание Mn составляет 0.05 мг/л. Отмечаются локальные превышения этих концентраций: Няшевская курья (май-октябрь 1998 года) – 0.9 мг/л, Узкая курья (май-октябрь 1998 года) – 1.24 мг/л, Штанная курья (май-октябрь 1994) – 0.28 мг/л. Такие концентрации марганца полностью исключают возможность химического осаждения его из воды. В то же время, содержания марганца в воздушно-сухом сапропеле достигают  $3.6\text{--}7.2 \times 10^{-2}\%$ . Содержание железа практически на порядок больше. Концентрирование марганца и железа в сапропелях объясняется тем, что исходную основу для них составляют микроводоросли (диатомовые, синезеленые и др.), а фотосинтез невозможен без этих элементов (Уильямс, 1985; Саут, Уиттик, 1990), невозможен без марганца и фосфатный цикл (Хьюз, 1983).

Масштабы аккумуляции Mn были продемонстрированы в работе М. Л. Хитрова и Ю. Б. Холиной (1972). В экспериментах с морской водой, содержащей радиоизотоп  $\text{Mn}^{54}$ , культивировался тотальный планктон. Происходило быстрое поглощение  $\text{Mn}^{54}$ , при коэффициенте накопления  $10^3$ , и прочное удержание марганца гидробионтами.

Таким образом, получает объяснение и источник марганца (сапропели) и условия локализации конкреций (контакт сапропелей с хорошо аэрируемой зоной дна водоема, на гольцах и в прибрежной зоне, промываемых ветровыми течениями, где происходит активное разложение органики и высвобождение марганца).

Еще одним подтверждением бактериального происхождения конкреций служит их вернадитовый состав. По данным Г. Н. Лысюк (1996), образование вернадита возможно лишь при быстром окислении  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{Mn}^{4+}$ . Следовательно, abiогенное окисление растворенным в воде кислородом, которое протекает очень медленно, не приводит к образованию вернадита. Его выделение становится возможным лишь в результате каталитического окисления  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{Mn}^{4+}$  бактериями. Потенциальными «строительями» марганцевых конкреций могут оказаться микроводоросли. Р. Саут и А. Уиттик (1990) описали эвгленовую водоросль рода *Trachelomonas*, образующую панцирь, содержащий до 60 % марганца. Решить окончательный вопрос, кто принимает участие в образовании конкреций, возможно только после детальных микроскопических исследований.

Мы подчеркнуто говорим о марганцевых, а не о железо-марганцевых конкрециях, так как только в одной из них была

обнаружена линзочка размером  $0.2 \times 3$  мм, сложенная окислами железа.

Исходя из полученных нами данных, возникает аналогия между озерными и океаническими конкрециями. Вполне вероятно, что основным источником марганца для формирования океанических конкреций являются также первичные продуценты (планктонные водоросли), которые, пройдя по пищевым цепям и потеряв значительную часть органики, в виде пеллет оседают на дно, где окончательно разлагаются бактериями с мобилизацией марганца. По литературным данным (Савенко, 1990), в составе осаждающегося на дно материала содержание  $C_{\text{опр.}}$  составляет 3–5 %, и содержание марганца в иловых растворах резко повышенено по отношению к морской воде. Для прояснения этого вопроса необходимо проведение дополнительных гидрохимических исследований в участках развития марганцевых конкреций, на «контакте» сапропелей с песчаными отмелями.

**Медь.** В пресных гидрокарбонатных водах Урала концентрация меди колеблется от 0.001 до 0.09 мг/л. Среднее содержание в водах Б. Миассово – 0.02 мг/л. Весной количество этого элемента возрастает от 0.1 до 1.7 мг/л. В основном большое содержание элемента показывают литоральные пробы, в пробах, взятых в центре озера, среднее количество элемента не превышает 0.02 мг/л даже весной. Максимальное содержание меди до 0.146 мг/л было в 1996 году. В остальные годы количество микроэлемента не превышало 0.02 мг/л (ПДК по СанПиН № 4630-88 для меди составляет 0.01 мг/л) Отмечаем превышение ПДК элемента в 2 раза.

**Цинк.** В природных водах уральских озер цинк встречается редко и обнаруживается лишь в пресных гидрокарбонатных. В воде озера Б. Миассово отмечен весной – от 0.001 до 0.030 мг/л. В сугробовых пробах (взяты в 1999 г.) этого элемента обнаружено 0.7 мг/л. По акватории цинк распространен повсеместно. Самое большое содержание этого микроэлемента – до 0.05 мг/л – отмечено в 1995 году, в последующие годы количество цинка уменьшается (ПДК по СанПиН № 4630-88 для цинка – 0.01 мг/л).

**Стронций.** В схожих условиях, в пресных гидрокарбонатных водах озер Урала, стронций имеет повсеместное распространение и встречается в содержаниях от 0.0001 до 1.56 мг/л. Это весьма активный в геохимическом отношении элемент, в воде характеризуется высокой подвижностью. Растворимость его бикарбоната больше, чем растворимость бикарбоната кальция. Стронций осаждается в воде вместе с карбонатами, сульфатами

и хлоридами. Стронций обнаружен практически во всех пробах в небольших количествах. Среднее содержание составляет 0.58 мг/л. В некоторых случаях количество стронция достигает 2.06 мг/л. (ПДК по СанПиН № 4630-88 для стронция – 2.0 мг/л). В зимних пробах содержание несколько выше летней концентрации элемента. Вероятно, стронций имеет природное происхождение (амфиболы, сфены, апатиты). В центре озера количество этого элемента значительно ниже содержания в литоральных пробах, вероятно, это объясняется осаждением элемента. В озере Большое Миассово содержание стронция, как микроэлемента является самым большим. Объяснение этому можно найти в описании геологии озера, так как среднее валовое количество стронция в породах слагающих берега и дно озера составляет от 7 до 844 г/т (см. гл. 1).

**Фтор.** При снижении pH и уменьшении концентрации  $\text{HCO}_3^-$ , (что приводит к повышению содержания  $\text{Ca}^{2+}$ ), вероятно, подавляется миграционная способность фторид-ионов и, соответственно, уменьшается их концентрация в воде до необнаружения. Пробы на фтор отбирали с поверхности в разное время года. Количество фторид-иона оставалось стабильным – не более 0.01 мг/л (см. табл. 11) (ПДК по СанПиН № 4630-88 для фтора – 0.5 мг/л).

## Тяжелые металлы в гидробионтах

До настоящего времени не было никаких сведений, касающихся содержания тяжелых и других металлов в гидробионтах оз. Б. Миассово и других озер Ильменского заповедника. Цель наших исследований состояла в установлении биоаккумуляции и биоконцентрации тяжелых металлов в органах и тканях высших водных растений и рыб, выявлении биоиндикаторов. Предпринята попытка проанализировать количественные взаимоотношения металлов, накапливаемых водными растениями и рыбами. Контроль содержания тяжелых металлов в гидробионтах представляется существенным и перспективным.

По данным областного комитета экологии (Бакунин, 1994; Новоселов, 1998), Челябинская область относится к числу регионов страны с наиболее неблагоприятными экологическими ситуациями. Основным фактором остроты экологической ситуации в области остается высокая концентрация природозагрязняющих и природоразрушающих производств, преобладание таких экологически опасных отраслей, как черная и цветная металлургия, химическая и горнодобывающая промышленность, машиностро-

ение и др. Значительно возросла скорость сукцессионных изменений пресноводных экосистем (Экология озера..., 1998; Вейсберг, 1998; Кораблев, 1994). Большая часть загрязнений поступает в водоемы Ильменского заповедника со сточными водами. Однако приобретает актуальность и проблема загрязнения водоемов веществами, осаждающимися из атмосферы. Одним из «центров экологического неблагополучия» для Ильменского заповедника является Карабашский медеплавильный комбинат – мощный источник загрязнения окружающей среды окислами серы и рядом тяжелых металлов, в первую очередь, медью, цинком, никелем, свинцом, кадмием и др. Г. Г. Кораблев (1994) провел геохимическую оценку экологического состояния территории г. Миасса и его окрестностей, установил сильное загрязнение почвы водорасстворимыми наиболее опасными токсичными элементами на всей территории к северу от оз. Таткуль. Помимо традиционно токсичных халькофильных элементов, таких как кадмий, кобальт, свинец, цинк, установлены высокие концентрации элементов, встречающихся обычно в малорастворимых фазах – железо и алюминий. По уровню превышения ПДК элементов поверхностных вод северной части заповедника геохимический состав следующий: железо – 1–10 ПДК; кадмий – 0.5–1.5 ПДК; свинец – 0.3 ПДК; кобальт – 0.1 ПДК; цинк – 0.1 ПДК (Кораблев, 1994).

Внесение загрязняющих элементов в экосистемы озер заповедника ведет прежде всего к превышению естественных фоновых уровней содержания этих веществ в различных компонентах экосистемы. Это вызывает большой интерес к изучению содержания и накопления тяжелых металлов в гидробионтах, поскольку накопление тяжелых металлов в органах и тканях гидробионтов может оказаться более чувствительным показателем антропогенного воздействия, чем другие функциональные и структурные параметры водной экосистемы (биомасса, численность и т. д.). Согласно классификации Дж. Вуда (Wood, 1974), к очень токсичным отнесены такие химические элементы, как Be, Co, Ni, Cu, Zn, Sn, As, Se, Te, Rb, Ag, Cd, Au, Hg, Pb, Sb, B, Pt. Среди последних приоритетными загрязнителями считаются Hg, Pb, Cd, As, Zn, главным образом потому, что техногенное их накопление в окружающей среде идет высокими темпами (Ильин, 1991).

Свободные незакомплексованные ионы тяжелых металлов при определенных концентрациях в большинстве случаев токсичны для гидробионтов, в то время как ионы, связанные в комплексные соединения, особенно с органическими веществами ес-

тественного происхождения (гумусовые, белковоподобные соединения и продукты их биологической деструкции) даже при высоких концентрациях не обладают токсичными свойствами, за исключением соединений ртути и, возможно, некоторых других металлов (Линник, Набиванец, 1986).

## Материалы и методика

Образцы водных растений собирались из числа доминантов фитоценозов (см. гл. 6). Использовалась методика, разработанная ВНИИ минерального сырья им. Федоровского по определению металлов в растениях, аттестованная в соответствии с ГОСТ 42-08-205-81. Метод основан на деструкции органической основы растений способом сухой термической минерализации при контролируемом температурном режиме и последующем растворении минерализата в кислотах: азотной, соляной и фтористой. Средняя пробы растений для анализа составлялась из органов растений, собранных с нескольких особей определенного вида в данном экотопе. Пробы очищались, высушивались на воздухе и измельчались. Пробы исследовались в Институте минералогии УрО РАН на атомно-абсорбционном спектрофотометре химиком-аналитиком Маляренок М. Н. под общим руководством к.г.-м.н. Удачина В. Н.

Обловы рыб проводили сетями с разноразмерной ячейй: 16.5, 25, 30, 46 мм. Из улова для анализа отбирали 5–10 экз. одноразмерных рыб. Отловленную рыбу (100 экз.) после определения длины, массы и возраста укладывали в полиэтиленовые пакеты, замораживали и отправляли в лабораторию, где препарировали. Содержание тяжелых металлов определяли в органах и тканях сига, щуки, окуня, леща, плотвы, ерша, линя. Отобранные образцы тканей и органов высушивали при температуре 105 °С и запаивали в полиэтилен для хранения. Навески сухой пробы 0.3–0.4 г озолялись смесью кислот  $\text{HNO}_3^-$  и  $\text{HClO}_4^-$  при температуре 240 °С. Полученные растворы подлежали анализу в Институте минералогии на атомно-абсорбционном спектрофотометре Opton FMD-4 (химик-аналитик Маляренок М. Н.). Концентрация металла пересчитывалась на сухую массу ткани (Лосева и др., 1989). Правильность проводимых анализов проверена на государственных стандартных образцах.

## **Накопление и распределение тяжелых металлов в органах водных растений**

Высшие водные растения (макрофиты) обладают продукционным потенциалом и способностью активно накапливать тяжелые металлы, ассимилировать микроэлементы из воды и донных отложений (Ильин, 1991). Работы по исследованию тяжелых металлов в водных растениях оз. Б. Миассово ранее никем не проводились. Первичные результаты, полученные нами за 1998–1999 гг. указывают на необходимость таких исследований. Результаты наших исследований отражены в табл. 12. Биохимическому анализу были подвергнуты восемь видов растений, добытых с 4-х станций, две из которых расположены в северной части озера, по одной – в южной и западной.

У всех указанных видов растений были обнаружены тяжелые металлы (табл. 12). Отмечено повышенное содержание никеля в корнях урути колосистой – 8.8 мг/кг, элодее канадской (стебель, листья) – 3.4 мг/кг сухой массы. У трех видов растений (рдест блестящий, гречиха земноводная, элодея канадская), добытых с двух станций северной части заповедника, отмечено повышенное содержание хрома – от 8.6 до 15.6 мг/кг сухой массы. Как отмечает К. Н. Лукашев (1964), во многих районах Урала, в Новой Каледонии, в Индии известна особая «серпентиновая флора», содержащая повышенное количество хрома. Это зона рудных месторождений. Как отмечает Л. В. Снитько (1999), накопление тяжелых металлов в злаковом травостое на серпентинитах Ильменского заповедника повышенное: на 1–2 порядка – содержания никеля, на один порядок – хрома. Виды растений, доминирующие в фитоценозах на серпентинитах, содержат большие количества никеля и хрома, при этом не накапливая токсических для своего развития доз. Хром представляет собой важный микроэлемент в составе живого вещества. Содержание его в растениях (Лукашев, 1964) достигает  $5 \cdot 10^{-4}$  %. Различные виды растений (Кашин, Иванов, 1998) обладают селективной способностью к накоплению свинца даже при произрастании в одинаковых условиях. Нами были выделены растения трех групп: повышенного содержа-

Таблица 12

## Накопление тяжелых металлов в органах водных растений оз. Б. Миассово, мг/кг сухого вещества

Название органа растения	Место отбора (станция)	Число, месяц, год	Ni	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb	Cd	Cr
Уруть колосистая										
Корень	Зимник	2.08.99	8.88	16.13	137.5	92.5	275.0	15.13	0.4	–
Стебель			1.5	3.5	132.5	30	368	0.55	0.35	–
Листья			1.38	3.50	71.13	73.75	185.0	0.55	0.35	–
Тростник обыкновенный										
Корень	Няшевка	02.08.99	2.0	10.0	180.6	52.78	125.0	0.95	0.35	–
Стебель			0.18	91.6	41.6	22.5	93.0	0.55	0.35	–
Листья			4.44	2.25	146.3	32.5	100.0	0.55	0.35	–
Колосья			0.18	3.6	169	35.6	95.0	0.9	0.55	–
Камыш озерный										
Стебель	Няшевка	02.08.99	0.18	2.38	108.8	21.25	305.0	0.56	0.36	–
Соцветие			0.18	3.80	120.8	50	325.3	1.2	0.7	–
Рогоз широколистный										
Корень	Няшевка	02.08.99	1.13	3.25	123.8	28.75	23.0	0.95	0.35	–
Стебель			0.18	2.7	80.3	14.38	13.63	0.55	0.35	–
Листья			0.18	3.13	95.0	17.13	40	0.55	0.35	–
Генеративные органы	Няшевка		0.18	3.21	92.0	48.21	29.29	0.85	0.45	–

Окончание табл. 12

Название органа растения	Место отбора (станция)	Число, месяц, год	Ni	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb	Cd	Cr
Кубышка желтая										
Стебель	Зимник	02.08.99	0.18	4.5	121.3	25.0	90.0	1.38	0.35	—
Стебель	Няшевка		0.18	1.63	119.8	18.75	108.8	0.6	0.35	—
Лист	Зимник		1.5	4	111.3	35	86.25	3.08	0.35	—
Лист	Няшевка		0.18	3.38	98.8	27.75	153.8	1.88	0.35	—
Соцветие	Зимник		0.18	5.33	69.5	35.0	83.33	1.75	0.45	—
Соцветие	Няшевка		0.18	3.25	55.5	27.75	112.5	0.98	0.7	—
Рдест блестящий										
Стебель	Кораблик	25.10.99	1.21	4.74	160.71	30.36	181.1	1.21	0.19	14.5
Листья			1.4	4.8	170.0	36.4	197.5	1.5	0.3	12.0
Генеративные органы	Кораблик		2.35	6.19	187.6	57.35	193.53	1.79	0.39	10.29
Гречиха земноводная										
Корень		25.10.99	0.49	6.8	225.0	36.0	230.0	2.49	0.39	15.6
Стебель	Кораблик		0.39	5	145	15.0	100.1	0.83	0.20	15.03
Листья			1.17	5.82	168.2	19.17	121.7	2.08	0.27	8.66
Элодея канадская										
Вегетативная масса	Зимник	25.10.99	3.4	6.4	195.0	64.0	175.0	12.8	0.3	13.1

ния свинца (12.08–15.08 мг/кг) – уруть колосистая, элодея канадская), среднего (1.38–3.08 мг/кг) – рдест блестящий, гречиха земноводная, кубышка желтая и пониженного содержания (0.5–1.2 мг/кг сухой массы) – рогоз широколистный, тростник обыкновенный. Повышенное содержание Cu, Fe, Zn, Mn в отдельных органах водных растений отмечено больше для северной части озера, исключением является марганец, который в растениях южной части озера содержится в высоких пределах (93–325 мг/кг сухой массы) (табл. 12). По данным В. Б. Ильина (1991), диапазон нормального содержания тяжелых металлов в растениях одного вида очень широкий (максимальное количество превышает минимальное в 20–40 раз). Накопление тяжелых металлов в растительной массе в количестве, превышающем фон в 2–4 раза, еще не вызывает негативных последствий или же они очень незначительны. Тяжелые металлы в органах растений распределены неравномерно. В большем количестве макроэлементы накапливаются в корнях, стеблях, листьях (табл. 12). Важным моментом является знание «нормального» (фонового) содержания тяжелых металлов в различных видах водных растений, особенно в тех, которые служат пищевым объектом рыб и других животных. Попадая в избыток в растительные организмы, тяжелые металлы подавляют ход метаболических процессов, тормозят развитие, снижают продуктивность (Ильин, 1991).

Рассматривая зависимость содержания металлов в растениях, можно отметить, что в водных растениях оз. Б. Миассово содержание кадмия было незначительно (0.39–0.70 мг/кг сухой массы). Известна роль кадмия в жизни растений (Лапин и др., 1985). Приостановка роста водных растений и процесса фотосинтеза наблюдается при содержании кадмия 0.02–1.00 мг/л. Общее содержание кадмия в пресноводных растениях может изменяться от 0.15 до 342 мг/кг сухой массы (Лапин и др., 1985). В водных растениях оз. Б. Миассово кадмий обнаружен был на всех станциях во всех органах растений, без особых накоплений (табл. 12).

### **Накопление и распределение тяжелых металлов в органах и тканях рыб**

Значение тяжелых металлов для живых организмов многообразно (Goering et al., 1987; Кашулин, Решетников, 1995). Ионы ряда этих металлов играют важную роль во многих биологических процессах. Однако даже необходимые элементы в избытке становятся токсичными, причиняют вред организму, что ведет к

функциональным нарушениям, деформациям, смерти (Мартин, 1993). В рыбах осуществляется процесс детоксикации тяжелых металлов, заканчивающийся выведением избытка металла из организма или отложением его в виде инертных соединений в тканях и органах (Кашулин, Решетников, 1995). У рыб тяжелые металлы выводятся из организма в основном почками или с желчью. Различные металлы распределяются различным образом в организме. Как правило, никель, медь, цинк в наименьших количествах накапливаются в мышцах, тогда как в печени происходит повышенное накопление меди, а в почках – никеля (Глушкова, Пашкова, 1991). Основными путями попадания в организм и местами накопления в нем загрязняющих веществ являются: дыхательная система (жабры), пищеварительная (кишечник, печень, желчный пузырь) и выделительная (почки). Загрязнение воды тяжелыми металлами влияет на физиологические, поведенческие, морфометрические, генетические характеристики рыб (Давыдов, Исаева, 1997). Количество металлов в органах и тканях рыб является переменной величиной, находящейся в тесной взаимосвязи с геохимическими условиями среды обитания, с генеративным и пластическим обменом и другими факторами (Зубкова, Бирюкова, 1991; Marcus, David, 1985). При остром отравлении у рыб обычно наблюдаются сосудистые расстройства, воспалительные процессы в тканях, нарушаются координация деятельности взаимосвязанных органов, дыхания и кровообращения (Колупаев, 1989; Смирнов, Кортикова, 1988). Разовые или пульсирующие нагрузки металлов, характерные при аэротехногенном характере загрязнений (весенние паводки, обильные дожди) должны вызывать на первом этапе увеличение концентрации металлов в органах, через которые происходит поступление их в организм, затем перераспределение в органы, отвечающие за детоксикацию (печень, селезенка, печень) и, наконец, постепенное снижение их содержания (Handy, 1992). Эти процессы зависят от ряда факторов: концентрации металлов, жесткости воды, pH, питания и др. (Ewerall et al., 1989).

**Никель.** Никель необходим для живых организмов (Лукашев, 1964), он влияет на окислительные процессы и играет важную физиологическую роль. Повышенное содержание никеля или его недостаток вызывают различные заболевания у рыб и животных. В организме наземных животных потребителями никеля являются печень, кожа, эндокринные железы.

Для всех видов рыб субарктических водоемов, как отмечают Н. А. Кашулин, Ю. С. Решетников (1995), высокое содержание никеля характерно в почках и жабрах и незначительное – в мышцах.

У семи видов рыб, выловленных в оз. Б. Миассово, отмечена повышенная концентрация никеля. Наиболее высокое содержание этого металла отмечено в чешуе у хищных рыб: ерш, окунь, щука (8.0–7.5 мг/кг сухого веса), затем сиг, плотва (6.6–6.3).

У разных видов рыб никель накапливается в различных органах неодинаково:

ерш: чешуя>мышцы>кожа>жабры>печень

плотва: чешуя>скелет>жабры>кожа>мышцы>печень

Для всех видов отмечено незначительное содержание никеля в мышцах, где концентрации никеля были практически одинаковы. Исключением являются ерш, плотва (0.20–1.25 мг/кг сухой массы). В печени рыб содержание никеля менее высоко, ниже, чем в костной ткани и жабрах. Анализ показал, что у различных видов рыб в одних и тех же тканях никель накапливается в различных количествах (табл. 13).

По данным К. Н. Лукашева (1964), среднее содержание меди в почвах равно  $2 \cdot 10^{-3}$  и в организмах  $2 \cdot 10^{-4}$  весовых процентов. Максимальное и минимальное количество меди в почвах и организмах колеблется в широких пределах: в почвах – от  $0.3 \cdot 10^{-3}$  до  $6 \cdot 10^{-4}$  на 100 г почвы, в растениях – от  $1 \cdot 10^{-4}$  до  $3 \cdot 10^{-4}$  % на сырое вещество.

**Медь** участвует в развитии живых организмов как микроэлемент (Лукашев, 1964). Ее значение во всех биохимических и физиологических процессах, связанных с синтезом белков, углеродным обменом, фотосинтезом, весьма велико. Медь оказывает влияние на функции некоторых гормонов и усиливает действие биохимических процессов, протекающих в организме.

Из исследованных видов рыб самые высокие концентрации меди были у линя, сига, леща (76.0–73.3 мг/кг). Распределение этого металла в организме различных видов рыб следующее: печень>чешуя>кожа>жабры>мышцы.

Наибольшие концентрации меди отмечены в печени линя (76.0 мг/кг), наименьшие – в мышцах щук (0.6 мг/кг) (табл. 13). У всех видов рыб в жабрах зарегистрировано одинаковое количество меди – 3.0 мг/кг. Содержание меди изменяется от 0.6 (мышцы) до 76.0 мг/кг (печень) сухой массы. В печени линя, сига содержание меди на порядок выше, чем в других органах.

Таблица 13

Содержание тяжелых металлов (мг/кг сухого веса)  
в организмах и тканях рыб оз. Б. Миассово

Орган	Ni	Cu	Zn	Pb	Mn	Fe	Co	Cd
Сиг								
Жабры	1.8	3	196.88	0.20	23.6	199.75	0.1	0.2
Печень	2.42	73.33	97.5	0.3	12.83	666.7	0.5	0.25
Икра	1.08	4.58	172.9	0.3	15.75	512.5	0.2	0.25
Чешуя	6.67	8.17	83.67	13.5	44.51	106.17	1.8	1.33
Кожа	2.17	2.67	240.72	0.2	4.17	75.83	0.2	0.67
Мышцы	2	1	27.51	0.2	1.17	62.48	0.2	0.2
Щука								
Чешуя	6.17	6	85.67	12	44.68	85.33	2.8	1.67
Кожа	3.83	6	233.38	9.17	14.83	204.2	0.8	0.67
Мышцы	1	0.67	54.18	0.2	1.83	73.3	0.2	0.2
Жабры	2.7	3.03	393.75	0.83	20.2	89.38	0.1	0.2
Печень	2.65	16.25	112.5	0.2	9.1	223.75	0.4	0.2
Лещ								
Чешуя	5.33	9.17	61.83	16.17	45.84	66.83	3.05	1
Кожа	1.33	1.5	34.17	1.83	2.5	144.2	0.2	0.33
Мышцы	1.17	0.83	24.18	1.2	1.83	41.65	0.2	0.2
Печень	2.08	31.2	45.83	0.3	10.25	450	0.3	0.25
Жабры	2.6	2.8	46.52	1.62	24	130	0.1	0.2
Линь								
Кожа	2.33	4	66.68	4.17	19	75	1	0.5
Мышцы	1.83	2.17	47.51	1	3	63.31	0.2	0.17
Жабры	2.32	3.08	40.63	1.25	18	169.38	0.2	0.2
Печень	2.2	76	92.25	0.2	7.15	495.38	0.3	0.2
Окунь								
Чешуя	7.5	7	64.83	17.5	32.67	49.67	3.08	1.83
Кожа	4.67	2.83	63.35	5	12.33	75.83	2.5	1.5
Мышцы	2.5	1.33	42.51	0.2	3.5	49.98	0.33	0.33
Жабры	2.8	2.25	52.5	0.2	18.8	75.1	0.15	0.2
Печень	3	7.67	67.5	0.3	14.83	122.92	0.2	0.25
Плотва								
Чешуя	6.33	10.83	72.67	14.84	25.51	79.83	2.03	1.33
Кожа	2.33	8.5	123.36	2.67	5.17	135	0.5	0.17
Мышцы	1.67	1.67	57.51	10.2	2.67	89.96	0.33	0.33
Жабры	3.58	3.05	270.8	0.3	26.5	383.3	0.1	0.42
Печень	1.25	2.1	5.88	0.6	7.75	342.5	0.2	0.3
Скелет	4.1	3.75	27	3.13	36.75	130	0.1	0.4
Икра	0.75	6.75	10	0.6	4.75	212.5	0.82	0.4
Ерш								
Чешуя	8.06	4.33	8	16.08	42.83	241.7	2.85	1.17
Кожа	2.66	1.66	9.67	0.8	3.83	61.7	0.6	0.5
Мышцы	2.75	1.25	4.38	0.6	8.88	67.51	0.1	0.3
Жабры	2.33	2.83	6.17	1.51	24.17	128.3	0.1	0.5
Печень	0.2	10.33	6.17	0.8	9.17	373.3	0.2	0.3
Икра	1.75	5.75	6.38	0.6	14	151.3	0.96	0.4

**Цинк.** Из изучаемого ряда элементов нами было выявлено, что цинк наиболее активно накапливается в органах рыб. Некоторые живые организмы, например устрицы, концентрируют до 0.5–0.6 % цинка (на сухое вещество) (Лукашев, 1964). Цинк является существенной микросоставляющей, он активизирует ферменты и гормоны. Выполняет и другие важные функции. При недостатке цинка в организме нарушается каталитическая функция окислительных тканевых ферментов, обмен углеводов и белков, а также соединений, содержащих сульфогидрильную группу, уменьшается образование хлорофилла, витаминов С, Р и группы В. У исследованных нами рыб наблюдалась высокая вариабильность концентраций цинка в органах и тканях (393.0–240.0 мг/кг сухого вещества (см. табл. 13). Подобное отмечено ранее (Кашулин, Решетников, 1995). Цинк является, с одной стороны, биологически важным микроэлементом при низких содержаниях, с другой – опасным токсикантом для живых организмов при высоких концентрациях (Кашин, 1999). Цинк необходим для нормальной жизнедеятельности всех таксономических групп организмов. Он обнаружен в составе 200 ферментов, относящихся к шести классам, включая также гидролазы, трансферазы, лиазы, лигазы, изомеразы (Авчин и др., 1991). Низким содержанием цинка характеризуется вода оз. Байкал – в среднем 7 мкг/л. Количество цинка в воде трех пресных озер изменялось (Кашин, 1999) от 2 до 37 мкг/л, а его среднее содержание – 14 мкг/л. Наиболее высокие концентрации цинка нами были обнаружены в жабрах, коже и печени щук и сигов, причем их соотношения очень сильно различаются у разных видов (см. табл. 13). В отличие от меди цинк накапливается в коже, мышцах и жабрах, и только небольшая его часть аккумулируется в печени, однако цинк в больших количествах накапливается в жабрах и печени. В загрязняемых водоемах концентрация цинка в различных органах возрастает (Кашулин, Решетников, 1995). Накопление цинка (Кашулин, Решетников, 1995) одновременно поддается повышенной нагрузкой никеля и меди. Таким образом, содержания меди и цинка в рыбах в большей степени зависят от нагрузки никеля на водоем. У рыб из оз. Б. Миассово, отличающихся местом обитания и характером питания, содержание выявленных металлов также различается. На оз. Тургояк у плотвы обнаружены самые высокие концентрации цинка (188.37 мг/кг) (Экология озера ..., 1998), а на оз. Б. Миассово – у сигов, щук (см. табл. 13).

**Свинец.** Наибольшее количество свинца ( $5 \cdot 10^{-4} \%$ ) обнаружено в составе морских животных (Лукашев, 1964). Биологич-

ское значение Pb в организмах изучено мало. Его значение велико как в физиологических процессах, так и как биологически важной микросоставной части многих растений, животных и человека. Содержание свинца в рыбах оз. Б. Миассово на порядок меньше, чем марганца, и изменяется от 0.20 (мышцы) до 0.16 мг/кг (чешуя) сухой массы. Содержание в чешуе, мышцах и коже в 2–3 раза превышает содержание свинца в мышцах. В то же время содержание свинца в печени не превышает 0.8 мг/кг сухой массы. Установлена неравномерность накопления свинца различными органами (см. табл. 13). В оз. Тургояк окунь, больше чем другие виды рыб, накапливает свинец (Экология озера ..., 1998). На оз. Б. Миассово одними из накопителей свинца являются щука, окунь, ерш и др.

**Марганец.** По данным К. И. Лукашева (1964), марганец играет исключительно важную роль в развитии живых организмов. Он участвует в фотосинтезе, дыхании растений, активизирует процесс окисления и разложения. Марганец содержится как в низших, так и в высших животных организмах. Наибольшее содержание марганца нами отмечено в жабрах всех видов рыб – 18.0–26.5 мг/кг сухого веса. Содержание марганца изменяется от 1.1 (мышцы) до 45.8 (чешуя) мг/кг сухой массы. В жабрах и чешуе взрослых особей содержание марганца значимо не различается (см. табл. 13). Марганец участвует в превращении фосфорных соединений, в образовании жиров, в процессах синтеза и распада углеводов, является активатором ферментов и в ряде случаев входит в их состав (Лукашев, 1984).

**Железо.** Железо содержится во многих животных организмах: оно входит в состав гемоглобина. Содержание железа в беспозвоночных животных колеблется от  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $2 \cdot 10^{-1}$  %, а в морских рыбах доходит до  $5 \cdot 10^{-3}$  % (Лукашев, 1964). Железо также входит в состав тканей животных и растительных организмов, куда поступает в форме органических соединений, закисных и окисных солей в малых концентрациях. Содержание железа в тканях рыб изменяется от 46.0 (мышцы) до 666.7 (печень), 583.0 (жабры) мг/кг сухой массы. Железо накапливается в печени, жабрах рыб. Из исследованных видов самые высокие концентрации железа были у сигов, плотвы, леща (см. табл. 13), причем их соотношение различается у разных видов. Наименьшие значения концентрации железа были обнаружены в мышцах.

**Кадмий.** Биологическая и физиологическая роль кадмия, как отмечает К. И. Лукашев (1964), в жизни организмов слабо изучена. Кадмий способствует активности ряда функций орга-

низмов, повышает содержание сахара в крови, ослабляет способность инсулина понижать содержание сахара в крови и т. д. Наибольшее содержание кадмия установлено в моллюсках (от 0.05 до 0.2 % на сухое вещество). Из изучаемого ряда элементов кадмий наиболее активно накапливается в органах рыб оз. Б. Миассово (см. табл. 13). Его содержание изменяется от 0.1 (мышцы) до 1.8 (чешуя) мг/кг сухой массы. В чешуе, коже таких рыб, как сиг, щука, лещ, окунь содержание кадмия на порядок выше, чем в других органах. В печени и мышцах резких отличий накопления кадмия не отмечено (см. табл. 13).

**Кобальт.** В животных организмах наибольшая концентрация кобальта характерна для желез внутренней секреции. Как микроэлемент, кобальт играет важную роль в физиологических процессах роста и обмена веществ в живых организмах. Он входит в состав витамина В12, стимулирующего кроветворную функцию костного мозга (Лукашев, 1964). В морской воде кобальт представлен в среднем в меньших количествах, чем в почвах ( $1 \cdot 10^{-7}$  %). Содержание его в поверхностных и грунтовых водах мало изучено.

Для указанных видов рыб оз. Б. Миассово характерно высокое содержание кобальта в чешуе, коже (3.08–2.03 мг/кг сухого веса) и незначительное в мышцах (0.3 мг/кг), где концентрации кобальта были практически одинаковы. В печени рыб содержание кобальта невысоко. Исключением являются сиги и щуки, где кобальта в печени было 0.4 мг/кг сухого веса.

**Заключение.** Результаты анализа показали зависимость содержания тяжелых металлов в органах водных растений от химического состава воды оз. Б. Миассово. В оз. Б. Миассово ведущая роль в накоплении тяжелых металлов принадлежит водным растениям. Они обладают способностью активно накапливать в органах тяжелые металлы, ассимилировать микроэлементы из воды и донных отложений. Представителей этой группы гидробионтов можно рассматривать как мониторов, индикаторов полиметаллического загрязнения водной среды.

Различные виды водных растений обладают селективной способностью к накоплению тяжелых металлов (например, свинца) даже при произрастании в одинаковых условиях водоема.

Рыбы, обитающие в оз. Б. Миассово, различающиеся характером питания и местами обитания, испытывают различную нагрузку от загрязнения. Сиги-бентофаги и другие рыбы, проводящие большую часть времени в придонных слоях, испытывают большую нагрузку, чем плотва – планктонофаги, обитающие в пелагии.

гиали. Сходные результаты были получены при сравнительных исследованиях накопления тяжелых металлов рыбами-бентофагами и рыбами со смешанным питанием. Различные металлы неравномерно распределяются в организме. Как правило, никель, медь и цинк в меньших количествах накапливаются в мышцах, тогда как в печени происходит повышенное накопление меди. Основными путями попадания в организм и местами накопления в нем загрязняющих веществ являются: дыхательная система (жабры), пищеварительная (кишечник, печень и желчный пузырь) и выделительная (почки).

## ГЛАВА 4. ФИТОПЛАНКТОН

Первые работы по исследованию фитопланктона озер Большое и Малое Миассово проделаны Н. Н. Липиной в 1928 году на основании собранных ранее А. В. Подлесным материалов (Осипов, 1938). Результаты этих исследований в сжатом виде изложены в Справочнике по водным ресурсам СССР, вышедшем из печати лишь в 1936 году, приведен краткий список основных форм планктона (Справочник по водным ..., 1936).

Комплексное обследование озер Миасского и Чебаркульского районов впервые было проведено в 1928–29 гг. ЦНИИОРХ<sup>1</sup> совместно с УралВНИИОРХ<sup>2</sup>. Пробы фитопланктона обработаны П. И. Усачевым. Краткая заметка по этим материалам дана им (Справочник по водным ..., 1936) при описании растительности зауральских озер. По развитию фитопланктона он разбил исследованные водоемы на 5 групп. Большое Миассово вместе с озерами Тургояк, Большой и Малый Кисегач, Большой и Малый Теренкуль отнесены к первой группе. Озера этой группы он характеризовал слабым развитием синезеленых, доминированием диатомовых водорослей и золотистой водоросли *Dinobrion*, иногда значительным развитием *Ceratium hirundinella*. Десмидиевые и протококковые водоросли в видовом отношении разнообразны и присутствовали во всех группах изученных водоемов.

Исследования фитопланктона озерным отрядом МГУ во главе с аспирантом С. К. Осиповым (Осипов, 1938; Бондаренко, Осипов, 1940) носили подчиненный общим ихтиологическим целям характер и показали преобладание по числу видов диатомовых водорослей.

В 1936–37 годах озера заповедника были обследованы экспедицией УралВНИИОРХ. Результаты работ опубликованы в статье А. В. Подлесного и В. И. Троицкой (Подлесный, Троицкая, 1941). В ней приведен сводный список водорослей-доминантов, определенных до рода, наиболее часто встречающихся в Ильменских озерах. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в течение всего периода наблюдений преобладали диатомовые. Среди них доминировали *Asterionella*, ей сопутствовала *Synedra*.

<sup>1</sup> Центральный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства.

<sup>2</sup> Уральское отделение Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства.

В летнее время отмечено развитие синезеленых водорослей *Anabaena spiroides*, *Anabaena flos-aquae*, в субдоминантах была золотистая водоросль *Dinobrion*. Среди десмидиевых присутствовали в основном виды рода *Staurastrum*.

В 1937 году Пермским университетом были проведены гидробиологические исследования озер Ильменской группы, отраженные в рукописи О. А. Таусон (1940). В ней приведены материалы по фитопланктону 16 озер Ильменской группы, в том числе и по оз. Большое Миассово. Исследован летний фитопланктон (июль, август). Систематический список планктонных водорослей озера насчитывал 52 вида, по числу видов преобладали диатомовые (19 видов). Все озера разделены на 4 группы: Большое Миассово отнесено к I группе олиготрофных озер, характеризующейся доминированием диатомей и *Dinobrion*, слабым развитием синезеленых. Массового развития в озере («цветение» воды) в 1937 году не достигал ни один вид.

Исследования, ставящие задачу выявления видового состава флоры и фауны шести горных озер Ильменского заповедника (в том числе и оз. Б. Миассово), проведены Н. В. Бондаренко в 1936–1937 гг. (Бондаренко, 1938). По его данным систематический список фитопланктона оз. Б. Миассово насчитывал 36 видов водорослей. Указаны некоторые количественные характеристики. Массовой формой названа, в отличие от других исследований этих лет, синезеленая водоросль *Anabaena hassalii*, преобладали по численности («руководящие формы») синезеленые *Chlorococcus limneticus* (= *Gloeocapsa limneticus* Hollerb.) и *Microcystis aeruginosa*, а также диатомовая водоросль *Fragilaria crotonensis*, золотистая водоросль *Dinobryon stipitatum*, динофитовая *Ceratium hirundinella*.

В 1972–1973 годах на озерах Челябинской области Институтом озероведения АН СССР было проведено комплексное исследование по изучению лимнологических процессов в зависимости от окружающего ландшафта (Эколого-продукционные особенности..., 1978). Выявлены доминирующие комплексы фитопланктона, типичные для озер южно-таежного предгорного ландшафта (на примере оз. Б. Кисегач) и южно-таежного низкогорного (на примере оз. Б. Ишкуль), к которому принадлежит также оз. Б. Миассово. Типичный для предгорных озер заповедника комплекс составили представители трех групп водорослей: диатомовые (виды рода *Cyclotella*, *Fragilaria crotonensis*, *Stephanodiscus astraea* var. *minutulus*, *Synedra acus*), золотистые (виды

рода *Dinobryon*), пирофитовые (*Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum*).

В 1995–1996 гг. пробы планктона оз. Б. Миассово были отобраны С. Г. Захаровым (Челябинский педагогический университет, кафедра географии) и обработаны Г. В. Танаевой (ЮУФ-РосНИИВХ<sup>1</sup>, Летопись природы..., 1996). В числе преобладающих видов фитопланктона, кроме диатомовых (*Asterionella*, *Cyclotella*, *Fragilaria crotonensis*), золотистых (*Dinobryon*) и пирофитовых (*Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum*) указаны зеленые и синезеленые (*Gloeotrichia echinulata*, *Oscillatoria limosa*, *Snowella rosea*), отмечено также массовое развитие синезеленых.

## Материал и методика исследований

Фитопланктон озера Большое Миассово был исследован в период 1998–1999 гг. Пробы объемом 1.5 литра отбирались автоматическим батометром Паталаса с постоянных станций «Главная промерная вертикаль», «Зимник», «Кораблик» в 1998 году ежемесячно, в зимний период поквартально, весенне-летний период 1999 года ежедекадно и чаще при резких сменах термического режима, при визуальном наблюдении «цветения»; на удаленных станциях «Проходная», «Липовая», «Штанная», «Няшевская» пробы брались дважды в месяц. Сроки проведения работ – с мая по конец октября. На литоральных станциях в заливах применялся метод средневзвешенных проб. Данные по вертикальному распределению фитопланктона получены способом фракционного лова, в зависимости от величины прозрачности воды по диску Секки на пелагической станции «Главная промерная вертикаль». Для характеристики видового состава водорослей просматривали сетяные пробы и осадок проб, концентрированных отстойным методом, брали также разовые пробы в местах впадения ручьев. Всего проанализировано 109 проб. Все пробы просмотрены живыми в день отлова в целях выявления легкоразрушающихся видов фитопланктона, с использованием световых микроскопов «Amplival» и «Биолам Р-14». По результатам просмотра, кроме протоколов с зарисовками каждой пробы, сделан блок видеинформации объемом 6.4 Мб с помощью сканирующего модуля «Axiolab Pol (0.5)» с программным обеспечением

<sup>1</sup> Южно-Уральский филиал Российского научно-исследовательского института водного хозяйства

KS100 и процессором Pentium II. Пробы фиксировались для дальнейшего изучения. При определении видов использовалась следующая литература: «Определитель пресноводных водорослей СССР» под ред. М. М. Голлербаха (1951–1986); хлорококковые водоросли (*Chlorophyta*, *Chlorococcales*) даны по «Визначнику прісноводних водоростей Української РСР» (Коршиков, 1953); десмидиевые (*Chlorophyta*, *Desmidiales*, *Closteriaceae*) даны по «Флоре споровых растений» Е. К. Косинской (1960); отдельные виды золотистых (*Chrysophyta*) водорослей даны в соответствии с «Die Binnengewässer» Bd XVI (Huber-Pestalozzi, 1941).

Количественный учет фитопланктона проводили в счетной камере Нажота емкостью 0.01 мл. Биомасса водорослей рассчитана по геометрическим формулам объема клеток, удельный вес принят равным единице. Расчеты выполнены в программе Excel 7.0, размеры обрабатываемой матрицы первичных данных составили ( $A_1 : N_{1875}$ ), где  $A_i - N_i$  элементы матрицы. Оценку доминирования видов водорослей давали по индексу ценотической значимости, вычисляемому (также в программе Excel) по формуле:  $I = p\sqrt{b}$ , где  $p$  – встречаемость вида,  $b$  – его средняя биомасса.

## Таксономическая структура фитопланктона

### Видовой состав

В фитопланктоне озера зарегистрировано 104 вида водорослей, принадлежащие 7 отделам, 11 классам, 16 порядкам, 39 семействам, 55 родам. Из них 85 истинно-планктонных водорослей и 19 факультативно-планктонных (бентосных).

Рассматривая соотношения систематических групп высшего ранга, следует отметить значительное разнообразие отдела диатомовых (40 % от общего числа видов). Второе место по разнообразию принадлежит зеленым водорослям, насчитывающим 28 видов, третье место – синезеленым (17 видов). Примерно одинаково разнообразны золотистые (7) и пирофитовые (динофиты – 7, криптофиты – 1), последнее место по видовому богатству принадлежит эвгленовым (рис. 18).

Выявленные соотношения в целом типичны для фитопланктонных сообществ континентальных водоемов бассейна Северного Ледовитого океана (Сафонова, 1996). Преобладание

Таблица 14

Систематический список водорослей весенне-летнего планктона  
озера Б. Миассово

Название таксона	Встречаемость, %	Распределение по акватории						
		Станции:						
		Гл.	Крабник	Зимник	Липовая	Проходная	Штанная	Няшевская
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Cyanophyta</b> (синезеленые)								
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	7.3	+	+	-	-	-	-	-
<i>Anabaena flos-aquae</i> F. <i>graciles</i> (Kleb.) Elenk	52.3	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anabaena hassalii</i> (Kutz.) Wittr	8.3	+	-	+	+	-	-	+
<i>Anabaena spiroides</i> Kleb.	8.3	+	-	-	+	+	-	-
<i>Anabaena lemmermannii</i> P.Richt	0.9	-	-	-	+	-	-	-
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralf	0.9	-	+	-	-	-	-	-
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et G.S.West	2.8	+	-	-	-	-	-	-
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nag	17.4	+	+	+	-	+	+	-
<i>Coelosphaerium dubium</i> Grun	5.5	+	-	-	-	-	-	-
<i>Gloeocapsa limnetica</i> (Lemm.) Hollerb.	0.9	+	-	+	-	-	-	-
<i>Gloetrichia echinulata</i> (J.S. Smith) P.Richt.	57.8	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod	3.7	+	+	-	-	-	-	-
<i>Holopedia geminata</i> Lagerh	0.9	-	-	-	-	-	-	+
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz emend Elenk	15.6	-	+	+	-	+	+	+
<i>Microcystis aeruginosa</i> f. <i>viridis</i> (A.Br.) Elenk	1.8	-	-	+	-	+	-	+
<i>Microcystis pulvarea</i> (Wood) Forti emend Elenk	9.2	+	+	+	-	-	-	-
<i>Microcystis firma</i> (Breb. et Lenorm.) Schmidle	8.3	+	+	+	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	2.8	+	-	+	-	+	-	-
<i>Snowella rosea</i> (Snow) Elenk	34.9	+	+	+	-	+	-	-
<b>Chlorophyta</b> (зелёные)								
<i>Botryosphaera sudetica</i> (Lemm.) Chod.	0.9	-	+	-	-	-	-	-
<i>Coenococcus plancticus</i> Korschik	11.9	+	+	+	+	-	+	+
<i>Coenochloris ovalis</i> Korschik	4.6	+	-	+	-	-	-	-
<i>Chlorella</i> sp.	25.7	+	+	+	+	-	+	+
<i>Coelastrum cubicum</i> Naeg	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg	2.8	+	-	-	-	-	-	+
<i>Desmatoactum indutum</i> Pasch. (Geitl.)	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Naeg	0.9	-	-	+	-	-	-	-

Продолжение табл. 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Didymocystis planctonica</i> Korschik	9.2	+	+	+	-	-	-	-
<i>Oocystis solitaria</i> Wittrook	7.3	+	-	+	-	-	-	+
<i>Oocystis lacustris</i> Chod	3.7	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	7.3	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> Menegh	8.3	+	-	+	+	-	-	+
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	1.8	+	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp) Breb.	1.8	-	+	-	-	+	+	-
<i>Tetraedron incus</i> (Teiling) G.M. Smith	0.9	+	-	-	-	-	-	-
десмидиевые								
<i>Cosmarium sp.</i>	0.9	-	-	-	-	-	+	-
<i>Closterium aciculare</i> Tuffen West	0.9	-	-	-	-	-	-	+
<i>Closterium inaequale</i> Ehrenb.	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Staurastrum subgracillimum</i> Ralf	1.8	-	-	+	-	-	-	-
<i>Staurastrum gracile</i> Ralf var. <i>gracile</i>	23.9	+	+	+	+	+	+	+
улотриковые								
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	1.8	-	+	+	-	-	-	-
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverd.) Hind	0.9	+	-	-	-	-	-	-
вольвоксовые								
<i>Phacotus lenticularis</i> Ehren	2.8	-	-	-	-	-	+	+
<i>Polytoma sp.</i>	11.0	+	-	+	-	+	+	+
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pandorina morum</i> (Mull) Bory	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<b>C r y s o p h y t a</b> (золотистые)								
<i>Dinobryon sociale</i> Ehr	2.8	+	-	-	+	-	-	-
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americanum</i>	45.9	+	+	+	+	+	+	+
<i>Binnengewasser</i>								
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	51.4	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dinobryon divergens</i> var. <i>angulatum</i> (Sel.)	8.3	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brunnith</i>								
<i>Dinobryon cylindricum</i> Imh var. <i>palustre</i>	1.8	+	-	+	-	-	-	-
Lemm								
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.	1.8	-	-	-	+	-	-	-
<i>Mallomonas caudata</i> Iwan	24.8	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mallomonas acaroides</i> Perty	0.9	-	-	-	-	-	-	+
<i>Uroglenopsis americana</i> Lemm.	2.8	-	-	+	-	+	-	-
<b>B a c i l l a r i o p h y t a</b> (диатомовые)								
Discoidales								
<i>Aulacosira granulata</i> (Ehr) Sim.	21.1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aulacosira granulata</i> (Ehr) Sim. f. <i>curvata</i>	16.5	+	+	+	+	+	+	+
(Grun) Hust								

П р о д о л ж е н и е т а б л . 1 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Aulacosira italicica</i> (Ehr) Sim var. <i>tenuissima</i> (Grun) O.Mull	1.8	+	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i> O. Mull	33.9	+	+	+	+	+	+	+
<i>Melosira ambigua</i> (Grun.) O.Mull	12.8	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella comta</i> (Ehr) Kutz	32.1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella operculata</i> (Ag.) Kutz	9.2	+	+	+	-	-	-	-
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz	7.3	+	-	+	-	-	-	-
<i>Cyclotella kuetzingiana</i> Thw.	3.7	-	+	+	-	+	+	-
<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenst var. <i>lemanensis</i> O.Mull	11.9	+	+	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus astraea</i> var. <i>minutulus</i> (Kutz) Grun	5.5	+	-	-	+	-	+	-
Biddulphioidea								
<i>Attheya zachariasii</i> Brun.	3.7	+	+	+	-	-	-	+
Araphinales								
<i>Asterionella formosa</i> Hass	21.1	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asterionella gracillima</i> (Hantzsch) Heib	25.7	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria crotontensis</i> Kitt	67.0	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria capucina</i> Desm	0.9	-	-	-	-	-	-	+
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	0.9	-	-	-	-	-	-	+
<i>Synedra acus</i> Kutz	8.3	+	+	+	+	+	+	+
<i>Synedra acus</i> var. <i>radians</i> Kutz	10.1	+	+	-	-	-	-	+
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr	1.8	+	-	-	-	-	-	+
<i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i> Kutz	10.1	+	+	+	-	-	-	-
<i>Synedra ulna</i> var. <i>aequalis</i> (Kutz) Hust	3.7	+	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra tabulata</i> var. <i>obtusa</i> Pant	2.8	+	-	-	-	-	-	+
<i>Synedra ulna</i> var. <i>oxyrhynchus</i> (Kutz) V.H. f. <i>mediocontracta</i> Forti	2.8	+	-	+	-	-	-	+
<i>Synedra capitata</i> Ehr	0.9	-	-	-	-	-	-	+
Naviculae								
<i>Achnanthes exigua</i> Grun	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Amphora ovalis</i> Kutz	1.8	-	-	+	-	-	-	-
<i>Amphora perpusilla</i> Grun	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Amphora veneta</i> Kutz	0.9	+	-	+	-	-	-	-
<i>Caloneis silicula</i> (Ehr) Cl	1.8	-	-	+	-	-	-	-
<i>Caloneis silicula</i> var. <i>tumida</i> Hust	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cymbella ventricosa</i> Kutz	1.8	-	-	+	-	-	-	+
<i>Cymbella tumidula</i> Grun	2.8	+	+	-	-	-	-	+
<i>Eunotia</i> sp.	1.8	-	-	+	-	-	-	-
<i>Gyrosigma</i> sp.	1.8	+	-	-	-	-	-	+
<i>Navicula minuscula</i> Grun	0.9	+	-	+	-	-	-	-

Окончание табл. 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Navicula pupula</i> var. <i>mutata</i> (Krasske) Hust	0.9	-	-	+	-	-	-	-
<i>Navicula placentula</i> (Ehr) Grun	0.9	-	+	-	-	-	-	-
<i>Navicula sp.</i>	0.9	+	-	-	-	-	-	-
<i>Neidium dubium</i> (Ehr) Cl.	1.8	-	-	+	-	-	-	+
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch.	1.8	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kutz) Grun	1.8	+	+	+	-	-	-	-
<i>Nitzschia holsatica</i> Hust	9.2	+	+	+	-	-	-	+
Aulonoraphinales								
<i>Cymatopleura solea</i> (Breb.) W. Sm.	0.9	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>gracilis</i> Grun	2.8	+	+	-	-	-	-	-
<i>Surirella biseriata</i> Breb.	1.8	-	+	+	-	-	-	-
C r y p t o p h y t a (криптофитовые)								
<i>Cryptomonas sp.</i>	1.8	+	-	+	-	-	-	-
D y n o p h y t a (динофитовые, пирофитовые)								
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh								
<i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>gracile</i> Bachm	52.3	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>austriacum</i> (Zederb) Bachm	0.9	+	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium hirundinella</i> f. <i>piburgense</i> (Zederb) Bachm	0.9	+	-	+	-	-	-	-
<i>Glenodinium berolinense</i> (Lemm) Lind.	18.3	+	+	+	+	-	+	-
<i>Glenodinium berolinense</i> var. <i>apiculatum</i> Lemm	2.8	+	-	-	-	-	-	-
<i>Glenodinium sp.</i>	5.5	+	-	+	-	-	-	-
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.M.) Ehr	33.0	+	+	+	+	+	+	+
<i>Peridinium cinctum</i> f. <i>angulatum</i> (Lind.) Lef	1.8	+	+	+	+	-	+	+
<i>Peridinium bipes</i> Stein	2.8	+	-	+	-	-	-	-
<i>Peridinium willei</i> Hustf.-Kaas	0.9	+	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium volzii</i> Lemm	6.4	+	-	-	+	-	-	+
E u g l e n o p h y t a (эвгленовые)								
<i>Euglena acus</i> Ehr.	4.6	-	+	+	-	+	-	-
<i>Gyropaigne kosmos</i> Skuja	9.2	+	+	+	-	-	-	+
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr	3.7	-	-	+	-	-	-	+

диатомей связано с достаточно суровыми природно-климатическими условиями региона (см. гл. 1), а также предопределено исторически: эта группа водорослей преобладала на данной территории еще с третичного периода. Ведущая роль по богатству видов среди диатомовых принадлежит классу Pennatophyceae. Как известно, пенннатные в подавляющем большинстве являются бентическими формами, но они постоянно попадаются в планктоне

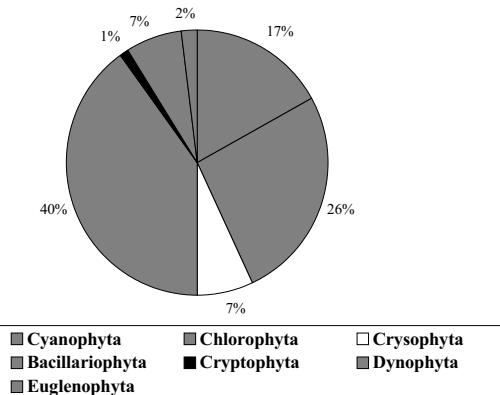


Рис. 18. Соотношение систематических групп высшего ранга фитопланктона оз. Б. Миассово.

Т а б л и ц а 1 5

Таксономическое разнообразие планктонных водорослей  
оз. Б. Миассово.

Отделы	Число таксонов					
	Классы	Поряд- ки	Семей- ства	Роды	Виды	Виды с формами
Cyanophyta	2	3	9	10	17	19
Chlorophyta	4	4	14	18	28	28
Crysophyta	1	2	3	3	7	9
Bacillariophyta	2	5	11	19	40	47
Cryptophyta	1	1	1	1	1	1
Dynophyta	1	1	1	3	7	10
Euglenophyta	1	1	2	3	3	3

из-за сильного волнения на мелководьях заливов и взмучивания донных отложений. Встречаемость их очень мала (табл. 14), в наших исследованиях они попались в большом разнообразии только в 2-х пробах, взятых во время штормов. Значительна встречаемость (табл. 14) лишь следующих диатомей: *Asterionella gracillima*, *A. formosa*, *Aulacosira granulata*, *Cyclotella comta*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira islandica*, *Melosira* subsp. *helvetica*.

Зеленые водоросли по видовому богатству занимают второе место (рис. 18). Из них заметного видового разнообразия достигает класс Chlorococcoophyceae – 20 видов из 8 семейств и 12 родов, но

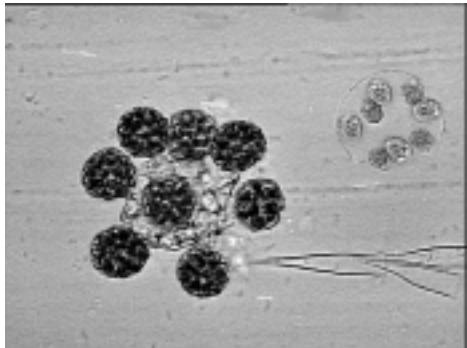


Рис. 19. Единичные колонии зеленых водорослей. Увел. 600.

встречаются в пробах единично (рис. 19). Представитель же класса *Conjugatophyceae*, порядка десмидиевых *Staurastrum gracile* var. *gracile* имеет большую встречаемость и численность в августовских и сентябрьских пробах.

Третье место по разнообразию видов занимают синезеленые водоросли (*Cyanophyta*). Выявлено 17 видов из 10 родов, относящихся к 2-м классам этого отдела. «Цветение» воды, зарегистрированное в 1999 году, происходило из-за массового развития именно синезеленых водорослей *Anabaena flos-aquae* F. *gracile* и *Gloeotrichia echinulata*. Виды класса *Hormogoniophyceae*, обнаруженные в планктоне, в большинстве относятся к семейству *Anabaenaceae* (4 вида и 1 разновидность из рода *Anabaena*).

Отдел *Chrysophyta* представлен 7 видами, относящимися к 3 родам и 3 семействам. Видовое богатство отдела золотистых незначительно, но высока численность в пробах и ценотическая роль (см. ниже), особенно видов рода *Dinobryon*.

Динофитовые (пирофитовые) также насчитывают немного видов (6), но часто встречаются (см. табл. 14) и имеют большую численность (виды *Ceratium hirundinella* и *Peridinium cinctum*).

Степень экологической изученности водорослей региона недостаточна. По отношению к солености воды водоросли исследуемого водоема относятся в подавляющем большинстве к олигогалобам (Приложение 1). В их составе преобладают индеффе-ренты, встречаются галофилы (*Cyclotella meneghiniana* Kutz, *Fragilaria crotonensis* Kitt).

По отношению к pH среды значительную группу составляют алкалифильты (виды, предпочитающие щелочную реакцию среды) – достаточно часто встречающиеся в озере виды *Aulacosira granilata*, *Synedra ulna*, *S. acus*, *Cymatopleura solea*; ацидофильты представлены единично встречающимися видами рода *Closterium*.

и *Eunotia*; преобладающей является группа индефферентов, к ним относятся *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb., доминирующая и вызывающая цветение, часто встречающийся *Pediastrum boryanum* (Turp) Menegh., *Scenedesmus quadricauda* (Turp) Breb. и многие другие (Приложение 1).

По географическому подразделению наблюдается преобладание широко распространенных видов, отмечено наличие группы бореальных и арктоальпийских видов. Бореальные виды представлены *Anabaena lemmermannii*, *Diatoma elongatum*, видами рода *Navicula*, арктоальпийские – *Cyclotella bodanica* var. *lemanensis*. Преобладает группа широко распространенных космополитичных видов, таких как диатомея *Asterionella formosa* Hass, из зеленых – *Pediastrum duplex* Meyen и другие (Приложение 1).

Таким образом, эколого-географический анализ выявленных водорослей (Приложение 1) показал, что основу фитопланктона оз. Большое Миассово составляет комплекс эвритопных и индефферентных по отношению к активной реакции среды видов, имеющих широкое распространение. Ядро альгофлоры составляют отделы диатомовых и зеленых, велика роль в фитопланктонных сообществах отдельных видов золотистых и динофитовых (*Dinobryon*, *Ceratium*). Отмечено также возрастающее видовое богатство синезеленых и массовое развитие отдельных видов водорослей этого отдела.

### Пространственно-временная динамика таксономической структуры фитопланктона

**Распределение по акватории.** Распределение по акватории видов равномерное, большинство планктонных водорослей обнаруживается и в пелагической, и в литоральной зонах озера (см. табл. 14). Исключение составляет массовое развитие *Anabaena lemmermannii* P. Richt., отмеченное только в заливе Липовая курья в течении одного дня. Большое видовое богатство на станциях «Зимник», «Главная вертикаль» и «Кораблик» произошло из-за более частого отбора проб на этих станциях.

**Вертикальное распределение.** Изучение вертикального распределения фитопланктона станции «Главная промерная вертикаль» дало противоречивую картину, связанную с климатическими особенностями 1999 года: интенсивное ветровое перемешивание толщи воды, частые осадки и усиление поверхностного стока с водосбора, значительное поднятие уровня воды. Четко отслеживалась меньшая численность синезеленых, золотистых,

динофитовых водорослей в медленно прогреваемых глубинных слоях пелагиали на протяжении всего сезона. Интенсивное перемешивание усреднило картину распределения водорослей в верхних слоях пелагиали и лitorали.

**Сезонная динамика.** Видовое богатство основных групп фитопланктона возрастает в период биологического лета (рис. 20, 21) – в сезоне 1999 г. это время приходится на сентябрь. Поскольку развитие фитопланктона коррелирует прежде всего с температурным режимом, необходимо отметить, что вегетационный сезон 1999 года был многоводным и дождливым, но не холодным. Летние похолодания были кратковременны, а дневные температуры немногочисленных жарких дней очень высокими (до 38 °C), что способствовало быстрому прогреву воды. В мае температура воздуха не поднималась выше 10–11 °C, температура воды держалась на уровне 7 °C, и, соответственно, развитие фитопланктона было на очень низком уровне. С начала июня температурный режим повысился: температура воздуха днем держалась у отметки 20 °C, вода начала прогреваться. Третья декада июня была жаркой: воздух прогревался до 28 °C, температура воды достигла 20 °C. Начало июля было прохладным и дождливым, но третья декада июля была очень жаркой – температура воздуха днем достигала 37–38 °C и поверхностные слои воды прогрелись до 26 °C (в заливах на мелководье до 27 °C). Температура воды опустилась ниже отметки 20 °C только к началу сентября и ниже 14 °C к октябрю. Таким образом, температурный режим воды был достаточно высоким и благоприятным для развития фитопланктона.

**Синезеленые водоросли.** Минимум видового богатства синезеленых наблюдался в мае. Была встречена одна большая колония *Holopedia geminata* в Няшевской курье, состоящая из более двухсот клеток, ни разу не встретившаяся позже в озере. Возможно майский пик развития водорослей был пропущен или слабо выражен из-за климатических особенностей года: ранний сход льда (28 апреля 1999 г.) сильным паводком и с первых чисел мая холодная дождливая погода. Этот отдел был представлен наибольшим числом видов в конце сентября, но пик развития синезеленых водорослей класса гормогониевых – виды рода *Anabaena* – приходится на июнь, сменившись доминированием одного вида *Anabaena flos-aquae* f. *gracilis* к концу июня. В июле и августе в пробах присутствуют в основном два доминирующих (см. ниже) вида синезеленых: *Anabaena flos-aquae* f. *gracilis* и

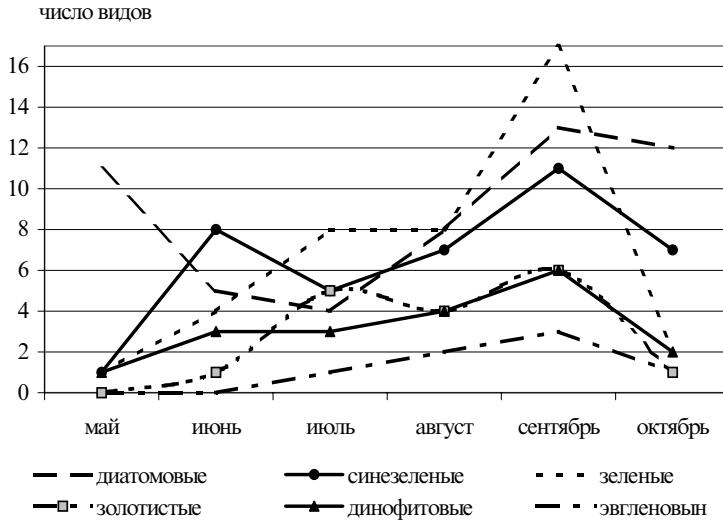


Рис. 20. Сезонная динамика видового богатства основных групп фитопланктона.

*Gloeotrichia echinulata*. К сентябрю начинают постоянно встречаться в небольших количествах виды рода *Microcystis*, многочисленны обрывки колоний и споры *Anabaena*, заметного обилия достигает вид *Snowella rosea*, обычен вид *Coelosphaerium kuetzingianum*.

**Диатомовые водоросли.** Отдел водорослей представлен наибольшим количеством видов в мае и сентябре-октябре. В мае встречались единично виды и вариации видов из рода *Synedra* и *Cyclotella*. Августовское поднятие видового обилия диатомовых связано со взмучиванием донных отложений из-за штормов, паводков и попадания в водную толщу бентосных форм порядка навикульных (виды родов *Amphora*, *Caloneis*, *Cymbella*, *Navicula*) в единичном количестве. В сентябре в пробах постоянно стали встречаться виды родов *Melosira*, *Aulacosira*, достигая значительной численности. Постоянно в сентябрьских пробах встречались *Attheya zachariasii*, звездчатые колонии *Nitzschia holsatica*, появились виды рода *Cyclotella*, *Synedra*. К концу сентября значительного обилия стали достигать виды, встречаемые на протяжении всего года: *Asterionella gracillima*, *A. formosa*, *Fragilaria crotonensis* (рис. 22–24).

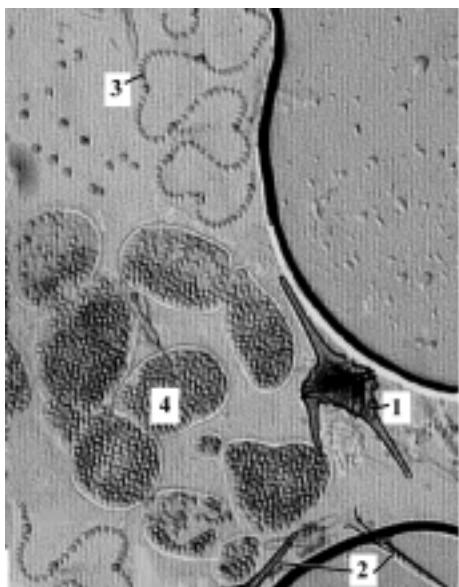


Рис. 21. Облик сообществ фитопланктона в сентябре. Увел. 150.

1 – *Ceratium hirundinella* f. *gracile*, 2 – обломки панцыря *Ceratium hirundinella*, 3 – обрывки колоний *Anabaena flos-aquae* f. *gracilis*, 4 – колонии *Microcystis aeruginosa* f. *viridis*.

**Золотистые водоросли.** В мае золотистые водоросли не встречались по всей акватории. Массово появившись в пробах 10 июня, вид золотистых *Dinobryon sociale* var. *americanum* (стадии цисты и многочисленные живые колонии) вегетировал до третьей декады июня, являясь единственным представителем золотистых и доминантой планктонных фитоценозов по всей акватории озера (рис. 25). Пик его массового развития пришелся на

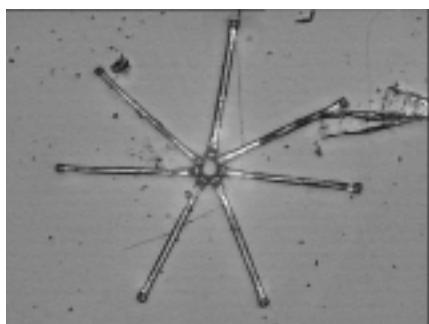


Рис. 22. *Asterionella formosa*. Увел. 500.

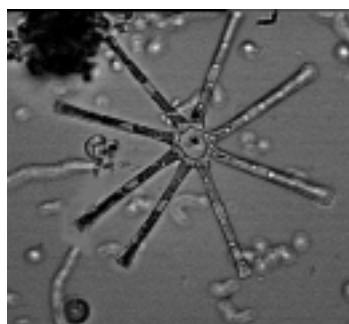


Рис. 23. *Asterionella gracillima*. Увел. 500.

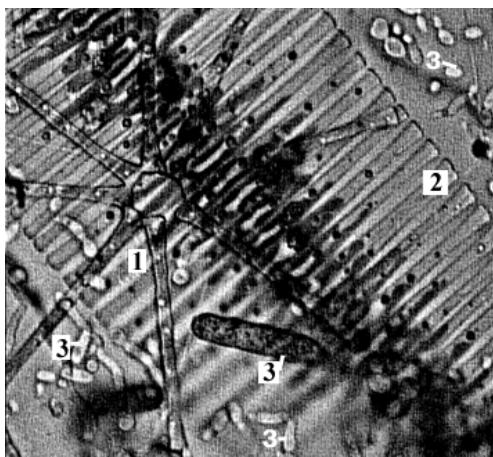


Рис. 24. Константные виды сообществ фитопланктона:  
1 – *Astericrella*, 2 – *Fragilaria crotonensis*,  
3 – споры различных видов рода *Anabaena*.  
Увел. 500.

конец второй декады июня. Вода имела желтоватый оттенок, при отстаивании вскоре появлялся осадок в виде хлопьев ржавого цвета. 28

июня вегетация прекратилась одновременно по всей акватории озера из-за массового развития синезеленых (*Anabaena*). Разнообразие отдела золотистых неуклонно повышалось к сентябрю, когда в устойчивый видовой комплекс входили золотистые водоросли *Dinobryon divergens*, *D. sociale* var. *americanum*, *Mallomonas caudata*.

**Зеленые водоросли.** Водоросли этого отдела также достигали наибольшего расцвета в сентябре, когда в устойчивый видовой комплекс входили *Pediastrum duplex*, *P. boryanum*, *Didymocystis planctonica*, *Chlorella* sp., *Coenococcus plancticus*, и вид порядка десмидиевых *Staurastrum gracile* var. *gracile*. Большинство зеленых встречены единичными колониями (см. рис. 19) в августовских и сентябрьских пробах. Виды рода *Closterium* (порядок десмидиевых) – типичные представители планктона

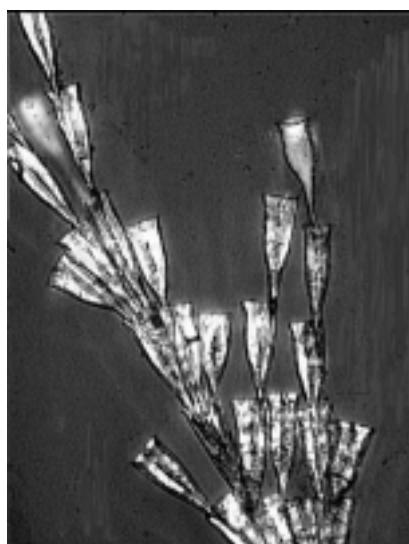


Рис. 25. Вид-доминант сообществ фитопланктона *Dinobryon sociale* var. *americanum* (колония). Увел. 550.

сфагновых болот, встретились единично, попав в озерный планктон из-за частых паводков и соединения верховых болот с озером мощными водотоками. Редкий, но имеющий широкий ареал распространения крупный планктонный вид *Desmatractum indutum* Pasch. (Geitl.) найден также в месте соединения залива озера «куря Зимник» с болотом, произошедшего вследствие поднятия уровня воды.

**Динофитовые водоросли (пирофитовые<sup>1</sup>).** Пик видового богатства водорослей этого отдела приходился на сентябрь. Константный вид *Ceratium hirundinella* f. *gracile* встречался с мая по октябрь. В октябре он присутствовал в стадии цист, встречались также многочисленные обломки панциря. Часто попадался в пробах на протяжении всего сезона *Peridinium cinctum*, иногда (только в пелагиали) вместе с редкой формой вида *P. cinctum* f. *angulatum* (Lind.) Lef., резко отличающейся вогнутой на брюшной стороне эпивальвой.

**Криптофитовые водоросли (пирофитовые).** Водоросли этого отдела представлены одним видом – *Cryptomonas* sp..

**Эвгленовые водоросли.** Эта группа представлена тремя видами и играет малозаметную роль в планктонных фитоценозах. Наиболее часто встречающимся видом оказался *Gyropaigne kosmos*. С июля по октябрь он нередко встречался в пробах единичными экземплярами, плавающими, характерно вращаясь вокруг своей оси, часто становясь вертикально и обнаруживая ребристое строение перипласта.

## Количественные характеристики фитопланктона

### Общая характеристика

Средняя численность фитопланктона в пробах по озеру в целом за период исследований составила 1857.9 млн кл./м<sup>3</sup>, средняя биомасса проб за этот же период – 2.960 г/м<sup>3</sup>. Максимальная численность 17528.1 млн кл/м<sup>3</sup> наблюдалась на литоральной станции Зимник 28.06.99 (пик массового развития синезеленой водоросли *Anabaena flos-aquae*). Минимальная численность 0.002–0.005 тыс. кл/м<sup>3</sup> наблюдалась в майских пробах на литоральных станциях «Штанная курья», «Проходная курья».

---

<sup>1</sup>Старое название отдела водорослей, объединявшего современный отдел динофитовых и криптофитовых.

Максимальная биомасса составила  $11.157 \text{ г}/\text{м}^3$  и отмечена в пик массового развития золотистой водоросли *Dinobryon sociale* var. *americanum* на станции «Липовая курья». Минимальная биомасса  $0.00006 \text{ г}/\text{м}^3$  отмечена в пробе 20.05.99 на литоральной станции «Штанная курья».

Таким образом, в литорали озера амплитуда колебаний значений биомассы и численности фитопланктона наиболее велика, что связано с неустойчивым температурным, кислородным и другими режимами.

### Сезонная динамика численности и биомассы основных отделов фитопланктона

Изменения биомассы основных отделов планктонных водорослей в сезонной динамике представлены на рис. 26. Отчетливо видна резкая смена пиков развития биомассы золотистых водорослей на пики биомассы синезеленых в третьей декаде июня и диатомовых в третьей декаде сентября.

**Синезеленые водоросли.** Среднесезонная биомасса этого отдела водорослей составила  $0.898 \text{ г}/\text{м}^3$ , средняя численность 1012 млн кл./м<sup>3</sup>. Численность (плотность) синезеленых определялась развитием колониальных видов *Anabaena flos-aquaef* f. *graciles* (рис. 27) и *Gloeotrichia echinulata*, имеющих мелкие

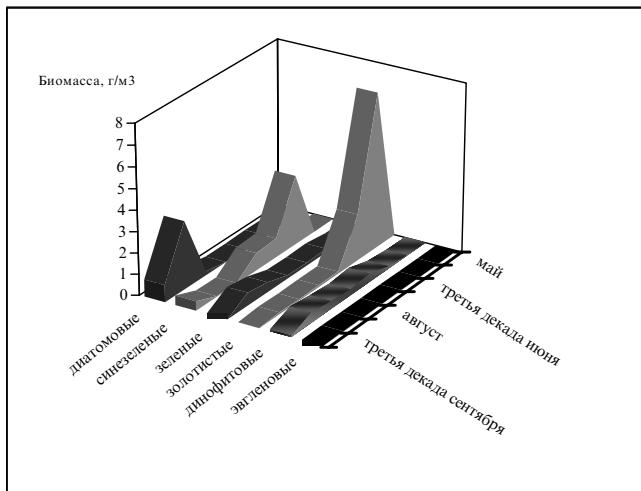


Рис. 26. Сезонная динамика биомассы ( $\text{г}/\text{м}^3$ ) основных отделов фитопланктона озера Б. Миассово в 1999 году.

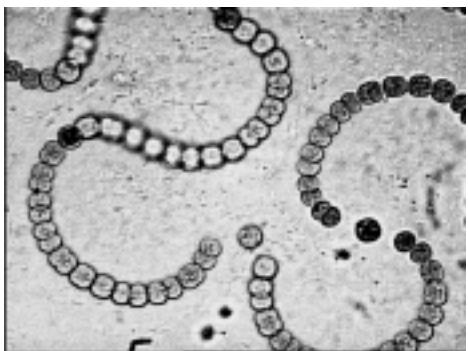


Рис. 27. *Anabaena flos-aquae* f. *graciles* – синезеленая водоросль «цветения» воды. Увел. 630.

размеры клеток (порядка 5–7 мкм в диаметре) и большое число клеток в колониях (колонии видны невооруженным глазом и достигают в диаметре 1 мм и иногда

более). Эти два вида имеют также наибольшую биомассу в пробах среди синезеленых, обусловленную массовым развитием. Максимальная биомасса *Anabaena flos-aquae* f. *gracilis* в пробах достигала 10.510 г/м<sup>3</sup> в слое 0.3–0.5 м 28.06.99 на литоральной станции «Кораблик». Это соответствует III (умеренной) степени «цветения» воды по эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод суши, предлагаемой Институтом гидробиологии АН УССР (основана на концентрации биомассы водорослей в поверхностном слое водоемов) (Временные методические..., 1985). Умеренная (III) степень «цветения» воды визуально характеризуется образованием слоя всплывающих водорослей и приводит к существенному ухудшению качества воды. Этой степени «цветения» вода озера Б. Миассово достигала с 28.06.99 по 30.06.99. Ветровое перемешивание, дожди, понижение температуры привели к распределению водорослей в толще воды, спаду вегетации. Средняя биомасса *Anabaena flos-aquae* f. *graciles* в июне составила 3.350 г/м<sup>3</sup>, в среднем за сезон в пелагиали – 0.934 г/м<sup>3</sup>, на литоральных станциях 1.752 г/м<sup>3</sup>. Массовое развитие *Anabaena flos-aquae* f. *graciles* вносило подавляющий вклад во всю биомассу синезеленых третьей декады июня.

В первой декаде июля появились в большом количестве шарообразные колонии вида *Gloeotrichia echinulata* (рис. 28), легко видимые в большом количестве невооруженным глазом. Биомасса этого вида держалась высокой на протяжении всего июля и августа без ярко выраженных минимумов и максимумов и вносила постоянный значительный вклад в общую биомассу синезеленых по всей акватории в течение этих месяцев. Средняя величина биомассы *Gloeotrichia echinulata* составила в пелагиали 0.563 г/м<sup>3</sup>, на литоральных станциях – 1.252 г/м<sup>3</sup>, в среднем по акватории за сезон – 0.881 г/м<sup>3</sup>. Эти величины соответствуют I



Рис. 28. *Gloeotrichia echinulata* – доминирующая синезеленая водоросль. Увел. 160.

(начальной) степени «цветения» воды (Временные методические..., 1985). На протяжении всего сезона вид *Gloeotrichia echinulata*

встречался в стадии *Pseudorivularia* V. Poljansk, и только в третьей декаде августа появились колонии в стадии *Gloeotrichia*. Колонии увеличились в диаметре до 1.5–2 мм, из шарообразных частью превратились в подушковидные. В сентябрьских пробах *Gloeotrichia echinulata* отсутствует.

К концу сентября средняя биомасса синезеленых достигает 0.454 г/м<sup>3</sup> за счет увеличения численности вида *Snowella rosea*, скопления спор *Anabaena flos-aquae* f. *graciles* и других видов рода *Anabaena*. Численность синезеленых высока из-за вклада немногочисленных, но постоянно встречающихся в сентябрьских пробах многоклеточных колоний *Microcystis aeruginosa*, *M. aeruginosa* f. *viridis* (см. рис. 21), *M. firma*, *M. pulvarea* и достигает в среднем 112.3 млн кл./м<sup>3</sup>.

**Диатомовые водоросли.** Среднесезонная биомасса водорослей этого отдела составила 0.654 г/м<sup>3</sup>. С мая по август численность и биомасса диатомей невелика и определяется биомассой константных видов *Fragilaria crotonensis* (среднесезонная биомасса 0.058 г/м<sup>3</sup>), *Asterionella gracillima*, *A. formosa*. В сентябре произошло резкое увеличение численности и биомассы центрических диатомей *Aulacosira granulata* (средняя биомасса 0.426 г/м<sup>3</sup>), *A. granulata* f. *curvata* (средняя биомасса 0.164 г/м<sup>3</sup>), *Melosira islandica* subsp. *helvetica* (средняя биомасса 0.390 г/м<sup>3</sup>). Произошло также резкое увеличение численности и биомассы константного вида *Fragilaria crotonensis* (средняя биомасса сентября 0.223 г/м<sup>3</sup> частично за счет увеличения индивидуальных размеров экземпляров этого вида с 40 мкм до 70 мкм, см. рис. 24). Наибольших значений биомасса диатомовых достигла в третьей декаде сентября и составила 3.198 г/м<sup>3</sup>.

**Золотистые водоросли.** Среднесезонная биомасса золотистых составляет 2.012 г/м<sup>3</sup>. Максимальное развитие водорослей этого отдела приходилось в 1999 г. на вторую декаду июня и было обусловлено массовым развитием одного вида – *Dinobryon sociale* var. *americanum* (см. рис. 25), средняя биомасса этого вида 2.425 г/м<sup>3</sup>. Максимальная биомасса золотистых, определяемая вкладом этого единственного вида, достигала 11.154 г/м<sup>3</sup> на станции «Липовая курья» 20.06.99 (и максимальной численности 185.53 млн кл./м<sup>3</sup>). Эта величина биомассы достигает нижней границы IV (сильной) степени «цветения» воды по эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод (Временные методические..., 1985). В воде присутствовал осадок в виде ржавых хлопьев (рис. 29). Но наблюдалась такая биомасса лишь на одной станции в течение нескольких дней. В среднем по акватории 20.06.99 биомасса золотистых составляла 7.780 г/м<sup>3</sup>, численность 129.5 млн кл./м<sup>3</sup>, что соответствует III умеренной степени «цветения» (Временные методические..., 1985). Минимальные значения биомассы золотистых наблюдались в октябре и составляли 0.002 г/м<sup>3</sup>, в мае виды этого отдела водорослей отсутствовали в пробах. В августовских и сентябрьских пробах заметный вклад в биомассу золотистых вносил вид *Mallomonas caudata* (средняя биомасса сентября этого вида составила 0.121 г/м<sup>3</sup>). Вид *Dinobryon divergens* постоянно входил в видовой комплекс с начала июля по конец октября без всплесков численности со среднесезонной биомассой 0.042 г/м<sup>3</sup>.

**Динофитовые водоросли (пирофитовые).** Среднесезонная биомасса водорослей этого отдела составила 0.302 г/м<sup>3</sup> при средней численности 0.485 млн кл./м<sup>3</sup>. Из динофитов постоянно присутствует в пробах вид *Ceratium hirundinella* f. *gracile* со средней биомассой 0.263 г/м<sup>3</sup>, достигая высоких значений биомассы дважды: в июле 0.468 г/м<sup>3</sup> (рис. 30) и в третьей декаде сентября 0.402 г/м<sup>3</sup>. Минимальные значения биомассы динофитовых наблюдались в мае и составили 0.0005 г/м<sup>3</sup>. Биомасса возрасала и составила в третьей декаде сентября 0.581 г/м<sup>3</sup> при средней численности 1.005 млн кл./м<sup>3</sup> – вклад в численность и биомассу вносили виды *Peridinium cinctum* (средняя биомасса 0.175 г/м<sup>3</sup>) и *P. volzii* (биомасса в сентябре 0.193 г/м<sup>3</sup>). Константный вид *Ceratium hirundinella* встречался в третьей декаде сентября в стадии цист и в виде обломков панциря.



Рис. 29. Дино-  
бривый облик воды озера  
Б. Миассово 20.06.99.  
Увел. 80.

**Зеленые водоросли.** Среднесезонная биомасса водорослей этого отдела составила  $0.206 \text{ г}/\text{м}^3$ . Минимальные значения численности и биомассы

наблюдались 20.05.99 и составляли  $0.00006 \text{ г}/\text{м}^3$  при численности  $0.015 \text{ млн кл.}/\text{м}^3$ . Биомасса зеленых плавно возрастила и достигла максимального значения  $0.612 \text{ г}/\text{м}^3$  26.09.99 на станции «Зимник» при численности  $4.7 \text{ млн кл.}/\text{м}^3$ . Определяющий вклад в биомассу вносил вид десмидиевых водорослей *Staurastrum gracile* var. *gracile*, постоянно встречающийся в пробах с июля по октябрь (средняя биомасса  $0.208 \text{ г}/\text{м}^3$ ).

Отделы эвгленовых и криптофитовых имели очень малую численность и вносили минимальный вклад в биомассу.

Сезонная динамика структуры фитопланктона отражена на рис. 31. На диаграмме видны резкие перестройки планктонных фитоценозов, произошедшие в первой и третьей декаде июня, связанные с массовым развитием с 10.06.99 по 20.06.99 золотистых (*Dinobryon*) и с 28.06.99 синезеленых (*Anabaena*). Дальнейший вклад золотистых в общую биомассу определялся развитием *Dinobryon divergens* и в августе-сентябре появлением в значительном количестве в пробах *Mallomonas caudata*. Сентябрьские перестройки планктонных фитоценозов связаны с развитием центрических диатомей и константного вида *Fragilaria crotonensis*.

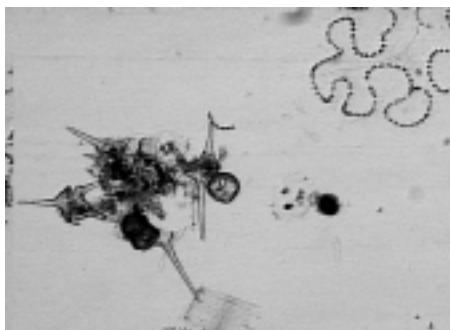


Рис. 30. Июльский облик воды – развитие динофитовых водорослей.  
Увел. 100.

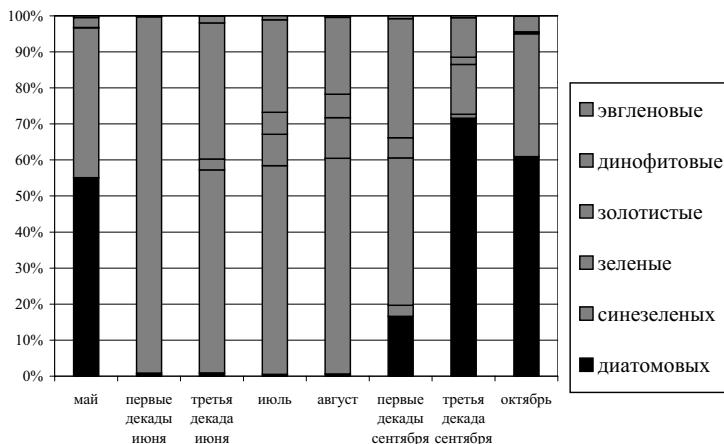


Рис. 31. Структурные перестройки планктонных фитоценозов (вклад биомассы г/м<sup>3</sup> отделов фитопланктона в общую биомассу).

Таким образом, основную роль в фитопланкtonных сообществах озера Б. Миассово играли золотистые и синезеленые водоросли, роль диатомовых и динофитовых второстепенна. Еще менее значима роль зеленых, и совсем малозаметна – эвгленовых и криптофитовых.

### **Распределение численности и биомассы основных отделов фитопланктона по акватории**

Распределение по акватории количественных характеристик планктонных водорослей отражают графики (рис. 32, 33).

Выделяется меньшая численность и биомасса фитопланктона в Штанной курье, связанная прежде всего с интенсивным развитием макрофитов в этом обособленном заливе. Водоросли-макрофиты выступают конкурентами фитопланктона в борьбе за жизненные ресурсы (растворенный в воде фосфор и другие биогенные элементы, солнечный свет) и, как следствие, ограничивает численность свободно-парящих в водной толще планктонных водорослей. Низкая численность фитопланктона в бедных майских пробах в Штанной курье хорошо видна на логарифмической шкале графика численности.

Невелика численность и биомасса фитопланктона в Няшевской курье по той же причине конкуренции с водорослями – макрофитами, достигающими там большого развития.

Численность, млн. кл./м<sup>3</sup>

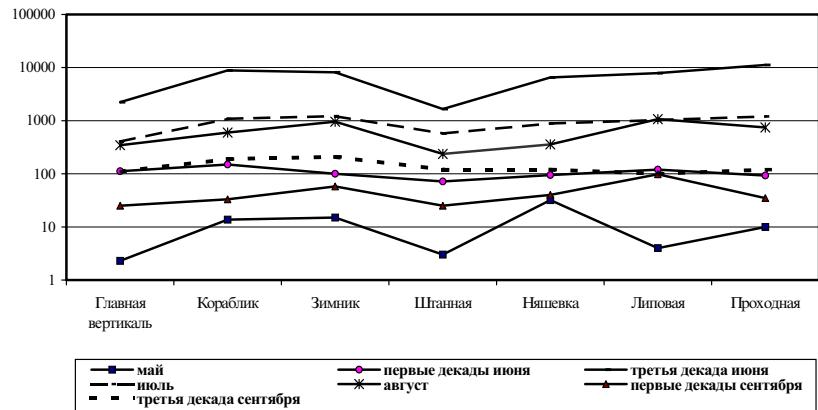


Рис. 32. Распределение численности фитопланктона (млн кл./м<sup>3</sup>) по акватории (логарифмическая шкала).

Биомасса, г/м<sup>3</sup>

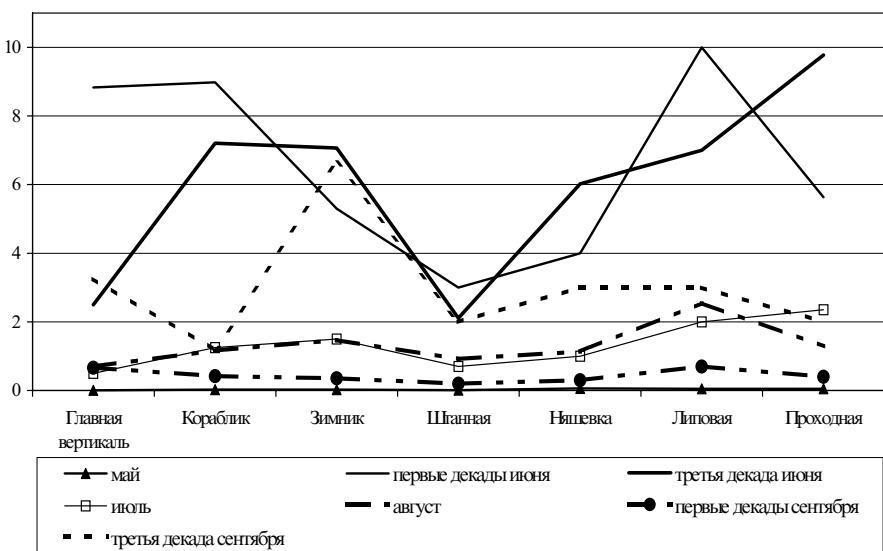


Рис. 33. Распределение биомассы фитопланктона (г/м<sup>3</sup>) по акватории.



Рис. 34. Распределение биомассы ( $\text{г}/\text{м}^3$ ) массовых видов водорослей по акватории.

Невысокими показатели на станции «Главная вертикаль» оказались из-за маленьких величин средней численности и биомассы глубинных слоев пелагиали на протяжении всего сезона.

Картина распределения средней биомассы доминирующих видов фитопланктона по акватории представлена на рис. 34.

Хорошо виден на графике (см. рис. 33) большой всплеск биомассы в Липовой курье в июне – в период массового развития золотистой водоросли *Dinobryon*. Пик численности фитопланктона в это время не выражен резко, поскольку крупные домики вида *Dinobryon* дают большой вклад в биомассу при сравнительно невысокой численности.

Картину распределения численности (см. рис. 32) по акватории сгладило также массовое развитие в конце июня мелкоклеточного вида *Anabaena*, дающего заметный вклад в биомассу при очень высокой численности.

Увеличение количественных характеристик в сентябре в курье Зимник связано с развитием диатомей и возможно пропущено на других станциях наблюдений (отражено усредненно на рис. 32, 33).

## Структурные характеристики фитопланктонных сообществ

**Структура доминирования.** Для выявления ценотической роли отдельных видов фитопланктонных сообществ был использован индекс доминирования или ценотической значимости (ИЦЗ). Результаты обработки в ранжированном виде представлены графически на рис. 35.

Выделяется группа, состоящая из трех доминирующих видов со значением ИЦЗ выше 50: *Dinobryon sociale* var. *americanum*, *Gloeotrichia echinulata*, *Anabaena flos-aquae* f. *graciles*.

В группу субдоминантов с индексом ценотической значимости выше 9 входят следующие виды: из диатомовых – *Fragilaria crotonensis*, *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, *Aulacosira granulata*, из синезеленых – *Snowella rosea*, из зеленых – *Staurastrum gracile* var. *gracile*, из золотистых – *Dinobryon divergens*, из динофитовых – *Peridinium cinctum*, *Ceratium hirundinella*.

Такая же структура доминирования наблюдается в фитопланктонных ценозах литорали и пелагиали, однако ценотическая значимость доминирующих видов в пелагиали меньше за счет более низкой биомассы (особенно синезеленых) в глубинных медленно прогреваемых слоях воды.

Кривая ИЦЗ (кривая доминирования) становится более крутой в стрессовых ситуациях независимо от того, вызваны ли они естественными причинами (например, климатическими особенностями года в нашем случае или общими суровыми условиями региона) или антропогенным воздействием (Одум, 1986).

**Видовое разнообразие.** Видовое разнообразие фитопланктонных сообществ оценивалось с помощью информационного индекса Шеннона-Уивера (в его модификации  $H_b$ )  $H = -\sum p_i \log p_i$ , где  $p_i$  – вклад каждого вида в общую биомассу. Индекс широко применяется для диагностики состояния сообществ и экосистем

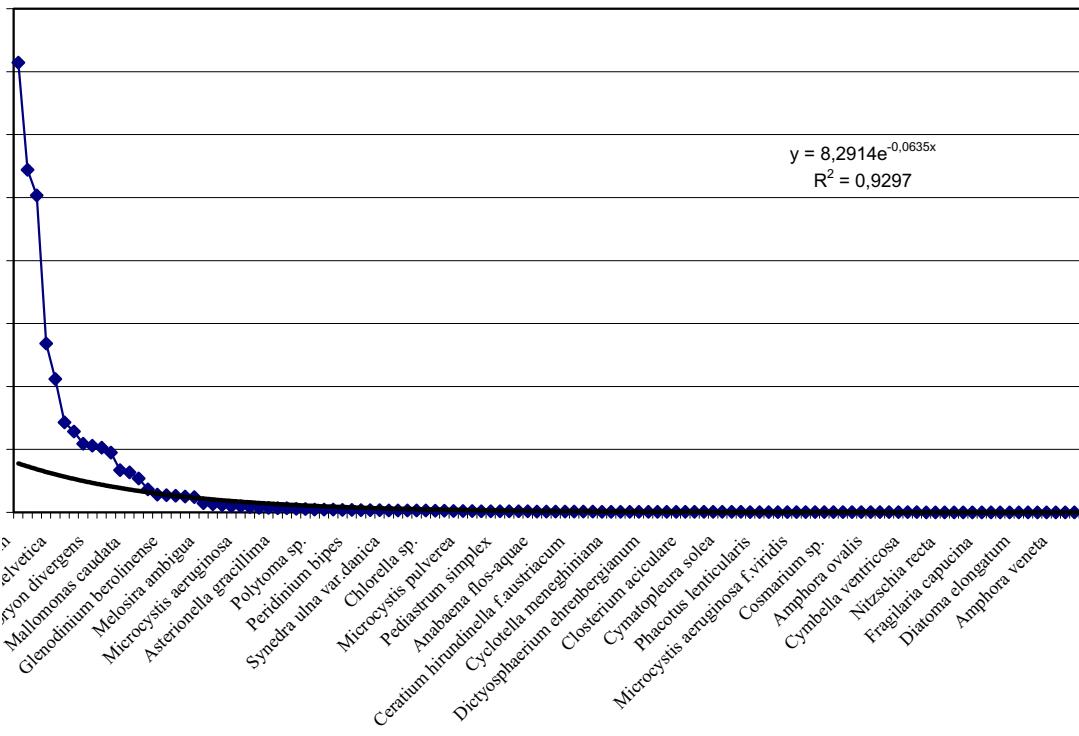


Рис. 35. Индекс ценотической значимости (доминирования) видов фитопланктона.

и характеризует сложность и содержание информации в любых типах систем. Для фитопланктонных ценозов озера  $H_b = 2.9$  бит/г, для пелагиали:  $H_b = 3.2$  бит/г; для литорали  $H_b = 2.3$  бит/г. Высокие значения индекса характеризуют планктонные фитоценозы как сложно организованные и структурированные. Как было показано (Одум, 1986) на примере ценотических структур беспозвоночных, величина 2.5 индекса Шеннона характеризует молодые сообщества, находящиеся в состоянии импульсной стабильности.

Сезонная динамика индекса видового разнообразия представлена на рис. 36. Максимальных значений он достигал в июне вследствие глубоких перестроек планктонных фитоценозов в течение этого месяца, высокое значение индекса в сентябре связано с наступлением биологического лета и достижением максимального развития многих групп видов. Минимальные показатели связаны с упрощением структуры сообществ фитопланктона из-за прекращения вегетации видов вследствие наступления неблагоприятных условий. Нестабильность видового разнообразия (разброс значений от 0.05 в мае до 3.20 в июне и 2.80 в сентябре) может быть связана с общей неустойчивостью экосистемы озера. Большая величина индекса видового разнообразия обычно связывалась со стабильностью экосистем (Margalef, 1968). Более поздние исследования (Huston, 1979) устойчивыми считают системы с небольшим видовым разнообразием и сильно выраженным доминированием.

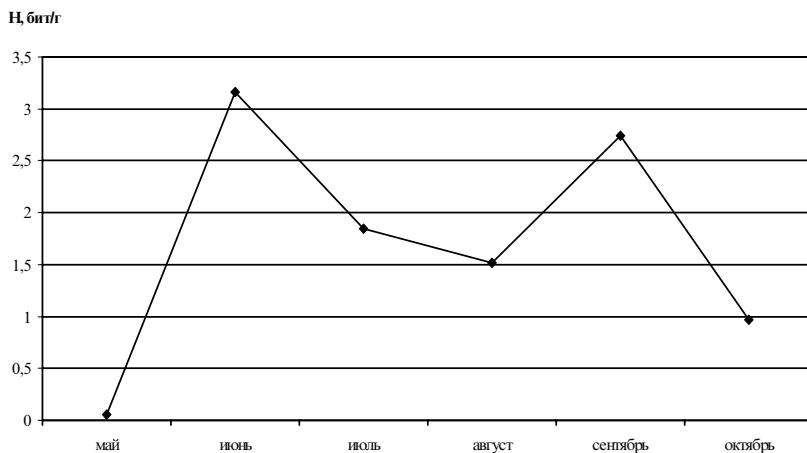


Рис. 36. Динамика видового разнообразия (бит/г) фитопланктона.

## **Многолетние изменения фитопланктона**

Многолетние изменения в фитопланктоне озера Большое Миассово можно проследить, сравнивая данные Н. В. Бондаренко 1936 года (Бондаренко, 1938), О. А. Таусон 1937 года (Таусон, 1940) с современными данными.

### **Сравнение видового состава**

Н. В. Бондаренко выявил 36 видов планктонных водорослей: 9 видов диатомовых, 8 – синезеленых, 14 – зеленых (из трех групп устаревшей систематики водорослей: Chlorophyta, Conjugatae и из Mastigophora – вольвоксовые), 2 – золотистых (Mastigophora), 3 – динофитовых (Mastigophora). Зеленые оказались доминирующими по видовому богатству в исследовании Н. В. Бондаренко из-за многочисленных видов рода *Staurastrum*, сильно изменчивых и признаваемых позднейшими исследованиями (Определитель пресноводных..., 1951–1986) в некоторых случаях за один вид. Учитывая это замечание, а также то, что основной акцент в исследованиях Н. В. Бондаренко сделан на бентос и, следовательно, бентосные формы диатомей учтены им в другой группе водных организмов, можно сделать вывод о преобладании видового богатства диатомей над остальными отделами планктонных водорослей. Второе место занимают зеленые, третье – синезеленые, далее немногочисленные золотистые и динофитовые.

А. О. Таусон, выявив 52 вида фитопланктона, по видовому богатству на первое место ставит диатомовые (19 видов). Второе место также займут зеленые (14 видов), если привести систематику водорослей в современный вид (7 – Chlorophyta, 5 – Conjugatae, 2 – Flagellata). Третье место занимают синезеленые (10 видов), невелико видовое богатство динофитовых (2), золотистых (3), эвгленовых (1). Из сравнения (рис. 37) видно, что картина распределения видового богатства по отделам водорослей исследований 30-х гг. и современного исследования, несмотря на разницу в количестве выявленных видов, совпадает.

Таким образом, характерная черта альгофлоры – преобладание богатства видов диатомовых над всеми остальными отделами планктонных водорослей, в целом сохраняется. Значительное разнообразие отдела зеленых и синезеленых, по сравнению с другими, также сохраняется (рис. 37). Говорить о выпадении или

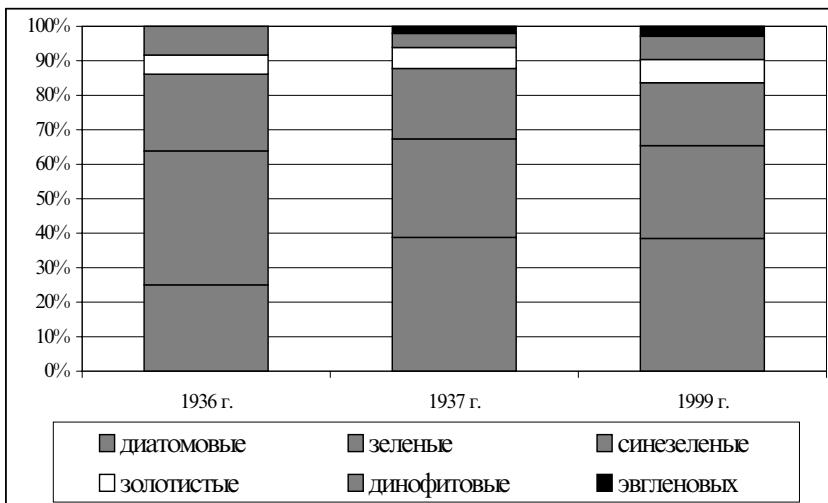


Рис. 37. Сравнение видовой структуры планктонных фитоценозов оз. Б. Миассово 1936, 1937, 1999 гг.

присутствии новых видов, при сравнении исследований 1936–1937 гг. и современных, невозможно из-за различных постановок целей исследований и, следовательно, методов отбора проб. Можно констатировать выпадение из видового списка крупных десмидиевых водорослей (отдел зеленых) рода *Xanthidium*, не встречался *Volvox aureum*. Выпадение этих видов из списка зафиксировано также в озере Тургояк исследованиями 1996 г. (Экология озера..., 1998).

### Сравнение количественных характеристик

Исследования 1937 года (Таусон, 1940) носили экстенсивный характер: была обследована за один сезон вся многочисленная группа Ильменских озер, от Сириккуля на севере до Кундравинского на юге (всего 16 озер). Поэтому в озере Б. Миассово пробы были взяты дважды: в июле и августе 1937 года, и количественно фитопланктон был охарактеризован описательно. Оценка обилия видов в работе Таусон О. А. (1940) дана по шкале Шеффера и Робинсона (Киселев, 1956): массовый вид – встречааемость в пробах 60–100 %, много – 30–60 %, порядочно – 5–30 %, мало – 1–5 %, единично – < 1 %. Учитывая важность неопубликованных количественных данных 1937 г., дословно приведено их описание (Таусон, 1940): «Диатомовые встречались в

малых и единичных количествах, лишь *Fragilaria crotonensis* встречалась в количестве «немного». Синезеленые имели большее значение в планктоне, чем диатомовые: *Microcystis aeruginosa* встречался в количестве «много», *Coelosphaerium dubium* – «порядочно», *Anabaena flos-aquae* также встречалась в порядочных количествах. Массового развития ни один вид не достигал, то есть цветения воды не наблюдалось. Зеленые никакой ценотической роли не играли и встречались единичными экземплярами или в очень малых количествах, причем в июле и августе зеленые были одинаково разнообразны, но встречались разные виды. Из Flagellata в основном встречались *Dinobryon* и *Ceratium*. Но только *Dinobryon stipitatum* встречался в больших количествах, особенно в августе. *Dinobryon stipitatum* Stein – преобладающий вид по Н. В. Бондаренко (1938), О. А. Таусон (1940), переопределены (Определитель пресноводных..., 1951–1986). Систематический диагноз, строящийся в роде *Dinobryon* по форме домика, не совпадает у наблюдавшего массового вида озера ни с одной вариацией *D. sociale* или другого вида в (Определитель пресноводных..., 1951–1986), но хорошо диагностируется в соответствии с «Die Binnengewässer» Bd. XVI (Huber-Pestalozzi, 1941) как *D. sociale* var. *americanum*.

Исследованиями 1936 года (Бондаренко, 1938) было охвачено 6 озер Ильменской группы, фитопланктон оз. Б. Миасово исследован в течение всего вегетационного сезона. Подсчитана численность фитопланктона каждого систематического отдела и наиболее массовых видов в среднем за сезон по акватории в единицах «тысяч экземпляров под квадратным метром». Эти наиболее общие характеристики количественного развития фитопланктона мы полностью приводим (учитывая важность для современных исследований неопубликованных данных 1936 г.), сведя из текстовой формы в табличную (табл. 16).

При подсчете в тыс. экз. под  $m^2$ , используя Н. В. Бондаренко, необходимо было просчитывать элементарную удобную единицу подсчета –  $cm^2$ . Экспериментально установлено, что при фокусировке слоя воды оптической системой, увеличивающей в 500–1000 крат, просматриваемый объем капли под покровным стеклом площадью  $2.9\text{ cm}^2$  составляет 0.01–0.02 мл. Исходя из этих допущений, сделаем пересчет площадных единиц в объемные современные (тыс. экз./ $m^3$ ) и сравним порядок разновременных данных. Средняя численность синезеленых по исследованию

Таблица 16  
Количественное развитие фитопланктона в 1936 году  
(по Бондаренко, 1938)

Современное название отдела водорослей	Соответствующая систематическая группа водорослей, приведенная 1936 г.	Данные по «руководящим» видам (тыс. экз. под м <sup>2</sup> )	Численность (тыс. экз. под м <sup>2</sup> )
Синезеленые (Cyanophyta)	Cyanophyceae	<i>Anabaena hassallii</i>	2170.7
		<i>Chroococcus limneticus</i> = <i>Gloeocapsa limneticus</i>	156.8
		<i>Microcystis aeruginosa</i>	321.1
Зеленые (Chlorophyta)	Chlorophyceae и Conjugatae		7.0 + 87.0
Диатомовые (Bacillario-phyta)	Diatomaceae	<i>Asterionella</i>	35.2
		<i>Fragilaria crotonensis</i>	636.9
		<i>Melosira</i>	32.7
Динофитовые (Dinophyta)	Mastigophora *	<i>Peridinium cinctum</i>	32.4
Золотистые (Crysophyta)		<i>Dinobryon stipitatum</i> = <i>D. sociale</i> var. <i>americanum</i>	173.1

\* Примечание: численность входящих в эту группу вольвоксовых, относимых сейчас к зеленым, единична.

1999 г. – 1012.00 млн кл./м<sup>3</sup>, по исследованию 1936 г. – 47.50 млн кл./м<sup>3</sup>. Это сравнение говорит об увеличении на порядок (в 20 раз) численности синезеленых, но только в случае верности предположения о подсчете «экземплярами»-клеток, а не колоний.

Сравнение порядков численности основных отделов водорослей в 1936 г. и 1999 г. отражено на логарифмической шкале (рис. 38). Как видно из приведенного графика, только численность динофитовых практически не изменилась. Численность зеленых возросла незначительно и имеет тот же порядок, выросла численность золотистых водорослей и диатомовых.

При сравнении с данными С. Г. Захарова 1995 г. (Летопись природы..., 1996): средняя численность 2.97–5.25 млн кл./л с нашими данными – 1.86 млн кл./л, общая современная картина численности подтверждается (разница может быть обусловлена единичными пробами С. Г. Захарова и жарким летом 1995 года). По биомассе С. Г. Захаровым приводятся следующие цифры для 1995 г.:

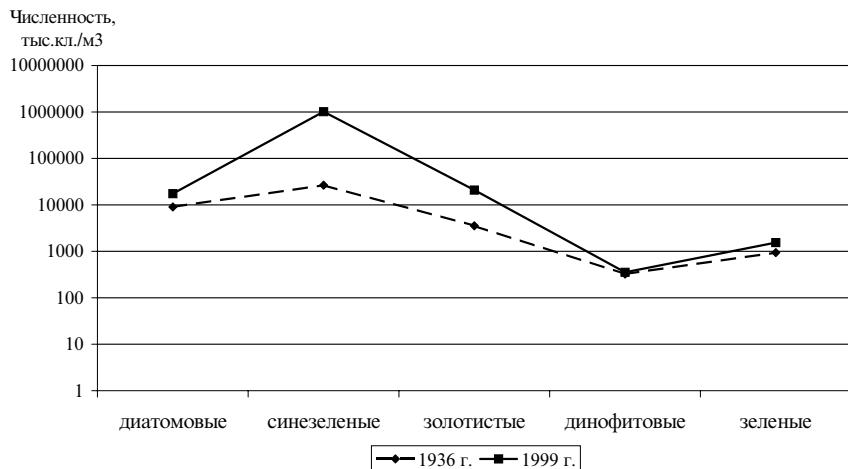


Рис. 38. Сравнение порядков численности фитопланктона оз. Б. Миассово 1936 и 1999 гг.

0.69–1.87 г/м<sup>3</sup>, наши данные по средней биомассе – 2.96 г/м<sup>3</sup>. Меньшая средняя численность и большая средняя биомасса в наших исследованиях может объясняться зафиксированным нами и не отмеченным в 1995 году массовым развитием золотистой водоросли *Dinobryon*, дающей большой вклад в биомассу при сравнительно небольшой численности.

Кроме указанных выше допущений, неопределенность при переводе количественных единиц вносит неизвестная величина объема сгущенной пробы (Методические рекомендации..., 1984). Поэтому достовернее опираться на описательные характеристики при сравнении с исследованиями 1936–1937 гг. Картина изменений в основных отделах водорослей выглядит следующим образом.

**Диатомовые.** Основная масса видов диатомей так же, как и 60 лет назад, встречается единично или в очень малых количествах. В пробах этот отдел в основном представлен по-прежнему видом *Fragilaria crotensis*, *Asterionella*, *Melosira* (*Aulacosira*). Отличие составляет сентябрьское развитие в больших количествах *Melosira islandica helvetica* и *Aulacosira granulata*. Часто стала встречаться в пробах неупоминаемая ранее *Cyclotella*.

**Синезеленые.** Данные 1936 г. и 1937 г. говорят о межгодовых флюктуациях в количественном и видовом развитии водорослей этого отдела. В 1936 г. «руководящим» (наиболее массовым) видом названа *Anabaena hassalii* (Бондаренко, 1938). В 1937 г. (Таусон, 1940) под видом, встречавшимся в количестве «мно-

го» отмечают вид *Microcystis aeruginosa*, но «массового развития не достигал ни один вид». В 1999 г. массового развития достигал вид *Anabaena flos-aquae* f. *graciles*. Вид *Gloeotrichia echinulata*, встречаемый нами в 1999 г. в очень больших количествах в течение всего июля и августа, у О. А. Таусон (1940) отмечен единично. На основании этого можно сделать вывод о возросшем количественном развитии синезеленых.

**Зеленые.** По-прежнему встречаются единичными колониями и весьма разнообразны. Наиболее заметен в пробах *Pediastrum*. Отличие – в значительном развитии (неупоминаем ранее) в сентябре *Staurastrum gracile* var. *gracile*.

**Золотистые.** Отмеченный (Справочник по водным ресурсам..., 1936; Осипов, 1938; Таусон, 1940) характер водоема как «динобриевого» сохраняется: массового развития достигает тот же вид *Dinobryon stipitatum* (=*D. sociale* var. *americanum* – см. Приложение 1). Субдоминантом, как и 60 лет назад, выступает *Dinobryon divergens*.

**Динофитовые.** Представлены, как и раньше, в основном *Ceratium hirundinella* и *Peridinium*. Значительного количественного развития достигает по-прежнему *Ceratium*.

Если в 1937 г. «массового развития не достигал ни один вид» (Таусон, 1940), то в настоящее время время массового развития, заметного визуально, могут достигать синезеленые (*Anabaena*, *Gloeotrichia*) и золотистые водоросли (*Dinobryon*).

### Характеристика первичной продукции водоема

Нами были проделаны опыты по снятию одной из характеристик первичной продукции озера Б. Миассово – концентрации хлорофилла «а» (основного пигмента фитопланктона). Исследование проведено в соответствии с методикой (Методические рекомендации..., 1984), спектральные характеристики сняты при помощи спектрофотометра фотоэлектрического КФК-3, использовалась общепринятая формула (Методические рекомендации..., 1984) расчета концентрации хлорофилла.

Ввиду важности для сравнительного анализа водоемов и процессов, происходящих в них, приведем отдельные характеристики: май – < 0.2 мг/м<sup>3</sup>; июнь – 7.6 мг/м<sup>3</sup>; июль – 2.1 мг/м<sup>3</sup>. В мае концентрация хлорофилла была мала и находилась ниже границы чувствительности метода, даже при фильтрации больших количеств воды. Июньские пробы брались во время цветения воды, обусловленном массовым развитием синезеленой водорос-

ли *Anabaena*. Значение концентрации хлорофилла в июне попадает в диапазон  $\beta$ -мезотрофии, обозначенный у С. П. Китаева (1984) 6–12 мг/м<sup>3</sup>, у Г. Г. Винберга (1960) – 1–10 мг/м<sup>3</sup>. Значение 7.6 мг/м<sup>3</sup> является меньше расчетного (0.3 % от биомассы), что может быть обусловлено интенсивностью фотосинтеза, зависящей от солнечной радиации в исследуемый период и особенностями фотосинтеза вегетирующего массового вида. Июльское значение концентрации хлорофилла попадает в диапазон олиготрофии. Дальнейшими исследованиями характеристики первичной продукции эти сведения будут дополнены и обобщены.

## **ГЛАВА 5. ЗООПЛАНКТОН**

Работы, в которых содержатся сведения о зоопланктоне оз. Б. Миассово, очень немногочисленны. В 1930–1940 гг. на озерах восточных предгорий Южного Урала проводились широкомасштабные гидробиологические исследования, связанные с организацией и развитием рыбного промысла и рыборазведения на озерах Ильменской и Каслинской групп. В одной из статей сотрудников УралГосНИОРХ<sup>1</sup> А. В. Подлесного и В. И. Троицкой (1941) упоминается планктон оз. Миассово (очевидно, имеются в виду оба плеса озера – Большое и Малое Миассово) и приводится список доминирующих форм летнего планктона (всего 19 видов, в том числе 11 коловраток, 3 веслоногих и 5 ветвистоусых ракообразных) без каких-либо количественных данных. Основная информация о планктоне оз. Б. Миассово содержится в рукописном труде, хранящемся в архиве Ильменского государственного заповедника. Это отчет Кабинета гидробиологии Пермского университета (Таусон, 1940), проведившего в конце 1930-х гг. под руководством проф. О. А. Таусона экспедицию на озерах Ильменской группы. В нем помещен полный список обнаруженных видов зоопланктона с указанием относительного обилия и встречаемости по глазомерной шкале оценки численности. Приведены некоторые количественные данные, обсуждается сезонная динамика зоопланктона.

С 1987 г. данные о видовом составе, численности, биомассе, сезонной динамике зоопланктона оз. Б. Миассово публикуются в Летописи природы Ильменского гос. заповедника РАН (Летопись природы..., 1987–1997). Сведения об одной из основных групп зоопланктона – коловратках содержатся в ряде предыдущих работ автора (Рогозин, Щетинина, 1989; Рогозин, 1995; 1998).

### **Материал и методика исследований**

Зоопланктон озера Б. Миассово был исследован в 1987–1997 гг. на пяти постоянных гидробиологических станциях. Одна станция располагалась в центре главного плеса озера, остальные – в центральных частях крупных заливов Липовая курья, Няшевская курья, Штанная курья. Кроме того, разовый

---

<sup>1</sup> Уральское отделение Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства

отбор проб производили и в других частях акватории. Для отлова использованы планктоночерпатель емкостью 35 л и автоматический батометр емкостью 5 л. В период гомотермии был применен метод средневзвешенных проб. При установившейся температурной стратификации (данные по термическому режиму озера приведены в гл. 2) эпи-, мета- и гиполимнион облавливали по отдельности, и в каждом слое была взята средневзвешенная проба. Объем отобранный воды составлял в зависимости от плотности планктона от 5 до 35 л. Пробу концентрировали сразу же с помощью сита из мельничного шелка № 64 до объема 35 мл. Периодичность отбора проб составляла приблизительно 1 месяц на всех станциях. Сроки начала работ – май (через 1–2 недели после схода льда), окончания – декабрь (после ледостава). Всего за время исследований отработано 130 проб, в том числе в 1996–1997 гг. – 42 пробы. Пробы просматривали в день сбора, коловраток определяли в живом виде, ракообразных предварительно фиксировали 70° спиртом. Использована следующая литература: «Коловратки фауны СССР» (Кутикова, 1970), «Ветвистоусые раки (Cladocera) фауны СССР» (Мануйлова, 1964), «Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР» (1977), «Определитель пресноводных беспозвоночных России» (1994), «Chydoridae фауны мира» (Смирнов, 1970).

Расчет биомассы животных проводили по уравнениям пропорционального роста (Методические рекомендации..., 1984), а также по номограммам Л. Л. Численко (1968). Обработка проб была автоматизирована с помощью табличного процессора Excel '97. Индекс ценотической значимости или индекс доминирования вычисляли по формуле  $I = p\sqrt{b}$ , где  $p$  – встречаемость вида,  $b$  – его средняя биомасса (Методика изучения..., 1975). Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера рассчитан по биомассе зоопланктона (Песенко, 1982). Сапробность определена по Пантле-Букку. Все математические расчеты и диаграммы выполнены в Excel '97.

## **Таксономическая структура зоопланктона**

### **Видовой состав**

В озере Б. Миассово зарегистрировано 83 вида и формы водных беспозвоночных животных, относящихся к зоопланктонному сообществу (табл. 17). Они принадлежат к следующим

Т а б л и ц а 1 7

## Видовой состав зоопланктона оз. Б. Миассово

Таксон	Встречаемость, %*			Экологические свойства**	Распространение
	общая	пелагиаль	литораль		
1	2	3	4	5	6
<i>Acanthocyclops gigas</i>	2.4	0.0	3.7	озерный, бентический, холодноводный	Северное полушарие
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	2.4	0.0	3.7	эврибионтный	всесветное
<i>Acroperus harpae</i>	9.5	0.0	14.8	озерно-прудовой литоральный, преимущественно фитофильный	Северное полушарие
<i>Alona costata</i>	4.8	6.7	3.7	озерно-прудовой, бентический	всесветно, кроме Австралии
<i>Alona quadrangularis</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, бентический	Северное полушарие
<i>Alonella excisa</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Alonella nana</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, фитофильный	Северное полушарие
<i>Anuraeopsis fissa</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, тепловодный	всесветное
<i>Asplanchna priodonta</i>	78.6	73.3	81.5	эврибионтный	всесветное
<i>Bipalpus hudsoni</i>	2.4	6.7	0.0	эврибионтный (преимущественно холодноводный)	Палеарктика
<i>Bosmina kessleri</i>	38.1	33.3	40.7	озерный, фитофильный	Палеарктика

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
<i>Bosmina longirostris</i>	11.9	6.7	14.8	эврибионтный (преимущественно тепловодный)	всесветное
<i>Bosmina obtusirostris</i>	28.6	26.7	29.6	эврибионтный, тяготеющий к фитали, холодноводный	север Евразии
<i>Bythotrephes longimanus</i>	4.8	6.7	3.7	озерный, пелагический	север Евразии
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	69.0	53.3	77.8	эврибионтный	всесветное
<i>Chromogaster ovalis</i>	2.4	0.0	3.7	озерный, пелагический	всесветное
<i>Chydorus sphaericus</i>	54.8	60.0	51.9	эврибионтный	всесветное
<i>Colurella uncinata uncinata</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, фитофильный	Евразия, Америка
<i>Conochiloides natans</i>	7.1	6.7	7.4	озерный, пелагический, холодноводный	Северное полушарие
<i>Conochilus unicornis</i>	35.7	40.0	33.3	озерный, пелагический	Палеарктика
<i>Cyclops abyssorum</i>	2.4	0.0	3.7	озерный, пелагический	Евразия
<i>Cyclops kolensis</i>	28.6	33.3	25.9	озерный, литорально-пелагический, планктонный, холодноводный	север Евразии
<i>Cyclops scutifer</i>	26.2	33.3	22.2	озерный, пелагический, холодноводный	Палеарктика
<i>Cyclops strenuus</i>	14.3	6.7	18.5	озерно-прудовой, литорально-пелагический, планктонный, холодноводный	север Евразии, Северная Африка
<i>Cyclops vicinus</i>	4.8	6.7	3.7	озерный, пелагический	Палеарктика
<i>Daphnia cristata</i>	4.8	6.7	3.7	озерный, пелагический, холодноводный	север Евразии
<i>Daphnia cucullata</i>	71.4	73.3	70.4	озерный, пелагический, избегает минерализованных вод, тепловодный	север Евразии

## Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
<i>Daphnia longiremis</i>	4.8	0.0	7.4	озерный, пелагический, холодноводный	Северное полушарие
<i>Daphnia longispina</i>	40.5	53.3	33.3	эврибионтный (преимущественно тепловодный)	всесветное
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	59.5	53.3	63.0	эврибионтный (преимущественно тепловодный)	Евразия, Америка, Северная Африка
<i>Euchlanis deflexa deflexa</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Euchlanis dilatata lucksiana</i>	28.6	40.0	22.2	озерно-прудовой, преимущественно пелагический	вероятно, всесветное
<i>Euchlanis dilatata macrura</i>	4.8	0.0	7.4	озерно-прудовой, литоральный	всесветное
<i>Euchlanis incisa</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, литоральный	всесветное
<i>Euchlanis lyra lyra</i>	2.4	0.0	3.7	озерный, литоральный	север Евразии
<i>Eucyclops macruroides</i>	4.8	0.0	7.4	озерно-прудовой, фитофильный	Северное полушарие
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	92.9	93.3	92.6	озерный, пелагический, холодноводный	Евразия
<i>Eury cercus lamellatus</i>	4.8	6.7	3.7	озерный, фитофильный	Северное полушарие, Южная Америка
<i>Filinia longiseta</i>	2.4	6.7	0.0	озерный, пелагический, тепловодный	север Евразии
<i>Gastropus stylifer</i>	7.1	6.7	7.4	эврибионтный	Евразия, Америка
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	2.4	0.0	3.7	эврибионтный	всесветное

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
<i>Harringia eupoda</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, фитофильный	Северное полушарие
<i>Kellicottia longispina</i>	52.4	73.3	40.7	озерный, пелагический, холодноводный	Евразия, Северная Америка
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	38.1	20.0	48.1	эврибионтный	всесветное
<i>Keratella cochlearis hispida</i>	16.7	20.0	14.8	озерно-прудовой, пелагический	север Евразии
<i>Keratella cochlearis macracantha</i>	16.7	13.3	18.5	эврибионтный, холодноводный	всесветное
<i>Keratella cochlearis tecta</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, пелагический, тепловодный	всесветное
<i>Keratella irregularis</i>	7.1	0.0	11.1	озерный, пелагический, холодноводный, предпочитает чистые воды	север Евразии, Аляска
<i>Keratella quadrata</i>	19.0	13.3	22.2	эврибионтный (преимущественно тепловодный)	всесветное
<i>Lepadella (L.) cypriaea</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, фитофильный	российский Северо-Запад, США
<i>Leptodora kindtii</i>	14.3	26.7	7.4	озерный, пелагический, тепловодный	Северное полушарие
<i>Macrocylops albidus</i>	4.8	0.0	7.4	озерно-прудовой, литоральный, фитофильный, тепловодный	всесветное
<i>Mesocyclops crassus</i>	19.0	26.7	14.8	озерный, литорально-пелагический, планктонный	всесветное
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	73.8	86.7	66.7	эврибионтный (преимущественно холодноводный)	всесветное
<i>Mesocyclops oithonoides</i>	71.4	73.3	70.4	озерный, пелагический, избегает загрязненных вод, холодноводный	север Евразии (кроме тундры)

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
<i>Microstomum lineare</i>	2.4	0.0	3.7	эврибионтный	всесветное
<i>Mytilina ventralis</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Notholca acuminata extensa</i>	14.3	13.3	14.8	эврибионтный, холодноводный	Северное полушарие
<i>Paracyclops affinis</i>	4.8	6.7	3.7	озерно-прудовой, фитофильный, бентический	всесветное
<i>Platyias patulus</i>	данных нет	данных нет	данных нет	прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Platyias quadricornis</i>	данных нет	данных нет	данных нет	прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Pleuroxus truncatus</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, фитофильный	Палеарктика
<i>Polyarthra euryptera</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерный, пелагический, тепловодный	Северное полушарие
<i>Polyarthra longiremis</i>	2.4	6.7	0.0	озерно-прудовой, литорально-пелагический, планктонный	Европа
<i>Polyarthra remata</i>	4.8	0.0	7.4	эврибионтный	всесветное
<i>Polyarthra vulgaris</i>	9.5	6.7	11.1	эврибионтный	всесветное
<i>Polyphemus pediculus</i>	11.9	0.0	18.5	озерно-прудовой, литоральный	Палеарктика
<i>Proales fallaciosa</i>	данных нет	данных нет	данных нет	эврибионтный	Северное полушарие
<i>Ptygura velata</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерный, фитофильный	всесветное
<i>Sida crystallina</i>	7.1	0.0	11.1	озерный, фитофильный, тепловодный	Евразия, Америка

## Окончание табл. 17

1	2	3	4	5	6
<i>Simocephalus lusaticus</i>	2.4	0.0	3.7	озерный, литоральный, бентический	Европа, Северные Африка и Америка
<i>Simocephalus serrulatus</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, литоральный, бентический	всесветное
<i>Simocephalus vetulus</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, литоральный	всесветно, кроме Австралии
<i>Strongylostoma radiatum</i>	9.5	20.0	3.7	эврибионтный	всесветное
<i>Synchaeta grandis</i>	2.4	0.0	3.7	озерный, пелагический	Евразия
<i>Synchaeta kitina</i>	9.5	0.0	14.8	озерно-прудовой, пелагический	Европа, Кавказ, Средняя Азия
<i>Synchaeta pectinata</i>	11.9	6.7	14.8	эврибионтный	всесветное
<i>Trichocerca (D.) inermis</i>	данных нет	данных нет	данных нет	озерно-прудовой, пелагический	Северное полушарие
<i>Trichocerca (D.) similis</i>	9.5	6.7	11.1	озерно-прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Trichocerca (D.) weberi</i>	данных нет	данных нет	данных нет	болотно-прудовой	всесветное
<i>Trichocerca (T.) capucina</i>	2.4	0.0	3.7	озерно-прудовой, фитофильный	всесветное
<i>Trichocerca (T.) cylindrica</i>	7.1	13.3	3.7	озерно-прудовой, фитофильный	Северное полушарие

Примечания: \* – встречаемость (отношение числа проб, в которых встречен данный организм к общему числу проб в процентах) дана по результатам исследований 1996–1997 гг.; \*\* – индикаторные свойства приведены в таблице 59.

основным таксономическим группам: тип Rotifera (Коловратки) – 41 вид и форма, тип Crustacea (Ракообразные) – 39 видов, в том числе класс Branchiopoda (Жаброногие), отряд Cladocera (Ветвистоусые) – 25 видов, класс Copepoda (Веслоногие) – 14 видов (отряд Calanoida – 1 вид, отряд Cyclopoida – 13 видов); 3 вида беспозвоночных относятся к типу Plathelminthes, классу Turbellaria (факультативно-планктонные организмы, входящие в состав меропланктона).

Анализ таблицы показывает, что подавляющее большинство зоопланктона (70 %) – характерные обитатели озер, прудов и других стоячих водоемов, причем половина из них – типично лимнические виды. По основным экологическим свойствам выделяются три группы: литорально-фитофильные (40 % от общего числа видов), пелагические (34 %), эврибионтные (26 %). Значительное количество пелагических видов объясняется сравнительно большими глубинами озера и заметным развитием макрофитов только в крупных обособленных заливах (см. гл. 6). В малых макрофитных озерах доля пелагических зоопланктона достигает, как правило, 15–25 %, тогда как литорально-фитофильные превышают 60 % видового списка (Баянов, 1997). Число эврибионтных видов в озерах умеренных широт обычно составляет около 25 % (Баянов, 1997; Пидгайко, 1978), наши данные соответствуют этой цифре. По отношению к термическому режиму обычно выделяют две группы видов: холодноводные (массовое развитие при температуре ниже 15 °C) и тепловодные. Среди обитателей миассовского планктона холодноводных видов почти вдвое больше, чем тепловодных, причем к первым принадлежат наиболее обычные в озере виды (*Kellicottia longispina*, *Eudiaptomus graciloides*, *Mesocyclops leuckarti* и *M. oithonoides*), преобладающие в первой половине безледного периода. Такие часто встречающиеся тепловодные виды, как *Daphnia cucullata* и *Diaphanosoma brachyurum*, достигают массового развития во второй половине лета.

Что касается распространения зарегистрированных в планктоне видов, то половина из них – космополиты, почти 20 % встречаются во всем Северном полушарии и только шестая часть планктонных обитателей ограничена в своем распространении севером Евразии. Таким образом, видовой комплекс зоопланктона оз. Б. Миассово обычен для водоемов умеренных широт. Основу его составляют тривиальные виды: коловратки *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, веслоногие *Eudiaptomus graciloides*, *Mesocyclops leuckarti* и *M. oithonoides*, ветвистоусые *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia*

*cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, большинство из них – озерно-пелагические холодноводные гидробионты, характерные для морфометрически олиготрофных и олигомезотрофных озер. Немногие виды могут быть отмечены как редкие: коловратки *Lepadella cryphaea* (обнаружена только в оз. Б. Миассово (Рогозин, Щетинина, 1989)), *Synchaeta grandis* и *S. kitina* (в Челябинской области известны из нескольких озер Восточно-Предгорного района), *Polyarthra longiremis* (недавно впервые отмеченная в Челябинской области (Рогозин, 1995)), а также веслоногие раки *Cyclops abissorum* и *Eucyclops macrurus*, встречающиеся, в основном, на Европейской территории России.

В таблице 17 представлен полный таксономический список планктонных животных по результатам исследований 1987–1997 гг. Дальнейшее рассмотрение основано, главным образом, на данных 1996–1997 гг.

Большинство видов зоопланктона обнаруживается и в пелагической, и в литоральной зонах озера (18 видов эвритопные). В обеих зонах преобладают по встречаемости одни и те же виды, составляющие основу сообщества (табл. 17) – *Ceriodaphnia quadrangula*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eudiaptomus graciloides*, *Mesocyclops leuckarti* и *M. oithonoides*.

**Видовой состав зоопланктона в различных частях акватории.** Представляет интерес сравнение видового состава зоопланктона центрального плеса озера и крупных обособленных заливов – Липовой, Няшевской и Штанной курьи, так как последние имеют относительно самостоятельный термический режим (гл. 2), морфологические и гидрохимические особенности (гл. 3). Расчет индекса общности Чекановского-Съеренсена (по качественным данным, табл. 18) показал, что заливы обладают определенным своеобразием состава зоопланктона, наиболее значительные отличия отмечены для Липовой курьи. Небольшая глубина (до 7 м), прогреваемость и хорошее развитие фитали создают условия для обитания в заливах ряда фитофильных форм, не встречающихся в пелагиали центрального плеса. Особенно богата здесь фауна ветвистоусых раков (хидориды рода *Alonella*, *Acroperus harpae*, *Graptoleberis testudinaria*, *Pleuroxus truncatus*, *Sida crystallina*, *Simocephalus serrulatus* и другие, веслоногий *Macrocylops albidus*, некоторые коловратки). В свою очередь, только в центральном плесе встречаются пелагические коловратки *Conochiloides natans*, *Filinia longiseta*, *Gastropus stylifer* и некоторые циклопы. В то же время, довольно высокий уровень обобщности видового состава зоопланктона в разных частях акватории

Таблица 18

Общность видового состава зоопланктона в разных частях акватории оз. Б. Миассово (индекс Чекановского-Съеренсена)

Участок акватории	Центральный плес	Липовая курья	Няшевская курья	Штанная курья
Центральный плес	—	0.56	0.71	0.68
Липовая курья	0.56	—	0.61	0.69
Няшевская курья	0.71	0.61	—	0.70
Штанная курья	0.68	0.69	—	—

(0.56–0.71, табл. 18) говорит о существовании в озере единого видового комплекса.

*Сезонные изменения таксономической структуры и видового богатства зоопланктона.* Сезонная динамика видового богатства зоопланктона озера типична для крупных водоемов умеренного климата (рис. 39). В мае зарегистрировано минимальное число видов – 10, причем это только коловратки и веслоногие ракообразные. В июне, по мере прогрева воды, видовое богатство резко увеличивается: вдвое возрастает количество видов коловраток и веслоногих, появляются многие ветвистоусые. Июль и август – период наивысшего видового богатства зоопланктона. С августа по декабрь оно неуклонно снижается (с 35 до 16 видов).

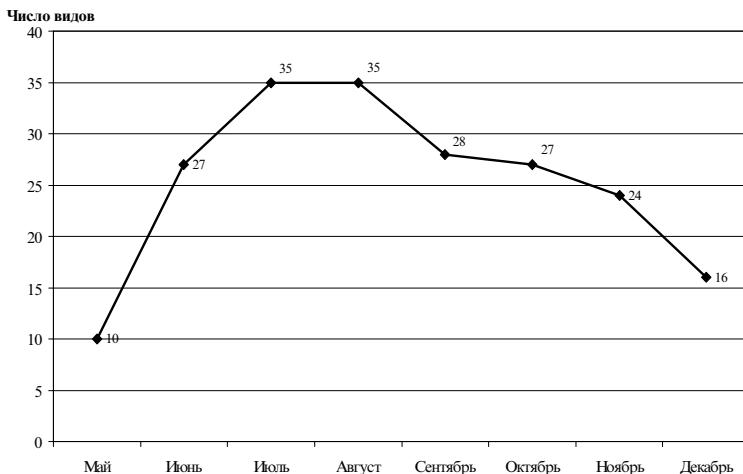


Рис. 39. Сезонная динамика видового богатства зоопланктона в оз. Б. Миассово.

Рассматривая общие таксономические особенности зоопланктона оз. Б. Миассово за весь период ежегодных наблюдений (середина мая – вторая декада декабря), следует отметить резкое преобладание по видовому богатству коловраток и ветвистоусых ракообразных (соотношение числа видов Rotifera : Copepoda : Cladocera = 41 : 14 : 39 или, примерно, 3 : 1 : 3). Однако в сезонной динамике это соотношение не является постоянным (рис. 40). В мае, июне и июле Rotifera резко преобладают по числу видов над остальными группами зоопланктона. В августе лидирующее положение занимают Cladocera и сохраняют его до ноября, когда на смену им приходят коловратки. Видовое богатство веслоногих мало меняется в течение года (минимальное число видов – 3 – в мае, максимальное – 7 – в сентябре и октябре). Турбеллярии встречаются только в летние месяцы.

**Коловратки.** Наиболее распространенные виды – *A. priodontata*, *C. unicornis*, *Kel. longispina*, *Ker. c. cochlearis* – встречаются в течение всего безледного периода. Форма *K. cochlearis* – *hispida*, *P. remata*, *S. kitina* отмечены только весной (в мае после схода льда) и в начале лета, а в середине лета их сменяют *G. stylifer*, *P. vulgaris*, которые остаются в планктоне до начала осени. Осенне-зимними видами являются *Keratella c. macracantha* и *Notholca acuminata*. Наконец, значительная группа коловраток встречается только весной – в начале лета и осенью (*K. irregularis*, *P. vulgaris*, *Synchaeta pectinata*).

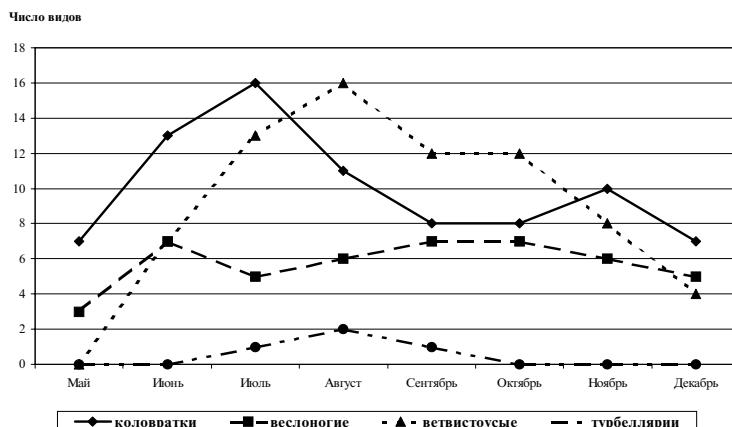


Рис. 40. Сезонная динамика видового богатства основных групп зоопланктона в оз. Б. Миассово.

Основу коловраточного планктона пелагиали составляют *A. priodonta*, *C. unicornis*, *E. dilatata lucksiana*, *K. longispina*, *K. c. cochlearis*, *P. vulgaris*. В литорали обычны *A. priodonta*, *C. unicornis* и *K. c. cochlearis*, значительно реже, чем в пелагиали, встречаются *K. longispina* и *E. dilatata lucksiana*. Только в литорали отмечены *Trichocerca (T.) capucina*, *S. grandis*, *S. kitina* и другие. Очень мало чисто пелагических видов – *F. longiseta*, *P. remata*.

**Веслоногие ракообразные.** *E. graciloides*, *M. leuckarti* и *M. oithonoides* составляют основу миассовского зоопланктона и встречаются в пробах постоянно в течение всего безледного периода. По мере прогрева воды к ним прибавляются более теплолюбивые *Eucyclops macruroides*, *Mac. albidus*, *Mes. crassus*. Осенью появляются виды рода *Cyclops* (некоторые из них попадаются также в начале лета).

В пелагиали обычны представители рода *Mesocyclops* и *E. graciloides*, летом и осенью этот комплекс дополняют *C. kolensis* и *C. scutifer*. Основу копеподного таксоценоза литорали составляют те же виды. Летом в литорали нередко встречаются также *Eucyclops macruroides*, *Mac. albidus*.

**Ветвистоусые ракообразные.** Константными видами ветвистоусых ракообразных являются *C. quadrangula*, *Ch. sphaericus* и *D. cucullata*. По мере прогрева воды к ним добавляются *B. obtusirostris*, *Diaph. brachyurum*, *D. longispina* и многие другие. Вообще, подавляющее большинство Cladocera может быть отнесено к летним и летне-осенним видам. Основу кладоцерного планктона по встречаемости составляют *C. quadrangula*, *Ch. sphaericus*, *D. cucullata* и *Diaph. brachyurum*, их дополняют *B. kessleri*, *B. obtusirostris*, *D. longispina*. Следует отметить нахождение в пелагическом планктоне раков *Alona costata*, *E. lamellatus*. Фитально-бентические *Acroperus harpae*, *Alona*, *Pleuroxus*, *Simocephalus* и другие образуют литоральный видовой комплекс.

## Структурно-функциональные характеристики зоопланкtonного сообщества

### Плотность и биомасса

**Общая характеристика.** Средняя плотность (численность) зоопланктона озера за период исследований составила 85400 особей/ $m^3$ , средняя биомасса за этот же период – 3.99 г/ $m^3$ .

Максимальная плотность – 353650 ос./м<sup>3</sup> наблюдалась в июле 1996 г. на литоральной станции № 2 (район стационара «Миассово»), минимальная – 2093 ос./м<sup>3</sup> на станции «Штанная курья» в декабре 1996 г., подо льдом. Наибольшая биомасса зоопланктона – 15.1497 г/м<sup>3</sup> отмечена в августе 1997 г. (залив Липовая курья), наименьшая – 0.0450 г/м<sup>3</sup> – в декабре 1996 г. (залив Штанная курья). Как видим, в неглубоких заливах, в литоральной зоне озера амплитуда колебаний плотности и биомассы зоопланктона наиболее велика. В пелагиали (станция № 4) она заметно меньше: наивысшие величины плотности и биомассы зоопланктона составили здесь 114300 ос./м<sup>3</sup> и 11.0655 г/м<sup>3</sup> и зарегистрированы в середине июля 1996 г. в эпилимнионе. Минимальные величины – 4050 ос./м<sup>3</sup> и 0.3572 г/м<sup>3</sup>, отмечены, соответственно, в декабре и мае 1996 г. (средневзвешенные пробы). Более сильные колебания плотности и биомассы в литорали объясняются тем, что эта пологая зона обладает неустойчивыми уровнями, температурными, кислородными режимами.

**Основные зоны водоема.** Сравнение по среднегодовым значениям плотности зоопланктона пелагиали и литорали (табл. 19) показывает, что пелагиаль примерно в 1.5 раза беднее населения. При этом среднегодовые биомассы основных зон водоема примерно одинаковы. Из таблицы 19 следует, что это наблюдается за счет двукратного преобладания по численности коловраток. Плотность ракообразных как в целом, так и важнейших групп, примерно одинакова в главных зонах водоема. Основу биомассы пелагического и литорального зоопланктона составляют веслоногие и ветвистоусые раки в равных пропорциях (табл. 19).

**Коловратки.** Средняя плотность коловраток для всего озера примерно равна плотности каждой из основных групп ракообразных, однако распределены они по зонам неравномерно: в пелагиали коловраток мало, тогда как в литорали и заливах их численность превышает плотность популяций всех ракообразных вдвое больше, чем у Copepoda и Cladocera по отдельности (табл. 19). Биомасса Rotifera, ввиду очень малых размеров почти всех представителей таксона, на 1–2 порядка ниже биомассы и веслоногих, и ветвистоусых ракообразных. Таким образом, в пелагическом планктоне озера коловратки играют незначительную роль, однако в литорали весьма значимы.

Таблица 19

Количественные характеристики основных групп  
зоопланктона оз. Б. Миассово

Таксоценоз	Озеро в целом		Пелагиаль (Главный плес)		Литораль (в среднем по станциям)	
	Средняя плотность, ос./м <sup>3</sup>	Средняя биомасса, г/м <sup>3</sup>	Средняя плотность, ос./м <sup>3</sup>	Средняя биомасса, г/м <sup>3</sup>	Средняя плотность, ос./м <sup>3</sup>	Средняя биомасса, г/м <sup>3</sup>
Rotifera	23427	0.0926	9950	0.0412	47650	0.1642
Все ракообразные	47520	3.8513	45270	4.2601	45470	3.5838
Copepoda	25280	1.9730	26700	2.1163	23810	1.7689
Cladocera	20275	1.9494	21270	2.4711	21740	2.1168
Зоопланктон в целом	85400	3.9868	54600	4.2999	84570	4.1563

Наибольшую плотность популяций среди Rotifera имели *C. unicornis* и *K. longispina* – 126930 и 62460 ос./м<sup>3</sup> соответственно, *A. priodonta* достигала численности 16810 ос./м<sup>3</sup>, численность остальных коловраток не превышала, как правило, 3000 ос./м<sup>3</sup>. По максимальной биомассе первенствовали крупная *A. priodonta* – 0.3868 г/м<sup>3</sup> и колониальная коловратка *C. unicornis* – 0.3300 г/м<sup>3</sup>, биомасса *K. longispina* доходила до 0.1199 г/м<sup>3</sup>. Средняя плотность отдельных популяций коловраток не превышала 26000 ос./м<sup>3</sup> (*C. unicornis*), а биомасса – 0.0712 г/м<sup>3</sup> (*A. priodonta*).

**Веслоногие ракообразные.** Сорерода имеют самые большие среднегодовые плотность и биомассу среди основных групп зоопланктона (табл. 19). Веслоногие относительно равномерно распределены по главным зонам водоема, в пелагиали их плотность и биомасса несколько выше, чем в литорали.

Наибольшей численности среди Сорерода достигал ракоч *M. leuckarti*, плотность его популяции возрастала до 60660 ос./м<sup>3</sup>. Численности порядка 20000–30000 ос./м<sup>3</sup> достигали *E. graciloides* и *M. oithonoides*, остальные веслоногие, как правило, не превышали уровня 2000–3000 ос./м<sup>3</sup>. По максимальной биомассе лидируют *M. leuckarti* (4.2280 г/м<sup>3</sup>), *E. graciloides* (3.3394 г/м<sup>3</sup>), а также *M. oithonoides* (0.7000 г/м<sup>3</sup>). Другие виды Сорерода не получают массового развития, биомасса их популяций редко превышает 0.1 г/м<sup>3</sup>. Немаловажную роль в копеподном планктоне играют ювенильные стадии ракоч. Науплии и копеподиты разных возрастов составляют весной и осенью до 20 % численности и 4 % биомассы Сорерода.

**Ветвистоусые ракообразные.** Cladocera – вторая по значимости после веслоногих группа миассовского зоопланктона. Среднегодовая плотность ветвистоусых немногого ниже, чем веслоногих как в целом по озеру, так и в основных зонах водоема. По среднегодовой биомассе Cladocera обычно опережают Copepoda (табл. 19).

Среди ветвистоусых, популяции которых достигали высокой плотности, следует отметить *C. quadrangula* и *D. cucullata*, численность которых возрастала до 33000–34000 ос./м<sup>3</sup> (биомасса достигала 2–4 г/м<sup>3</sup>), виды рода *Bosmina*, имевшие плотность до 22400 ос./м<sup>3</sup> и биомассу до 0.8 г/м<sup>3</sup> и *Diaphanosoma brachyurum* (15200 ос./м<sup>3</sup> и 1.1259 г/м<sup>3</sup>). Максимальная плотность популяций большинства Cladocera составляла от 1000 до 3000 ос./м<sup>3</sup>. Наибольшая средняя биомасса отмечена для *Sida crystallina*, *Byth. longimanus*, *D. longispina* и *D. cucullata* (соответственно 1.0813, 1.0379, 0.9991 и 0.9944 г/м<sup>3</sup>), средняя биомасса прочих ветвистоусых редко превышала 0.2 г/м<sup>3</sup>.

Соотношение основных групп зоопланктона по среднегодовым величинам плотности и биомассы показано на рис. 41. Зоопланктон озера по биомассе имеет кладоцерно-copepodный аспект и обладает поэтому цennыми кормовыми свойствами.

### Распределение по акватории

**Главный пles.** В центре озера располагалась пелагическая станция, полученные на ней данные позволяют охарактеризовать пелагический планктон Главного пlesа озера (табл. 19). Среднегодовая величина плотности зоопланктона значительно ниже, а биомасса немногого выше, чем в среднем по озеру. Сравнение с литоральными станциями показывает (табл. 20), что плотность зоопланктона в Главном пlesе наименьшая, за исключением залива Штанная курья, а по биомассе он занимает промежуточное положение. Основу сообщества составляют веслоногие и ветвистоусые раки, причем первые преобладают по численности, а вторые – по биомассе. Коловратки играют незначительную роль (18 % плотности и менее 1 % биомассы зоопланктона).

Руководящими видами по среднегодовым и максимальным значениям плотности и биомассы являются *E. graciloides*, *M. leuc-karti* и *M. oithonoides* из Copepoda, ветвистоусые *D. cucullata* и *D. longispina*, колониальная коловратка *C. unicornis*.

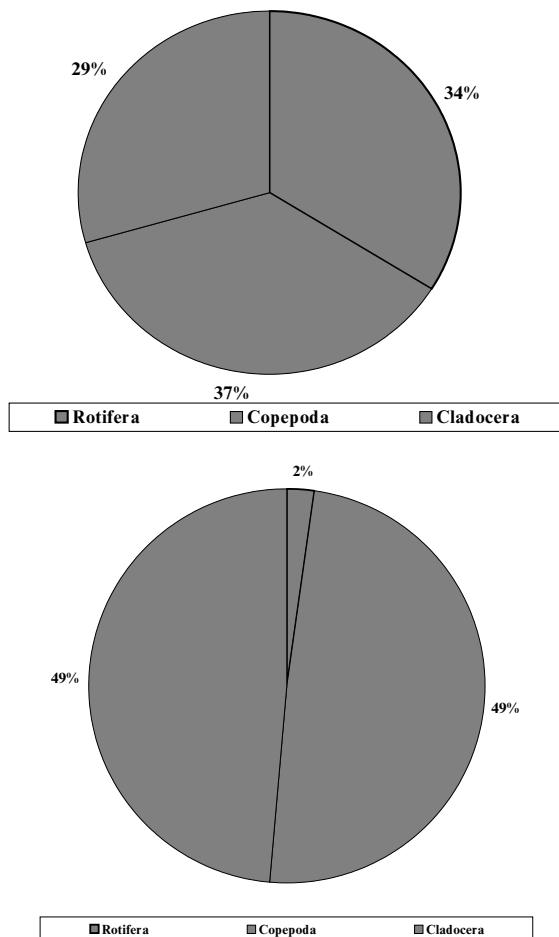


Рис. 41. Структура зоопланктонного сообщества в оз. Б. Миассово: соотношение основных групп.  
а – плотность, б – биомасса.

**Литоральные станции.** Среднегодовые численность и биомасса зоопланктона на литоральных станциях колеблются от 56500 ос./м<sup>3</sup> и 1.4653 г/м<sup>3</sup> (Штанная курья) до 109000 ос./м<sup>3</sup> и 6.5716 г/м<sup>3</sup> (Липовая курья). Относительные доли основных групп зоопланктона меняются в широких пределах: например, коловратки могут составлять от 14 до 70 % численности зоопланктона, веслоногие – от 16 до 60 %. Доля ветвистоусых нигде не превышает 40 % общей плотности. Значительно более стаби-

лен вклад основных групп в общую биомассу зоопланктона. Доля коловраток – 3–5 %, веслоногих – 33–61 %, ветвистоусых – от 37 до 64 %. Руководящие формы литорального зоопланктона (с учетом обитателей заливов) – *E. graciloides*, *M. leuckarti* из Сорепода, *K. longispina* и *A. priodonta* из коловраток, ветвистоусые *C. quadrangula* и *D. cincinnata*. Таким образом, *E. graciloides*, *M. leuckarti* и *D. cincinnata* доминируют и в Главном плесе, и в обособленных частях акватории.

**Залив Липовая курья.** Этот хорошо обособленный залив, расположенный в западной части озера, наиболее богат зоопланктоном в количественном отношении (табл. 20). Плотность и биомасса последнего здесь почти в 1.5–2 раза выше, чем в среднем по озеру. По численности и, особенно по биомассе, преобладают Cladocera, что нехарактерно для оз. Б. Миассово. Руководящие виды – те же, что для всей литоральной зоны (см. выше), лишь место *A. priodonta* занимает *D. brachyurum*.

**Залив Няшевская курья.** Самый крупный залив, сопоставимый по площади с Главным плесом. Плотность и биомасса зоопланктона выше, чем в Главном плесе, но ниже, чем в Липовой курье и в среднем по озеру. По количественным показателям преобладают веслоногие раки, второе место принадлежит ветвистоусым (табл. 20). Основу зоопланктонного сообщества по встречаемости и количественным показателям составляют виды Сорепода: *E. graciloides*, *M. leuckarti* и *M. oithonoides*. Значительную роль играют *C. quadrangula* и *D. cincinnata*, а из коловраток – *A. priodonta*.

**Залив Штанная курья.** Вопреки ожиданиям, планктон здесь оказался самым бедным в количественном отношении (табл. 20), его плотность и биомасса оказались ниже, даже чем в пелагиали Главного плеса (табл. 19). Это определяется численным преобладанием коловраток (до 70 % от общей плотности). Среди ракообразных первенствуют веслоногие (20 % от общей плотности и 50 % от общей биомассы зоопланктона). Даже самые массовые виды в Штанной курье не превышают численности 4000 ос./ $m^3$  и биомассы 0.5 г/ $m^3$ . Руководящие формы – те же, что в Няшевской курье.

**Открытая литораль северного берега.** Характеристики зоопланктона данного района акватории можно считать типичными для необособленных участков озерной литорали. Численность планктона здесь велика и уступает только Липовой курье (табл. 20), однако биомасса довольно низкая. Это объясняется так

Т а б л и ц а 2 0

## Распределение зоопланктона по акватории оз. Б. Миассово

Станция	Весь зоопланктон		Rotifera	
	N	B	N %	B %
Липовая курья	109029	6.5716	28.7	3.1
Няшевская курья	73045	5.6700	14.3	2.2
Северный берег (№ 2)	99660	2.9183	63.7	5.4
Штанская курья	56534	1.4653	68.5	5.1

О к о н ч а н и е т а б л . 2 0

Станция	Copepoda		Cladocera	
	N %	B %	N %	B %
Липовая курья	31.4	32.8	39.9	64.1
Няшевская курья	57.1	61.0	28.6	36.7
Северный берег (№ 2)	16.1	44.8	20.2	49.8
Штанская курья	20.0	50.5	11.4	44.4

П р и м е ч а н и е . N – средняя плотность, ос./м<sup>3</sup>, B – средняя биомасса, г/м<sup>3</sup>, N % – доля в процентах от общей плотности, B % – доля в процентах от общей биомассы

же, как и для Штанской курьи, резким преобладанием по численности коловраток и мелких ракообразных. Среди последних лидируют Cladocera, они же составляют около 50 % биомассы всего зоопланктона. Доминирующий комплекс – типичный для всей зоны литорали (см. выше).

Таким образом, различные участки литоральной зоны озера существенно различаются количественными характеристиками и составом зоопланктона, при этом для наиболее богатых планктоном станций характерно преобладание по численности коловраток, а по биомассе – Cladocera.

### Размерные характеристики гидробионтов

Средние массы представителей зоопланктона приведены в таблице 21. Самые крупные из них относятся к пелагическим ветвистоусым ракам, средняя масса их превышает 0.1 мг, т. е. очень велика. Это достигается за счет особей таких видов, как *Bythotrephes longimanus*, *Daphnia longispina*, *Leptodora kindtii*. Сравнение пелагиали и литорали (включая заливы) по средней массе зоопланктонов показывает, что прибрежная зона населена более мелкими беспозвоночными (коловратки, некрупные фильтраторы-Cladocera). Размеры веслоногих примерно одинаковы по всей

Т а б л и ц а 2 1

Средняя масса особей зоопланктона в оз. Б. Миассово

Таксоценоз	Озеро в целом	Пелагиаль (Главный пles)	Литораль (в среднем по станциям)
	Средняя масса, МГ	Средняя масса, МГ	Средняя масса, МГ
Rotifera	0.004	0.004	0.003
Все ракообразные	0.081	0.094	0.079
Copepoda	0.078	0.079	0.074
Cladocera	0.096	0.116	0.097
Зоопланктон в целом	0.047	0.079	0.049

акватории, а коловратки так же, как и ветвистоусые, имеют более крупные размеры в пелагической зоне.

### Сезонная динамика зоопланктона

*Общая характеристика.* Сезонную динамику количественных характеристик зоопланктона сообщества с мая по декабрь иллюстрирует рис. 42. Численность планктона интенсивно

Рис. 42. Сезонная динамика зоопланктона сообщества в оз. Б. Миассово.

нарастает с середины мая (после схода льда) до начала августа, а затем резко снижается к октябрю. Начиная с октября, падение плотности планктона происходит плавно и достигает зарегистрированного годового минимума в конце декабря. Динамика биомассы почти не отличается от динамики плотности, за исключением того, что в августе, при начавшемся резком падении численности зоопланктона, биомасса остается на прежнем уровне. Это связано со структурными перестройками в сообществе и заменой многих летних форм (например, большинство мелких коловраток) более крупными осенними (такими, как *Daphnia cristata*, *D. longispina* и другие). Снижение плотности и биомассы зоопланктона в конце лета и осенью определяется общим ухудшением условий обитания и переходом сообщества на «зимний режим».

Сезонная динамика зоопланктона пелагической и литоральной зон водоема имеет небольшие отличия (рис. 43, 44). Пик развития зоопланктона приходится на середину лета так же, как и во всем озере. В пелагии, начиная с августа, происходит очень быстрое и синхронное падение численности и биомассы, которое несколько замедляется в октябре. В литорали в конце лета структурные изменения происходят более заметно, что выражается в неодинаковой динамике плотности и биомассы в этот период: снижение биомассы отмечено только в сентябре, тогда как плотность падает с августа столь же быстрыми темпами, как и в пелагической зоне. На рубеже лета и осени в литорали происходит перестройка сообщества: появляются или повышают свое обилие более крупные виды (различные представители Cyclopoida, *Daphnia*) и размерные группы, более мелкие выпадают. В дальнейшем темпы падения плотности и биомассы совпадают.

Описанная динамика количественных параметров планктона так же, как и динамика видового богатства (см. рис. 39), типична для крупных водоемов умеренного климата. Пик развития зоопланктона приходится на июль-август, когда водная толща наиболее стратифицирована и прогрева.

**Динамика зоопланктона в литоральной зоне.** Наиболее соответствует описанной выше сезонная динамика зоопланктонного сообщества в открытой литорали северного берега (рис. 45, 46). Минимум плотности и биомассы зоопланктона отмечен в мае и декабре, максимум – в июле. Наблюдается резкое возрастание к августу и последующее стремительное падение численности при относительно плавном изменении биомассы, что характерно для

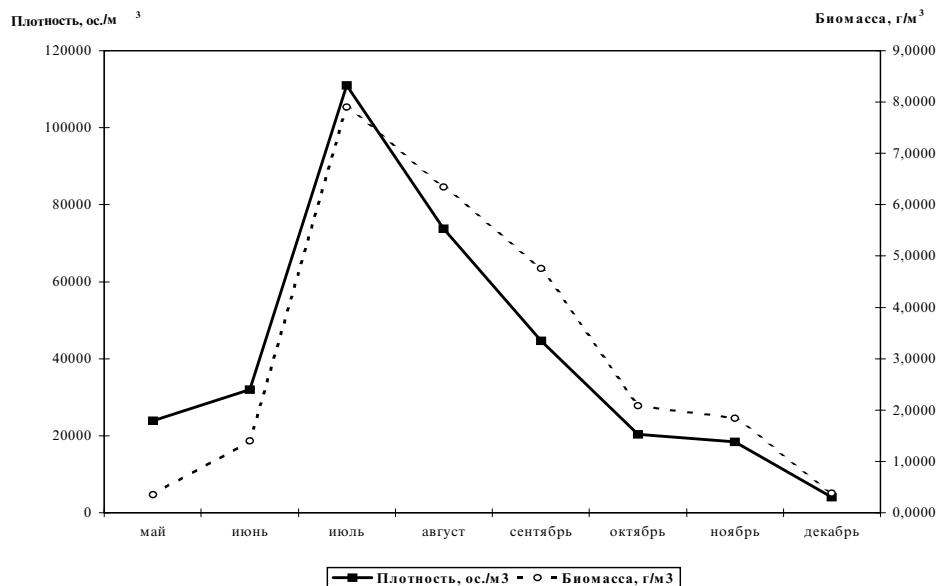


Рис. 43. Сезонная динамика зоопланкtonного сообщества в пелагиали оз. Б. Миассово.

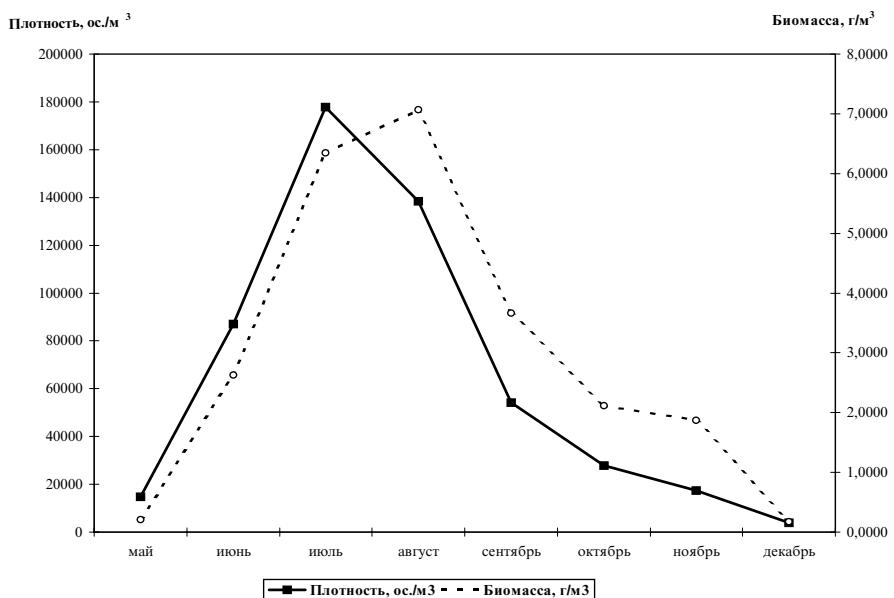


Рис. 44. Сезонная динамика зоопланкtonного сообщества в литорали оз. Б. Миассово.

литоральной зоны и связано с раннеосенними структурными перестройками в сообществе.

Динамика зоопланктона в каждом из обособленных заливов характеризуется своеобразием (рис. 45, 46) и в корне отличается от описанной выше. За исключением Штанной курьи, не наблюдается ярко выраженных всплесков численности, характерный для озера летний пик биомассы отмечен только в заливе Липовая курья. Общей закономерностью является лишь общий подъем плотности и биомассы зоопланктона с мая к июлю и сохранение высоких значений этих показателей по середину сентября. В дальнейшем количественные характеристики относительно плавно снижаются к концу декабря.

В заливе Штанная курья динамика зоопланктона характеризуется почти полным отсутствием колебаний биомассы в течение лета и начала осени в сочетании с резким подъемом численности в августе. Как показано выше, это связано с преобладанием в этот период мелких размерных групп, прежде всего коловраток. Плотность планктона здесь нарастает плавно с мая по ноябрь и перед ледоставом достигает максимума (при весьма невысоких значениях). Биомасса увеличивается с мая по сентябрь, в сентябре наблюдается ее наивысшая величина. Затем, несмотря на продолжающийся рост плотности зоопланктона, биомасса его в октябре снижается и до ледостава остается на уровне середины лета. Таким образом, в сентябре происходит перестройка размерной и видовой структуры сообщества в пользу более крупных видов и генераций. В октябре и ноябре они опять уступают место более мелким.

Сезонная динамика зоопланктона в заливе Липовая курья (рис. 45, 46) имеет совершенно иной характер. Два небольших пика численности сообщества приходятся на июнь и август, тогда как биомасса резко возрастает в августе, а затем стремительно снижается. Таким образом, в начале лета в планктоне преобладают мелкие организмы, в августе наблюдается перестройка сообщества и появляются крупные формы.

В самом крупном обособленном плесе озера – заливе Няшевская курья динамика плотности зоопланктона напоминает таковую в Липовой курье, однако с «запозданием» на месяц (рис. 45). В отличие от других заливов, здесь динамика биомассы (рис. 46) полностью повторяет динамику численности, перестройки размерно-весовой структуры сообщества не выражены.

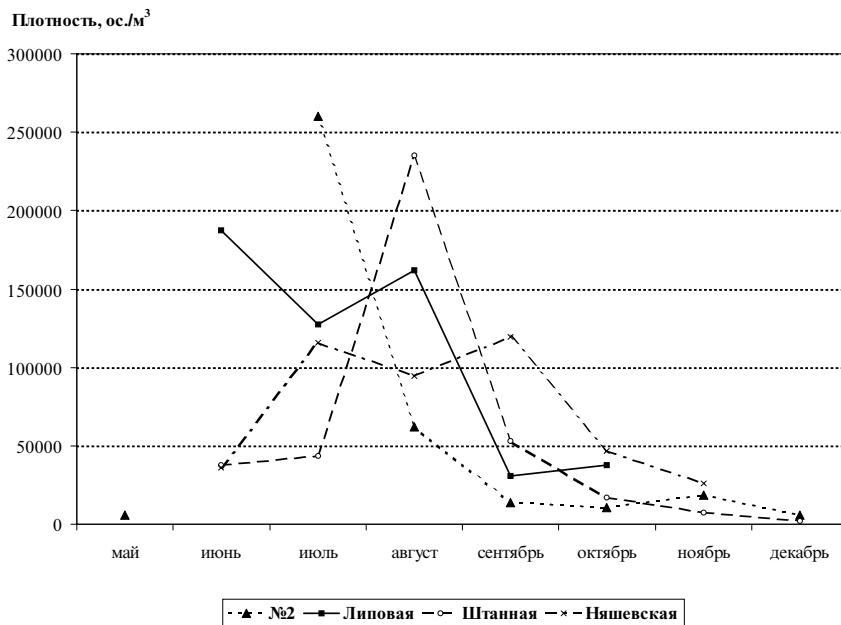


Рис. 45. Сезонная динамика плотности зоопланктона в разных частях акватории оз. Б. Миассово.

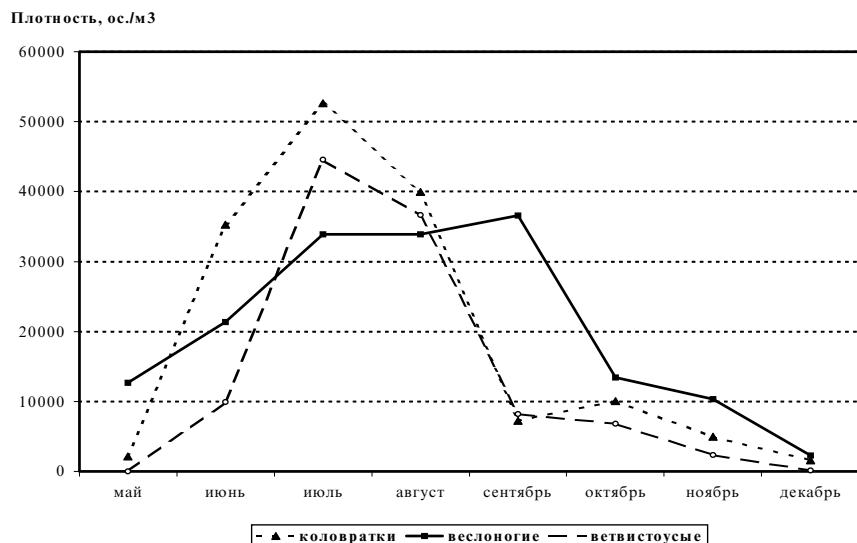


Рис. 46. Сезонная динамика биомассы зоопланктона в разных частях акватории оз. Б. Миассово.

По этому показателю зоопланктон Няшевской кури не отличается от зоопланктона Главного пlesa.

Таким образом, зоопланктон литорали характеризуется в целом более сглаженными колебаниями плотности и биомассы и более выраженнымми сезонными структурными изменениями, чем планктон пелагиали.

**Сезонная динамика основных групп зоопланктона** (рис. 47, 48). Динамика плотности коловраток и ветвистоусых ракообразных одинакова. Минимальные величины отмечены в начале и конце сезона наблюдений (май, декабрь). Весной и в начале лета происходит быстрое нарастание численности этих групп, которое достигает пика в июле, в период наибольшего прогрева воды. К концу лета наблюдается небольшое снижение, а затем, в сентябре, резкое падение плотности. В дальнейшем она постепенно снижается до зимнего минимума, причем у коловраток небольшое возрастание плотности отмечено в октябре, в основном за счет *Keratella* и *Kellicottia longispina*.

Если коловратки и ветвистоусые первенствуют по численности в середине безледного периода, то веслоногие раки преобладают в остальное время – весной и осенью. Плотность их нарастает с мая плавно, достигает максимума в сентябре, после чего падает, сохраняясь, тем не менее, на относительно высоком уровне до ледостава.

Динамика биомассы основных групп зоопланктона заметно различается. У коловраток отмечено два небольших пика биомассы – в июне и октябре, причем летний пик не связан с максимумом численности и объясняется преобладанием в этот период крупной коловратки *Asplanchna priodonta*. Биомасса ветвистоусых после схода льда нарастает быстрыми темпами и достигает наивысшего значения в августе, тогда как плотность их имеет максимум в июле. Таким образом, в конце лета мы наблюдаем типичную перестройку структуры сообщества, ведущую к преобладанию крупных форм Cladocera. К началу октября биомасса ветвистоусых быстро снижается, впоследствии темпы этого процесса замедляются. Динамика биомассы веслоногих повторяет динамику численности этой группы: наблюдается достаточно быстрый подъем биомассы к середине лета, с июля по сентябрь она имеет максимальные величины, а затем плавно снижается к концу декабря. По биомассе так же, как и по численности, Сореподы преобладают в зоопланктоне весной – в начале лета и осенью – зимой, летом уступая первенство Cladocera.

Плотность, ос./м<sup>3</sup>

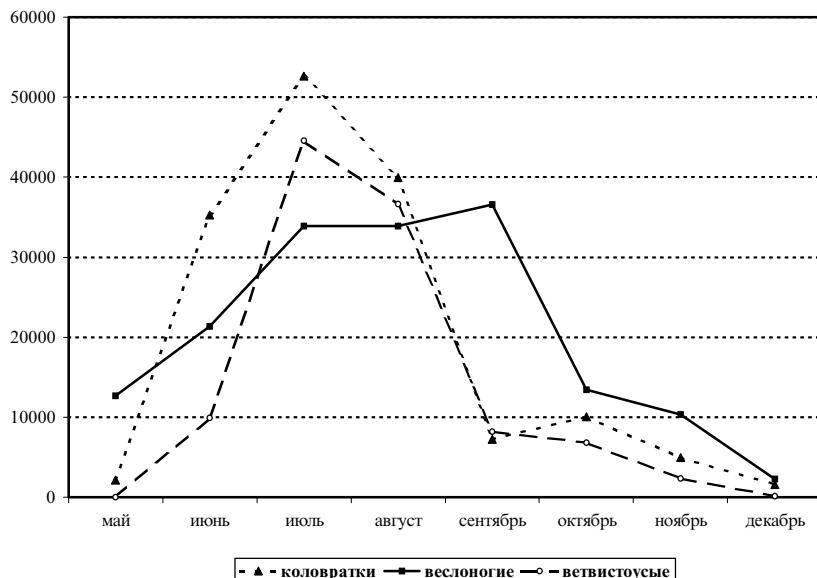


Рис. 47. Сезонная динамика плотности основных групп зоопланктона в оз. Б. Миассово.

Биомасса, г/м<sup>3</sup>

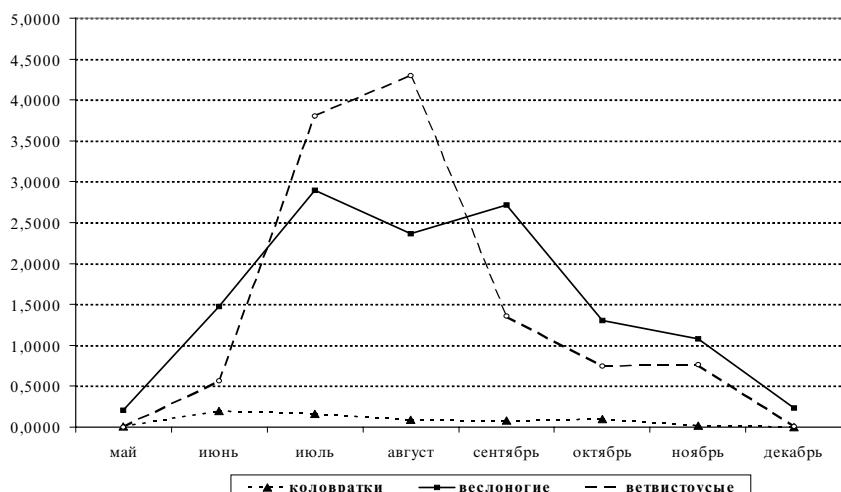


Рис. 48. Сезонная динамика биомассы основных групп зоопланктона в оз. Б. Миассово.

### **Трофическая структура зоопланктонного сообщества.**

Зоопланктон оз. Б. Миассово подразделен, в соответствии с общепринятой традицией, на хищный и мирный. В хищном планктоне, в свою очередь, можно выделить: 1) облигатно хищный – это ветвистоусые *B. longimanus*, *L. kindtii*, веслоногие родов *Acanthocyclops*, *Eucyclops*, *Macrocylops*, турбеллярии и 2) факультативно хищный – *A. priodonta*, представители *Cyclops*, *Mesocyclops*, *Eudiaptomus graciloides*, *Polyphemus pediculus*. К мирному зоопланктону отнесены остальные коловратки и ветвистоусые раки. Соотношение этих групп по доли в общей плотности и биомассе зоопланктона за период исследований иллюстрирует рис. 49.

Из приведенной диаграммы следует, что доля настоящих хищников, особенно по численности, незначительна. Основу плотности и биомассы зоопланктона составляют факультативные хищники, организмы с широким спектром и гибкой стратегией питания. Что касается фильтраторов, то по биомассе они уступают даже облигатным хищникам, а соотношение биомасс хищников и фильтраторов составляет 3.38. Приведенные соотношения могут свидетельствовать о том, что пищевые цепи в озере основаны на относительно крупных пищевых частицах. Преобладание хищников считается характерным для поздних стадий сукцессии, в ходе эвтрофирования доля хищных популяций возрастает (Восстановление экосистем..., 1994; Гиляров, Горелова, 1974; Изменение структуры..., 1988; Кузнецова, 1996), следовательно, наблюдаемая трофическая структура озера характерна для поздних стадий сукцессии.

### **Структурные характеристики зоопланктонного сообщества**

В данном разделе рассмотрены показатели, позволяющие оценить сложность или «структурированность» зоопланктонного сообщества на нескольких уровнях организации: популяционном и зоосинуизальном (под зоосинуизиями разного ранга понимаются экологически однородные группировки популяций или групп популяций (Андреяшкин и др., 1974). Использованы следующие характеристики: соотношение основных групп зоопланктона по индексу ценотической значимости (ИЦЗ), число видов-доминантов, выраженность доминирования и коэффициент структурированности сообщества (КС), число зоосинуизий, индекс раздобрленности сообщества (ИР), коэффициенты структурированности зоосинуизий 1-го и 2-го ранга (КС<sub>1</sub> и КС<sub>2</sub>) (Рогозин, 2000).

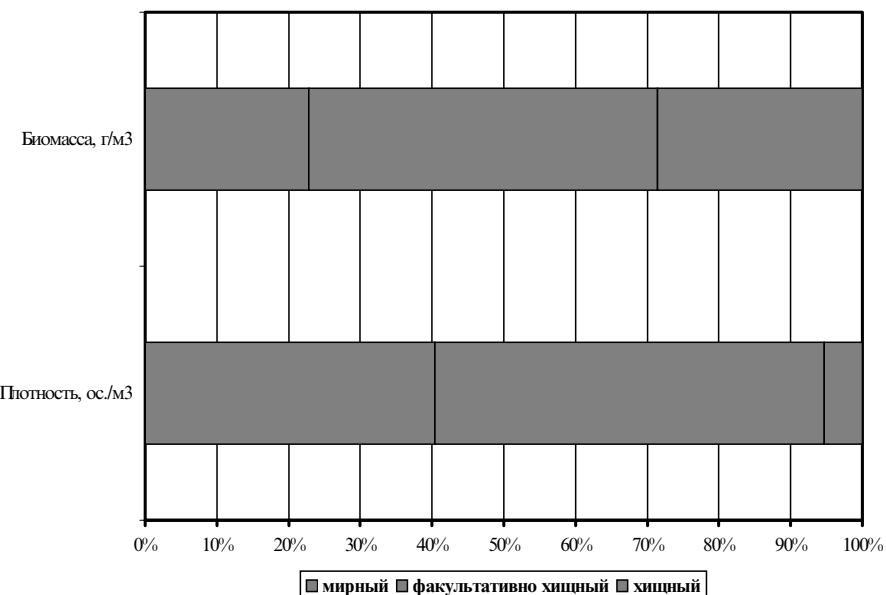


Рис. 49. Трофическая структура зоопланктона оз. Б. Миассово.

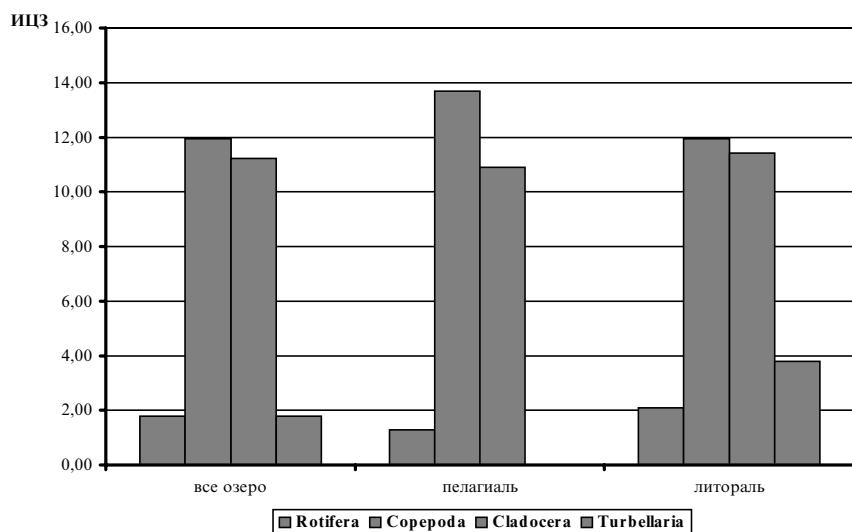


Рис. 50. Структура доминирования зоопланктона оз. Б. Миассово.

Сравнительная ценотическая значимость основных групп зоопланктона отражена на рис. 50. Основными ценозообразователями являются веслоногие раки, причем и в литорали, и в пелагиали их доля практически одинакова, как и доля других групп. Ветвистоусые уступают Cladocera незначительно, особенно в литоральной зоне. Роль коловраток и турбеллярий второстепенная. Следует подчеркнуть немалую роль турбеллярий в прибрежных биоценозах, где по ИЦЗ они почти вдвое опережают коловраток.

**Структура сообщества на популяционном уровне.** Для выявления ценотической роли отдельных видов зоопланктона был использован индекс доминирования. Супердоминант – веслоногий ракок из семейства Diaptomidae *Eudiaptomus graciloides*. Доминирующий вид один – *Daphnia cucullata*. В группу субдоминантов входят *D. longispina*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Diaphanosoma brachium*, веслоногие рода *Mesocyclops* и коловратка *Asplanchna priodonta*. Группы второстепенных и редких видов не обсабливаются. Картина становится несколько иной, если рассматривать зоопланктонные сообщества пелагиали и литорали отдельно. В пелагиали выявляются два доминанта – *Daphnia cucullata* и *Mesocyclops leuckarti*, а из субдоминантов выпадают *Ceriodaphnia quadrangula* и *Asplanchna priodonta*. В литорали число доминирующих видов расширяется до трех – к названным выше прибавляется *C. quadrangula*, а число субдоминантов – до четырех (все оставшиеся виды доминирующего комплекса). Супердоминантом везде является *Eudiaptomus graciloides*, остальные планктонные беспозвоночные попадают в категорию второстепенных и редких форм.

Для озера Б. Миассово, таким образом, характерно сравнительно большое число доминирующих видов и выраженная структура доминирования. Она выражается величиной коэффициента структурированности КС = 2.55, что следует считать средним показателем, вероятно, типичным для мезотрофных озер (для сравнения можно привести данные для других озер: олиготрофное оз. Тургояк имеет КС = 7.68, а мезоэвтрофное оз. Большой Таткуль КС = 0.66). Подобные промежуточные значения характерны и для других показателей структурной сложности сообщества на популяционном уровне – например, ИЦЗ вида-супердоминанта (107.9) и суммарного ИЦЗ зоопланктонного сообщества (520.2) (Рогозин, 2000).

Общепринятый в гидробиологии способ оценки выраженности доминирования и сложности сообщества, а также диагностики состояния сообществ и экосистем связан с использованием

информационной меры разнообразия Шеннона-Уивера, хотя преимущества вышеназванных показателей были рассмотрены ранее (Рогозин, 2000). Видовое разнообразие зоопланктона оценено с помощью меры разнообразия в ее модификации  $H_b$  (Песенко, 1982). Для зоопланктона озера  $H_b=4.4$  (бит/г), для пелагиали и литорали  $H_b = 3.6$ . Сезонная динамика индекса  $H_b$  представлена на рис. 51. Максимальных значений он достигает дважды – в августе и в октябре, несколько позже по срокам, чем на других озерах. Пики разнообразия соответствуют периодам таксономической и размерной перестройки структуры сообщества в конце лета и осенью. Минимальные величины показателя после схода льда и перед ледоставом связаны с упрощением структуры сообщества при отсутствии или выпадении многих летних видов зоопланктона. Следует отметить нестабильность видового разнообразия (дисперсия = 0.41), что может быть связано с общей неустойчивостью сообщества.

Значения индекса для основных групп зоопланктона следующие: коловратки – 2.0, веслоногие раки – 3.4 и ветвистоусые – 2.9 бит/г. Таким образом, все эти группы обладают высоким видовым разнообразием. Его сезонная динамика показана на рис. 52. Они имеют два сезонных максимума разнообразия – летний и осенний: первый наблюдается у Copepoda в июне, у Rotifera и Cladocera в июле, второй – в октябре у Cladocera, ноябрь – у Rotifera и Copepoda. Летнее повышение разнообразия следует связать с массовым появлением и развитием теплолюбивых видов по мере прогревания водной толщи. Осенний пик определяется сменой видового состава зоопланктона в преддверии зимы. Естественно, что мера разнообразия принимает минимальные значения в период, когда наблюдается массовое развитие немногих руководящих форм планктона при невысокой биомассе остальных видов. В периоды таксономических перестроек доминирование в сообществе выражено слабее и видовое разнообразие повышается.

**Экологические группировки – зоосинузии.** Для выявления структурных единиц (зоосинузий, см. Андреяшкин и др., 1974; Рогозин, 2000) в зоопланктонном сообществе использован метод кластерного анализа видовых списков на основе коэффициента сопряженности Коула (Рогозин, 1992). Установлено, что зоопланктонное сообщество включает в себя 16 зоосинузий 1-го ранга, объединяющих 34 вида с встречаемостью не менее 5 %. Индекс

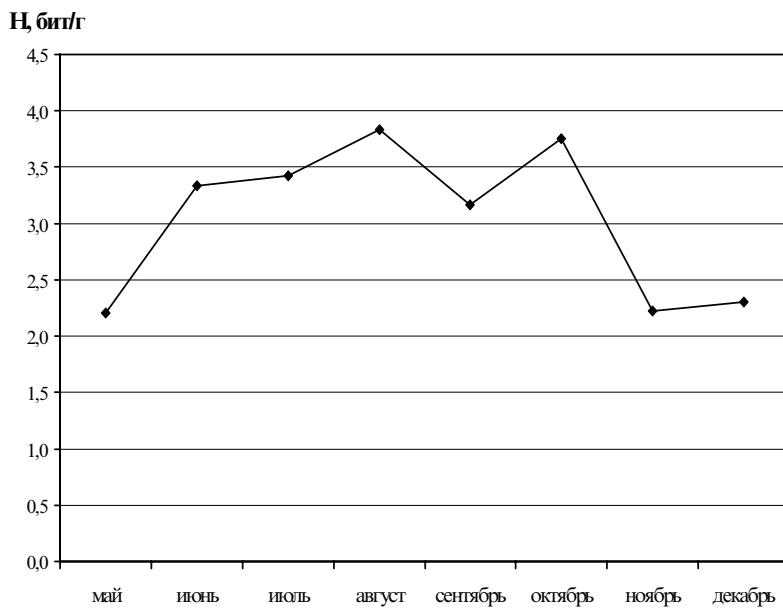


Рис. 51. Динамика видового разнообразия зоопланктона оз. Б. Миассово.

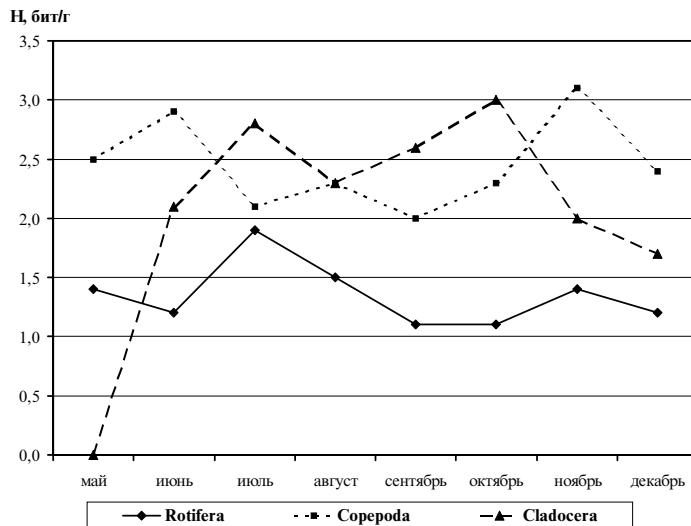


Рис. 52. Динамика видового разнообразия основных групп зоопланктона оз. Б. Миассово.

раздробленности сообщества на уровне зоосинузий составляет 47.1, что, как показывают исследования на других озерах, является высоким показателем. Выявлено 6 групп зоосинузий (или зоосинузий 2-го ранга), ИР = 17.6 (для олиготрофного оз. Тургояк ИР = 21.2, для мезоэвтрофного оз. Б. Таткуль ИР = 6.9). Таким образом, зоопланктонное сообщество оз. Б. Миассово обладает высокой сложностью организации и структурированностью. Это подтверждается и рядом других показателей:  $KC_1 = 2.66$  (Б. Таткуль – 1.05),  $\overline{KC}_2$  (для групп зоосинузий) = 2.00 (Б. Таткуль – 0.70). Информационная мера разнообразия, рассчитанная для зоосинузий 1-го и 2-го ранга, дала также большие величины – соответственно 3.4 и 2.1 бит/г. Все зоосинузии, кроме одной, включают по паре видов и сами объединены в группы по 2–4 зоосинузии. Три наиболее значимые группировки включают большинство видов, входящих в доминирующую группу. Первая: *Daphnia longispina-Diaphanosoma brachyurum-Mesocyclops oithonoides* включает также несколько второстепенных видов ветвистоусых и коловраток. Вторая: *Eudiaptomus graciloides-Daphnia ciscullata* объединяет и другие виды-доминанты, в том числе *Ceriodaphnia quadrangula* и *Asplanchna priodonta*. Третью группировку возглавляет *Mesocyclops leuckartii* (+ *Leptodora* и мелкие коловратки).

## Многолетние изменения в зоопланктонном сообществе

*Таксономическая структура.* В качестве отправной точки для анализа многолетних изменений видового состава зоопланктона служат рукописные отчеты гидробиологов, работавших на озере в конце 1930-х гг. (Бондаренко, 1938; Осипов, 1938; Таунсон, 1940), других материалов по данному вопросу не имеется. Из таблицы 22 следует, что современный таксономический список заметно отличается от списка 60-летней давности. Разница между ними может быть объяснена двумя основными факторами: 1) необнаружение исследователями некоторых видов ввиду редкости последних, а также из-за дефектов исследовательской работы (неадекватные сроки и методы отбора, способы обработки проб, малое количество собранного материала, трудность определения); 2) объективные изменения видового состава вследствие естественных причин (структурная перестройка сообщества в ходе эволюции озерной экосистемы). С целью устранения первого фактора

Таблица 22

Видовой состав основных групп зоопланктона в оз. Б. Миассово  
по данным рукописных отчетов Н. В. Бондаренко (1937),  
В. М. Рылов (1932) и О. А. Таусон (1940)

Таксон	Встречаемость и обилие (глазомерная оценка по данным отчетов)	Встречаемость и обилие в настоящее время (глазомерная оценка, сопостави- мая с данными отчетов)	Диаграмма изменения
			1 2 3 4
Rotifera			
<i>Anuraeopsis fissa</i>	—	единично	+
<i>Asplanchna herricki</i>	данные не приве- дены	—	—
<i>Asplanchna priodonta</i>	немного	много	↑↑
<i>Bipalpus hudsoni</i>	мало	единично	↓
<i>Cephalodella auriculata</i>	данные не приве- дены	—	—
<i>Chromogaster ovalis</i>	данные не приве- дены	единично	?
<i>Colurella uncinata</i>	—	единично	+
<i>Conochiloides natans</i>	руководящая фор- ма зимнего планк- тона	мало	0
<i>Conochilus hippocrepis</i>	немного	—	—
<i>C. unicornis</i>	мало	порядочно	↑
<i>Euchlanis deflexa</i>	—	единично	+
<i>Euchlanis dilatata</i>	очень мало	единично	↓
<i>Euchlanis incisa</i>	—	единично	+
<i>Euchlanis lyra</i>	—	единично	+
<i>Filinia longiseta</i>	данные не приве- дены	единично	?
<i>Gastropus stylifer</i>	данные не приве- дены	очень мало	?
<i>Harringia eupoda</i>	—	единично	+
<i>Kellicottia longispina</i>	много	много	0
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	порядочно	порядочно	0
<i>Keratella cochlearis hispida</i>	данные не приве- дены	немного	?
<i>Keratella cochlearis macracantha</i>	данные не приве- дены	немного	?
<i>Keratella cochlearis tecta</i>	данные не приве- дены	очень мало	?

Продолжение табл. 22

1	2	3	4
<i>Keratella irregularis</i>	—	мало	+
<i>Keratella quadrata</i>	данные не приведены	немного	?
<i>Lepadella (L.) cryphaea</i>	—	единично	?
<i>Mytilina ventralis</i>	—	единично	+
<i>Notholca acuminata</i>	данные не приведены	мало	?
<i>Platyias quadricornis</i>	—	мало	+
<i>Platyias patulus</i>	—	мало	+
<i>Polyarthra euryptera</i>	—	единично	+
<i>Polyarthra longiremis</i>	—	единично	+
<i>Polyarthra remata</i>	—	очень мало	+
<i>Polyarthra vulgaris</i>	порядочно	мало	↓
<i>Proales fallaciosa</i>	—	единично	+
<i>Ptygura velata</i>	—	мало	+
<i>Synchaeta grandis</i> <sup>1</sup>	единично	единично	0
<i>Synchaeta kitina</i> <sup>2</sup>	единично	очень мало	↓
<i>Synchaeta pectinata</i>	—	мало	+
<i>Trichocerca (D.) inermis</i>	—	единично	+
<i>Trichocerca (D.) similis</i>	—	единично	+
<i>Trichocerca (D.) weberi</i>	—	очень мало	+
<i>Trichocerca (T.) capucina</i>	немного	единично	↓
<i>Trichocerca (T.) cylindrica</i>	немного	очень мало	↓
Copepoda			
<i>Acanthocyclops gigas</i>	—	единично	+
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	—	единично	+
<i>Acanthocyclops viridis</i>	немного	—	—
<i>Cyclops abissorum</i>	—	единично	+
<i>Cyclops kolensis</i>	—	немного	+
<i>Cyclops scutifer</i>	—	немного	+
<i>Cyclops strenuus</i>	—	мало	+
<i>Cyclops vicinus</i>	—	очень мало	+
<i>Eucyclops macrurooides</i>	—	мало	+

<sup>1</sup> У О. А. Таусон (1940) отмечена как *Synchaeta sp.* «крупная».

<sup>2</sup> У О. А. Таусон (1940) отмечена как *Synchaeta sp.* «мелкая».

Продолжение табл. 22

1	2	3	4
<i>Eucyclops serrulatus</i>	порядочно	—	—
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	порядочно	в массе	↑↑
<i>Macro cyclops albidus</i>	немного	очень мало	↓
<i>Mesocyclops crassus</i>	—	немного	+↑
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	порядочно	много	↑
<i>Mesocyclops oithonoides</i>	порядочно	много	↑
<i>Paracyclops affinis</i>	—	очень мало	+
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	мало	—	—
Branchiura			
<i>Argulus foliaceus</i>	мало	—	—
Cladocera			
<i>Acroperus harpae</i>	немного	очень мало	↓
<i>Alona affinis</i>	мало	—	—
<i>Alona costata</i>	—	очень мало	+
<i>Alona guttata</i>	мало	—	—
<i>Alona quadrangularis</i>	—	единично	+
<i>Alonella excisa</i>	данные не приведены	единично	?
<i>Alonella nana</i>	—	единично	+
<i>Bosmina berolinensis</i>	мало	—	—
<i>Bosmina coregoni</i>	единично	—	—
<i>Bosmina kessleri</i>	—	порядочно	+↑
<i>Bosmina longicornis</i>	порядочно	—	—
<i>Bosmina longirostris</i>	мало	мало	0
<i>Bosmina longispina</i>	много	—	—
<i>Bosmina obtusirostris</i>	данные не приведены	немного	?
<i>Bythotrephes longimanus</i>	немного	единично	↓
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	немного	—	—
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	немного	много	↑↑
<i>Chydorus sphaericus</i>	мало	много	↑↑
<i>Daphnia cristata</i>	—	очень мало	+
<i>Daphnia cucullata</i>	много	много	0
<i>Daphnia longiremis</i>	—	единично	+
<i>Daphnia longispina (hyalina)</i>	очень мало	порядочно	↑↑
<i>Diaphanosoma brachirum</i>	немного	много	↑
<i>Eury cercus lamellatus</i>	немного	очень мало	↓

Окончание табл. 22

1	2	3	4
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	—	единично	+
<i>Leptodora kindtii</i>	единично	немного	↑
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	данные не приведены	—	—
<i>Pleuroxus truncatus</i>	порядочно	единично	↓↓
<i>Polyphemus pediculus</i>	много	мало	↓
<i>Rhynchotalona falcata</i>	мало	—	—
<i>Scapholeberis mucronata</i>	порядочно	—	—
<i>Sida crystallina</i>	немного	очень мало	↓
<i>Simocephalus lusaticus</i>	—	единично	+
<i>Simocephalus serrulatus</i>	—	единично	+
<i>Simocephalus vetulus</i>	мало	единично	↓

При мечания. 1. Названия таксонов даны в соответствии с современной номенклатурой. 2. Синонимия названий коловраток приведена в работе (Рогозин, Щетинина, 1989). 3. Условные обозначения: ↑↑ – обилие сильно увеличилось, ↑ – обилие увеличилось, ↓ – обилие уменьшилось, ↓↓ – обилие сильно уменьшилось, 0 – обилие не изменилось, + – вид появился, +↑ – вид появился в значительном количестве, – – вид исчез, ? – недостаточно данных для оценки.

рассмотрим только хорошо известные и широко распространенные виды зоопланктона.

В видовом составе коловраток существенных изменений, по-видимому, не произошло. Большое количество форм, не встреченных прежними исследователями (у О. А. Таусон (1940) указано 16 видов и форм, в нашем списке – 41) вряд ли свидетельствует об их появлении в озере в последние годы. Скорее всего, большинство из них просто не было обнаружено. Наиболее распространенные коловратки – *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis* – сохранили лидирующее положение как по встречаемости, так и по обилию (табл. 22). Следует отметить уменьшение встречаемости и обилия *Polyarthra vulgaris* и *Trichocerca capucina* – некогда руководящих видов планктона.

Существенные изменения наблюдаются в составе веслоногих ракообразных. По данным О. А. Таусон (1940), в озере встречалось 11 видов Сорерода, по нашим – 14. Ранее не обнаруживались виды рода *Cyclops* (в его современном объеме), в настоящее

время зарегистрировано 5 хорошо известных и распространенных видов. Наиболее часто попадались *Cyclops kolensis*, *C. scutifer* и *C. strenuus*. Следует отметить значительное увеличение встречаемости и обилия единственного представителя Calanoida – *Eudiaptomus graciloides*, а также видов рода *Mesocyclops*. Из обычных в 1930-е гг. веслоногих ракообразных нам не встречались *Acanthocyclops viridis*, *Eucyclops serrulatus*.

Заметно изменился видовой состав ветвистоусых раков. По данным О. А. Таусон (1940), основу зоопланктона составляли *Daphnia cucullata* и *Bosmina longispina*. В настоящее время последний вид не встречается совсем, а преобладающими формами, наряду с *D. cucullata*, стали некогда редкие *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus* и *Diaphanosoma brachiyurum*. Часто попадающаяся в озере *D. longispina* прежними исследованиями не была отмечена. Указанный О. А. Таусон для оз. Б. Миассово *D. longispina* var. *hyalina* (по современной номенклатуре – самостоятельный вид *D. hyalina*), на наш взгляд, представляет собой локальную вариацию *D. longispina*. Обращает на себя внимание заметное уменьшение встречаемости и обилия обитателей озерной фитали, в частности, хидорид. Многие виды Cladocera отмечены впервые (*Alona costata*, *A. quadrangularis*, *Daphnia cristata*, *D. longiremis* и др., см. табл. 22).

Особый интерес представляет сравнение спектра руково-дящих форм планктона в настоящее время с периодом конца 1930-х гг. О. А. Таусон (1940), к сожалению, не дала точных количественных характеристик популяций отдельных видов и пользовалась общепринятой глазомерной шкалой оценки встречаемости и обилия (Киселев, 1956). Наши количественные данные, преобразованные в соответствии со шкалой, использованной в отчете (О. А. Таусон, 1940), позволили получить сравнительный материал. Согласно Таусон (1940), 60 лет назад в озере преобладали: в литорали – *Pleuroxus truncatus*, *Polypheirus pediculus* и *Scapholeberis mucronata*, в пелагии – *Bosmina longispina*, *Daphnia cucullata*, *Eucyclops serrulatus*, *Eudiaptomus graciloides*, *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides* и *Kellicottia longispina*. Сейчас в литоральной зоне преобладают редкие ранее *Asplanchna priodonta* и *Chydorus sphaericus*, прежние доминанты встречаются в единичных и малых количествах (*Scapholeberis mucronata* вовсе исчез). В пелагии сохранилось доминирование комплекса *Daphnia cucullata* – *Eudiaptomus graciloides* – *Mesocyclops leuckarti* – *M. oithonoides* – *Kellicottia longispina*, место выпавших *B. longispina* и *E. serrulatus* заняли *Ch. sphaericus* и *Diaphanosoma*

*brachium*. *D. cucullata* уступила место лидера *E. graciloides*. Таким образом, в зоне лitorали произошла смена доминирующего комплекса, в пелагиали изменения оказались заметными, но не столь существенными. Следует также отметить, что наиболее существенные изменения коснулись популяций доминирующих видов (как в прошлом, так и современных). Диагностическая роль данных трансформаций таксономической структуры будет рассмотрена ниже.

**Количественные характеристики.** Согласно данным С. К. Осипова (1938), Copepoda составляли от 77 % до 96 % биомассы зоопланктона; О. А. Таусон (1940) отмечает всеобщее преобладание Cladocera. Противоречивость сведений позволяет предположить, что и 60 лет назад основу биомассы зоопланктона составляли ветвистоусые и веслоногие раки примерно в равных пропорциях с межгодовыми колебаниями в ту или другую сторону. Что касается абсолютных величин среднегодовой плотности и биомассы зоопланктона, то данные довоенного времени очень скучны и отрывочны. С. К. Осипов (1938) приводит следующие величины биомассы: 0.0614 г/м<sup>3</sup> летом в эпилимнионе, 0.2671 г/м<sup>3</sup> весной и 0.0274 г/м<sup>3</sup> зимой; О. А. Таусон отмечала биомассу от 2.2 до 5.5 г/м<sup>3</sup>. Последние цифры, на наш взгляд, значительно ближе к истине и позволяют провести сравнение с современными данными. Среднегодовая биомасса зоопланктона в 1996–1997 гг. составила около 4 г/м<sup>3</sup>, что показывает стабильность этого показателя на протяжении последних 60 лет.

## **ГЛАВА 6. ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ**

### **Макрофиты**

Большинство современных исследователей к макрофитам водоемов относят все крупные растения, вне зависимости от их систематической принадлежности, нормально развивающиеся в условиях водной среды и избыточного увлажнения (Катанская, 1981; Папченков, 1985; Вейсберг, 1999). Принимая во внимание то, что полоса прибоя и заплеска, а также переувлажненные экотопы заболоченных берегов и прибрежных сплавин являются неотъемлемой частью экосистемы водоема, мы относим к макрофитам водоросли, мхи и сосудистые растения, обитающие как в воде, так и в прибрежной зоне.

### **Исторический обзор**

Ранее опубликованные сведения о макрофитной растительности озера Б. Миассово весьма скучны. Проводимые в 20–50-е годы гидрологические и гидробиологические исследования, результаты которых опубликованы или содержатся в рукописных отчетах (Бондаренко, Осипов, 1940; Таусон, 1940; Подлесный, Троицкая, 1941; Боган, 1959 и др.), не ставили целью подробное описание растительности и содержат лишь отрывочные сведения о наличии наиболее распространенных видов макрофитов. Более полному изучению растительных сообществ Б. Миассово посвящена работа К. В. Горновского (1961), где указаны некоторые закономерности распределения различных видов в зависимости от условий местообитания. Исследования макрофитной растительности озера проводятся нами с 1989 г.

### **Методика исследований**

Сбор полевого материала производился каждый год в период пика развития растительности – в июле-августе. Применялся стандартный метод экологических профилей (Вейсберг, 1999). Количество и расположение профилей диктовалось целью как

можно шире охватить разнообразие биотопов и, соответственно, растительных сообществ. Они простирались от прибрежной зоны, захватывая гигрофильную растительность, вглубь до границы ее исчезновения. Сообщества заливов частично картировались. На профилях выделялись пояса вдоль градиента глубины, определялся спектр характерных фитоценозов. В основных типах фитоценозов закладывали пробные геоботанические площадки размером по 100 м<sup>2</sup>, если группировка не превышала данной площади, она рассматривалась целиком. В геоботанических описаниях отражался видовой состав сообщества, его пространственная структура (горизонтальное и вертикальное распределение), для каждого вида определяли обилие по шкале Друде, преобразованной в пятибалльную, жизненность по трехбалльной шкале. Отражали также условия местообитания – глубину, характер грунта, оптические и динамические свойства воды. Далее был составлен флористический список с указанием жизненной формы (экобиоморфы) и сводная таблица геоботанических описаний. Всего проанализировано 15 экологических профилей и около 80 геоботанических описаний.

Сравнительный анализ видовой структуры растительных сообществ производился методом кластерного анализа с использованием индекса сходства Чекановского-Съеренсена. Он вычислялся по формуле для количественных данных в форме «а». Количественным признаком был принят балл обилия по шкале Друде.

$$I_{CS} = \frac{\sum \min(n_{ij}, n_{ik})}{\sum n_{ij} + \sum n_{ik}}$$

где  $n_{ij}$ ,  $n_{ik}$  – обилие каждого вида в сравниваемых геоботанических описаниях,  $\min(n_{ij}, n_{ik})$  – минимальное из сравниваемых значений обилия данного вида. Для выявления растительных сообществ был использован объединительный кластерный метод среднего арифметического сходства с построением соответствующих дендрограмм.

Видовое разнообразие растительных сообществ оценивалось по следующим трем индексам, характеризующим α-разнообразие – внутри сообществ (Песенко, 1982; Мэгарран, 1992):

1. Вероятность межвидовых встреч PIE (probability of interspecific encounter)

$$PIE = 1 - \sum p_i^2 \quad (i = 1, 2, 3 \dots S)$$

где  $S$  – число видов в описании,  $p_i$  – доля i-го вида по обилию.

## 2. Мера, обратная концентрации доминирования Симпсона

$$1 \setminus C + (\sum p_i^2)^{-1} \quad (i = 1, 2, 3 \dots S)$$

где  $S$  – число видов в описании,  $p_i$  – доля  $i$ -го вида.

## 3. Индекс Шеннона

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (i = 1, 2, 3 \dots S)$$

где  $S$  – число видов в описании,  $p_i$  – доля  $i$ -го вида.

Значения индексов вычислялись для каждого геоботанического описания, затем находилось среднее значение для отдельных формаций.

Расчеты производились на РС IBM при помощи программы Microsoft Excel 5.0 а и оригинальной программы «BIODIV» с любезного разрешения авторов (L. Penev, P. Baev).

## **Общая характеристика растительности**

Как известно, облик растительности в водоемах зависит от многих особенностей водоема, таких как: морфологические характеристики, оптические свойства воды, динамические факторы, химические и физические свойства воды и грунтов, температурный режим и другие. Все эти факторы тесно связаны друг с другом и в комплексе создают все разнообразие мест обитания, которое обуславливает распределение макрофитов в водоеме.

Сложность морфологического строения озера Б. Миассово, в силу его тектонического происхождения (изрезанность берегов, неровность дна), и многообразие грунтов, обусловливают значительное разнообразие его растительности.

Так как в озере преобладают значительные глубины, сообщества макрофитов занимают относительно небольшую часть его акватории. Развиваются они в прибрежной полосе и в литоральной зоне до глубины до 5–6 м. По приблизительной оценке площадь, занимаемая ими, составляет не более 30 % от общей площади озера. Растительность сосредоточена в основном в мелководных заливах. Для открытых типов берега характерна лишь более или менее узкая полоса макрофитов (см. рис. 5).

## Флористический состав

За период исследований было выявлено 84 вида макрофитов, из них 48 видов водных растений и 36 видов прибрежных (табл. 23). Следуя рекомендациям В. М. Катанской (1981), список разделен на две части. К гигрофильной флоре отнесены виды, характерные именно для прибрежной зоны озер. Латинские названия даны по С. К. Черепанову (1981).

Т а б л и ц а 2 3  
Флористический состав водных и прибрежно-водных  
макрофитов озера Большое Миассово

Семейства	Гигрофильная при- брежная флора	Водная флора
1	2	3
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris palustris</i>	
Equisetaceae		<i>Equisetum fluviatile</i>
Typhaceae		<i>Typha angustifolia</i> <i>T. latifolia</i>
Sparganiaceae		<i>Sparganium emersum</i> <i>S. erectum</i>
Potamogetonaceae		<i>Potamogeton compressus</i> <i>P. lucens</i> <i>P. perfoliatus</i> <i>P. natans</i> <i>P. obtusifolius</i> <i>P. pusillus</i> <i>P. filiformis</i> <i>P. pectinatus</i> <i>P. crispus</i> <i>P. praelongus</i> <i>P. friesii</i>
Alismataceae		<i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>A. gramineum</i> <i>Sagittaria sagittifolia</i>
Butomaceae		<i>Butomus umbellatus</i>
Hydrocharitaceae		<i>Stratiotes aloides</i> <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> <i>Elodea canadensis</i>
Poaceae	<i>Phalaroides arundinacea</i> <i>Calamagrostis langsdorffii</i> <i>Scolochloa festucacea</i>	<i>Phragmites australis</i> <i>Glyceria aquatica</i>
Cyperaceae	<i>Scirpus sylvaticus</i> <i>Carex vesicaria</i> <i>C. rostrata</i> <i>C. riparia</i>	<i>Scirpus lacustris</i> <i>Eleocharis acicularis</i> <i>E. palustris</i>

Окончание табл. 23

1	2	3
	<i>C. pseudocyperus</i> <i>C. canescens</i> <i>C. atheroides</i> <i>C. acuta</i>	
Araceae		<i>Calla palustris</i>
Lemnaceae		<i>Lemna trisulca</i> <i>L. minor</i> <i>Spirodela polyrhiza</i>
Salicaceae	<i>Salix sp.1</i> <i>Salix sp.2</i>	
Betulaceae	<i>Alnus glutinosa</i> <i>A. incana</i>	
Juncaceae	<i>Juncus buffonius</i> <i>J. alpinus</i>	
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiper</i> <i>Rumex aquatilis</i>	<i>Polygonum amphibium</i>
Nymphaeaceae		<i>Nuphar lutea</i> <i>N. pumila</i> <i>Nymphaea candida</i> <i>N. tetragona</i>
Ceratophyllaceae		<i>Ceratophyllum demersum</i>
Ranunculaceae	<i>Ranunculus sceleratus</i> <i>R. lingua</i>	<i>Batrachium circinatum</i>
Brassicaceae	<i>Roripa palustris</i>	
Rosaceae	<i>Comarum palustre</i>	
Callitrichaceae		<i>Callitrichche palustris</i>
Lythraceae	<i>Lythrum salicaria</i>	
Haloragaceae		<i>Myriophyllum spicatum</i>
Hippuridaceae		<i>Hippuris vulgaris</i>
Apiaceae	<i>Cicuta virosa</i>	
Primulaceae	<i>Lysimachia vulgaris</i>	
Menyanthaceae	<i>Menyanthes trifoliata</i>	
Lamiaceae	<i>Lycopus exaltatus</i> <i>Scutellaria galericulata</i>	
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis palustris</i>	
Lentibulariaceae		<i>Utricularia vulgaris</i>
Rubiaceae	<i>Galium uliginosum</i>	
Asteraceae		
	<i>Tussilago farfara</i> <i>Bidens tripartita</i> <i>Nardosmia laevigata</i> <i>Senecio congestus</i>	
Fontinaliaceae		<i>Fontinalis antipyretica</i>
Characeae		<i>Chara sp.1</i> <i>Chara sp.2</i> <i>Chara sp.3</i> <i>Nitella sp.</i>

Таблица 24

Таксономический состав макрофитов озера Большое Миассово

Таксоны	Количество в отделе					Всего
	Magnolio-phyta	Polypo-diophyta	Equiseto-phyta	Bryophyta	Charophyta	
Семейство	31	1	1	1	1	35
Род	45	1	1	1	2	50
Вид	77/91.7*	1/1.2	1/1.2	1/1.2	4/4.7	84

П р и м е ч а н и е . \*В числителе – количество видов, в знаменателе – % от общего числа видов

В таксономическом отношении подавляющее большинство видов макрофитов относится к отделу цветковых. Остальные отделы представлены незначительно (табл. 24).

Соотношение числа видов в семействах цветковых выглядит следующим образом. На первом месте семейства осоковых и рдестовых (по 11 видов, или 13.1%), затем идут злаковые (5 видов, или 6 %), нимфейные, сложноцветные представлены 4 видами (4.8 %). Частуховые, гречиховые, лютиковые, водокрасовые, рясковые включают по три 3 вида (3.6 %). Остальные представлены 1–2 видами (1.2–2.3 % соответственно).

### Синтаксономическая структура

Под синтаксономической структурой здесь понимается состав растительных сообществ и доля участия их в растительном покрове. При выделении растительных сообществ (фитоценозов) применялась физиономическая классификация, основанная на выделении растительных сообществ по признаку сходства доминантов в различных ярусах, которой придерживаются многие геоботаники в нашей стране (Катанская, 1981; Петрова, 1978). Доминирование различных видов в сообществах макрофитов является достаточно четким признаком, который позволяет дифференцировать эти сообщества и отражает специфику их биотопов. Фитоценозы в большинстве случаев обладают выраженной ярусностью (Вейсберг, 1999).

В результате исследований выявлено более 20 видов прибрежных и водных макрофитов, образующих формации, т. е. доминирующих в растительных сообществах, что составляет около 35 % от общего числа видов. Были выделены следующие преобладающие формации и ассоциации.

**Группа формаций высокотравных гелофитов.** Формация тростника обыкновенного (*Phragmiteta australis*). Широко распространена, занимает большие площади в различных местах обитания как в воде, в прибрежной зоне на глубине до 0.5 м, так и на прибрежных сплавинах. Отличается разнообразием ассоциаций. На открытых участках берегов наиболее обычны чистая тростниковая (*Phragmites australis ass.*) и водноразнотравно-тростниковая (*Phragmites australis – Herba mixtae aquatiles ass.*) ассоциации. В состав сообществ могут входить сусак зонтичный, стрелолист обыкновенный, гречиха земноводная, рдесты блестящий и стеблеобъемлющий, телорез алоэвидный, элодея канадская, уруть колосовидная, роголистник погруженный, харовые водоросли. В прибрежной полосе заливов и на сплавинах распространена влаголюбиво-разнотравно-тростниковая ассоциация (*Phragmites australis + Herba mixtae hygrophilae ass.*). В сложении сообществ участвуют различные виды осок, двукисточник тростниковый, вейник Лангдорфа, тростянка овсянницевидная, рогозы узколистный и широколистный, щитовник болотный, сабельник болотный и другие гигрофиты.

Формация камыша озерного (*Scirpeteta lacustris*). Камыш произрастает небольшими участками или прерывистой полосой вдоль берега на глубине до 1 м. Предпочитает песчаные и каменистые грунты. Сообщества менее разнообразны, чем тростниковые. Наиболее распространены две ассоциации: чистая камышовая (*Scirpus lacustris ass.*) и водно-разнотравно-камышовая (*Scirpus lacustris + Herba mixtae aquatiles ass.*), в состав которой могут входить рдесты блестящий и стеблеобъемлющий, уруть, телорез, элодея, болотник болотный и мелкая хара. Встречаются также небольшие участки камышовой с кубышкой желтой (*Scirpus lacustris – Nuphar lutea ass.*), камышовой с гречихой земноводной (*Scirpus lacustris – Polygonum amphibium ass.*) и харово-камышовой (*Scirpus lacustris – Chara sp ass*) ассоциаций.

Формация рогоза узколистного (*Typheta angustifoliae*). Обычно представлена чистой ассоциацией (*Typha angustifolia ass.*). Иногда присутствуют осоки и тростник. Занимает очень небольшие площади, встречается единично вблизи заболоченных берегов на глубине до 0.5 м.

Формация рогоза широколистного (*Typheta latifoliae*). Довольно часто встречается на прибрежных сплавинах. В состав сообществ чаще всего в разной степени входят тростник и различные виды осок. Наиболее распространена тростниково-рогозовая ассоциация (*Typha latifolia + Phragmites australis ass.*).

**Группа формаций прикрепленных гидрофитов с плавающими листьями.** Формация кубышки желтой (*Nuphara lutea*). Занимает большие площади в заливах, образует полосы вдоль берега на глубине 2–3 м на заиленных грунтах. Представлена главным образом водно-разнотравно-кубышковой ассоциацией (*Nuphar lutea – Herbae mixtae aquatiles ass.*). В состав сообществ могут входить кубышка малая, кувшинка чисто-белая. В ярусе погруженных гидрофитов преобладают рдесты сплюснутый, блестящий, стеблеобъемлющий, уруть колосовидная, элодея, лютник водяной, телорез, харовые водоросли, водяной мох фонтиналис.

Формация гречихи земноводной (*Polygonum amphibium*). Произрастает отдельными небольшими участками, на глубине 0,5–1 м, главным образом на песчаных и каменистых грунтах, больших площадей не занимает. Основная ассоциация – водно-разнотравно-гречиховая (*Polygonum amphibium – Herbae mixtae aquatiles ass.*). В сложении сообществ участвуют рдесты блестящий и стеблеобъемлющий, элодея, уруть, реже – телорез, роголистник и другие гидрофиты. Характерны также харовые водоросли и иногда – фонтиналис. Отмечены чистая гречиховая (*Polygonum amphibium ass.*) и камышово-гречиховая (*Polygonum amphibium – Scirpus lacustris ass.*) и харово-гречиховая (*Polygonum amphibium – Chara sp. ass.*) ассоциации.

**Группа формаций погруженных прикрепленных гидрофитов.** Формация рдеста блестящего (*Potamogeton lucentis*). Произрастает прерывистой полосой вдоль открытых участков берегов на глубине 2–3 м. Предпочитает твердые грунты. Основные ассоциации – чистая блестящердестовая (*Potamogeton lucens ass.*) и нителлово-блестящердестовая (*Potamogeton lucens + Nitella sp. ass.*), реже – пронзенноплистно-блестящердестовая с водным разнотравьем (*Potamogeton lucens + Potamogeton perfoliatus + Herbae mixtae aquatiles ass.*), куда входят уруть колосовидная, элодея и другие гидрофиты.

Формация рдеста стеблеобъемлющего (*Potamogeton perfoliatus*). Отмечены небольшие фрагменты или прерывистые полосы на глубине 0,5–1 м на каменистых и песчаных грунтах. Самая распространенная ассоциация – харово-стеблеобъемлющердестовая (*Potamogeton perfoliatus + chara sp. ass.*) с участием урути и элодеи.

Формация урути колосовидной (*Myriophylleta spicati*). Распространена довольно широко. Наиболее часто встречается элодеево-колосоурутьевая ассоциация (*Myriophyllum spicatum* + *Elodea canadensis* ass.), водноразнотравно-колосовоурутьевая (*Myriophyllum spicatum* + *Herbae mixtae aquatiles* ass.) с участием рдестов блестящего и стеблеобъемлющего, элодеи, роголистника, лютика водяного и других гидрофитов.

Формация телореза алоэвидного (*Stratioteta aloiditis*). Одна из самых распространенных формаций в заливах. Сообщества занимают значительные площади в заливах на глубине от 1 до 3 м. Самая распространенная ассоциация – водноразнотравно-телорезовая (*Stratiotes aloides* + *Herbae mixtae aquatiles* ass.). В состав сообществ входит большое количество видов – рдесты сплюснутый, туполистный, стеблеобъемлющий, уруть, роголистник, водяной лютик, элодея, ряски малая и трехраздельная, многокоренник обыкновенный, а также кубышка желтая, кувшинка чисто-белая, харовые водоросли и фонтиналис. Встречается также чистая телорезовая ассоциация (*Stratiotes aloides* ass.).

Формация элодеи канадской (*Elodeeta canadensis*). Встречаются лишь единично небольшие участки на различной глубине. Отличается небогатым видовым составом. Чаще элодея выступает как содоминант в других сообществах.

Кроме описанных выше формаций, в прибрежной зоне озера распространены сообщества с доминированием различных видов осок, четыре вида харовых водорослей (1 вид *Nitella* и 3 вида *Chara*) также часто доминируют на различных глубинах.

На глубине 0,5–1 м встречаются также сообщества хвоща топяного, болотницы болотной, ежеголовника простого, стрелолиста обыкновенного, сусака зонтичного, кубышки малой. Они отмечены единично и занимают очень небольшие площади.

Итак, оз. Б. Миассово характеризуется значительным флористическим и фитоценотическим богатством, что объясняется разнообразием биотопов, характерным для этого озера.

### **Видовая структура сообществ**

Под видовой структурой растительного сообщества в современных экологических работах понимается его видовой состав и количественное соотношение представителей различных видов (Песенко, 1982).

Таблица 25

Количество видов макрофитов, входящих в состав водных растительных сообществ озера Б. Миассово

№	Название формации	Количество видов
1	<i>Phragmiteta australis</i>	25
2	<i>Scirpeteta lacustris</i>	12
3	<i>Nuphareta lutei</i>	15
4	<i>Polygoneta amphibii</i>	13
6	<i>Stratioteta aloiditis</i>	20
7	<i>Myriophylleta spicati</i>	11
8	<i>Potamogetoneta lucentis</i>	6
9	<i>Potamogetoneta perfoliatis</i>	5

При сравнении наиболее распространенных формаций водных макрофитов оказалось, что высокий уровень видового богатства отличает сообщества тростниковой формации. Из формаций гидрофитов в этом отношении выделяются сообщества с доминированием телореза алоэвидного. Самыми бедными в этом отношении оказались сообщества рдестов (табл. 25). Таким образом, относительным видовым богатством характеризуются сообщества, произрастающие в более широком спектре экологических условий.

Анализ сходства видовой структуры сообществ собственно водных макрофитов проведен методом кластерного анализа с применением индекса сходства Чекановского-Съеренсена.

Общее количество проанализированных площадок на оз. Б. Миассово – 66. При этом мы руководствовались тем, насколько распространены в водоеме сообщества тех или иных формаций в водоеме, а также разнообразием входящих в них ассоциаций.

Анализ дендрограммы (рис. 53) показал, что фитоценозы, относящиеся к одной и той же формации, имеют высокую степень сходства видового состава. Четко видна их группировка в отдельные кластеры. Внутри них просматривается и разделение по отдельным ассоциациям.

**Видовое разнообразие.** Одним из показателей, характеризующих структуру сообщества, является его видовое разнообразие. Составляющими видового разнообразия принято считать видовое богатство, или число видов и выровненность, или равновозможность, с которой особи распределены по видам (Песенко, 1982; Мэгарран, 1992). Формализацией, математическим выра-

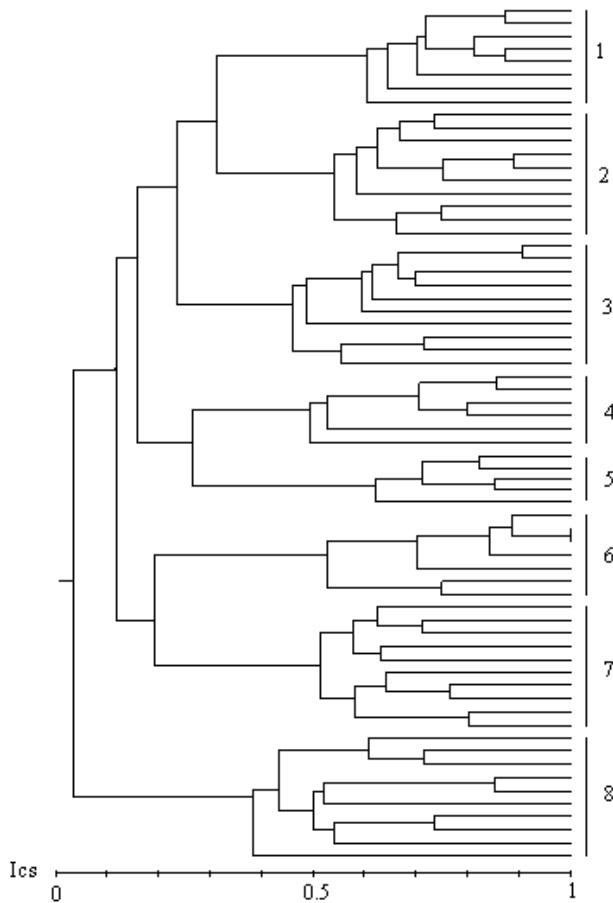


Рис. 53. Дендрограмма сходства видовой структуры сообществ макрофитов оз. Большое Миассово.

Растительные формации:

I – *Phragmiteta australis*; II – *Scirpeteta lacustris*; III – *Nuphareteta lutei*; IV – *Polygoneta amphibii*; V – *Stratioteta aloiditis*; VI – *Myriophylleteta spicati*; VII – *Potamogetoneta lucentis*; VIII – *Potamogetoneta perfoliatatis*.

жением видового разнообразия являются различные индексы. Нами было проанализировано разнообразие основных водных растительных сообществ озера. Считались усредненные индексы по каждой формации (табл. 26).

Индекс PIE широко применяют в основном для характеристики выровненности видов в сообществе по обилию. Чем больше величина индекса, тем выше вероятность, что два экземпляра выборки, выбранные наугад, будут принадлежать к разным видам.

Таблица 26

Видовое разнообразие основных растительных формаций  
озера Большое Миассово

№	Формация	Количество описаний	Индексы видового разнообразия		
			PIE	I\С	H'
1	<i>Phragmiteta australis</i>	10	0.663	3.899	1.213
2	<i>Scirpetia lacustris</i>	10	0.633	3.361	1.258
3	<i>Nuphareta lutei</i>	10	0.739	4.381	1.542
4	<i>Polygoneta amphibii</i>	7	0.358	2.252	0.69
5	<i>Stratioteta aloiditis</i>	10	0.661	3.548	1.393
6	<i>Myriophylleta spicati</i>	8	0.663	3.250	1.213
7	<i>Potamogetoneta lucentis</i>	6	0.24	2.105	0.65
8	<i>Potamogetoneta perfoliatis</i>	5	0.703	3.548	1.322

Индекс I\С называют еще индексом полидоминанности. Он показывает, какое число видов присутствует в гипотетической коллекции, где все виды равнобильны, если она имеет такое же разнообразие, как данная коллекция. Ю. А. Песенко (1982) считает его наиболее приемлемым для экологических исследований.

Индекс H' является мерой информации, содержащейся на один символ сообщения, состоящего из S видов дискретных символов, чьи вероятности встречаемости есть  $p_1, p_2, \dots, p_i$ . В экологическом смысле он измеряет разнообразие многовидового сообщества в среднем на одну особь

### **Жизненные формы и их соотношение**

Под жизненной формой, или экобиоморфой, вслед за большинством современных ботаников, в данной работе понимается система адаптаций (морфологических, анатомических, физиологических, биохимических) растительного организма к окружающей среде. Использована одна из самых дробных классификаций, предложенная В. Г. Папченковым (1985). В оз. Б. Миассово обнаружены представители 8-ми экобиоморфологических групп (табл. 27). Околоводные растения не дифференцировались на гигрогелофиты, гигрофиты и гигромезофиты, так как границу между ними провести достаточно сложно. Древесные формы также принимались во внимание, так как различные виды ивы и два вида ольхи достаточно часто входят в состав сообществ на заболоченных участках и сплавинах.

Анализ полученных данных показал, что в целом во флоре озера разнообразнее всех групп представлены гигрофиты. Среди собственно водных растений выделяется группа погруженных гидрофитов, прикрепляющихся к субстрату. Богат видовой состав низкотравных гелофитов, несколько беднее – группы высокотравных гидрофитов и прикрепленных гидрофитов с плавающими листьями.

Наряду с анализом общего флористического списка, нами определялся состав жизненных форм различных растительных сообществ (рис. 54). Не учитывались прибрежные фитоценозы, так как состав жизненных форм здесь ограничивается преимущественно гигрофитами, кроме которых немалую роль играют три вида высокотравных гелофитов – тростник обыкновенный, рогозы широколистный и узколистный. Исходя из геоботанических описаний, определялось число видов макрофитов, принадлежащих к разным экобиоморфологическим группам, входящим в состав тех или иных растительных формаций.

Как по видовому богатству, так и по разнообразию жизненных форм выделяется формация тростника обыкновенного. В ее состав входят 25 видов 6-ти жизненных форм. Несмотря на то, что доминирующий вид является высокотравным гелофитом, по количеству видов здесь преобладают прибрежные гигрофиты (их присутствие характерно только для этой формации) и прикрепленные погруженные гидрофиты. Высокотравные гелофиты лишь на третьем месте. Формация камыша озерного включает меньшее число видов – 13, принадлежащих к 5 экобиоморфоло-

Таблица 27  
Состав жизненных форм макрофитов в озере Большое Миассово

№	Экобиоморфологические группы	Количество видов *
1	Гидрофиты, свободно плавающие в толще воды	2/2.4
2	Гидрофиты погруженные, прикрепленные к субстрату	20/23.8
3	Гидрофиты, плавающие на поверхности воды	3/3.6
4	Гидрофиты укореняющиеся с плавающими листьями	6/7.2
5	Гелофиты высокотравные	5/5.9
6	Гелофиты низкотравные	10/11.9
7	Гелофиты приземные	2/2.4
8	Оководные растения	36/42.8

При мечанье. \*В числителе – число видов, в знаменателе – % от общего числа видов

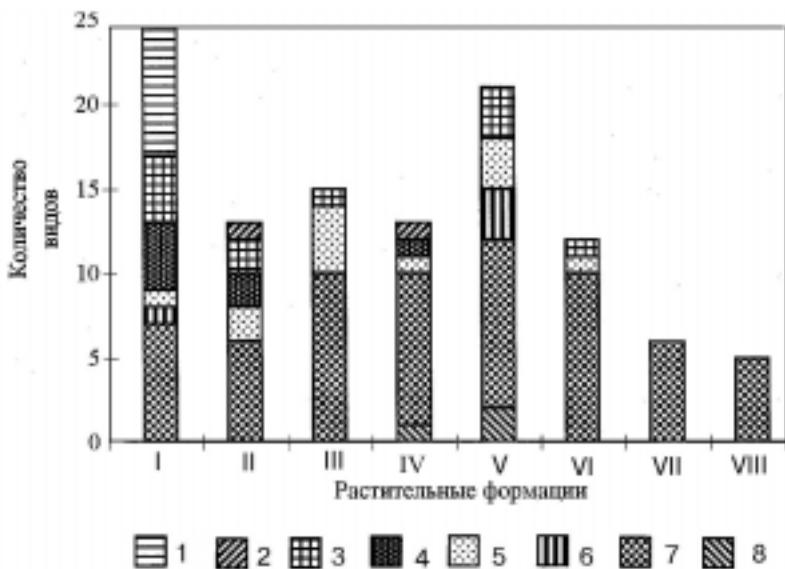


Рис. 54. Состав экобиоморф различных растительных сообществ оз. Большое Миассово.

Растительные формации:

I – *Phragmiteta australis*; II – *Scirpeteta lacustris*; III – *Nuphareta lutei*; IV – *Polygoneta amphibii*; V – *Stratioteta aloiditis*; VI – *Myriophylleta spicati*; VII – *Potamogetoneta lucentis*; VIII – *Potamogetoneta perfoliatis*

Экобиоморфологические группы:

1 – прибрежные гигрофиты; 2 – приземные гелофиты; 3 – низкотравные гелофиты; 4 – высокотравные гелофиты; 5 – гигрофиты прикрепленные с плавающими листьями; 6 – гидрофиты, плавающие на поверхности воды; 7 – прикрепленные погруженные гидрофиты; 8 – гидрофиты, свободно плавающие в толще воды.

гическим группам, большая их часть – прикрепленные погруженные гидрофиты. В отличие от тростниковых сообществ отсутствуют прибрежные гигрофиты и плавающие на поверхности воды гидрофиты, и появляются приземные гелофиты.

Среди видов, слагающих сообщество с доминированием прикрепленных гидрофитов с плавающими листьями (формация кубышки желтой и гречихи земноводной), также преобладают прикрепленные погруженные гидрофиты. По числу видов богаче кубышковая формация, по составу жизненных форм – гречиховая. Из сообществ с доминированием прикрепленных погруженных гидрофитов, по богатству и видового и экбиоморфологического состава выделяется формация телореза алоэвидного, в со-

став которой входит 22 вида пяти жизненных форм. Формация урути колосовидной, кроме прикрепленных погруженных гидрофитов, включает лишь по одному виду из высокотравных гелофитов и прикрепленных гидрофитов с плавающими листьями. Самыми бедными оказались формации рдестов – блестящего и стеблеобъемлющего. В их состав входит соответственно 6 и 5 видов прикрепленных погруженных гидрофитов.

Показательно то, что вне зависимости от жизненной формы доминанта, во всех формациях по числу видов преобладают погруженные прикрепленные гидрофиты. Если гелофиты и прикрепленные гидрофиты с плавающими листьями в основном произрастают в строго ограниченных экологических условиях, где некоторые из них доминируют, представители других экобиоморфологических групп могут встречаться в различных местах обитания. Особенно это касается прикрепленных погруженных гидрофитов, которые, однако, могут доминировать также только в определенных биотопах.

### Пространственное распределение сообществ

Учитывая наиболее общие закономерности, в водоемах выделяют зоны растительности, сменяющие друг друга с увеличением глубины. Каждая из зон образуется видами, относящимися к определенным экобиоморфам. Как правило, они располагаются в следующем порядке: 1) зона прибрежных влаголюбивых растений; 2) зона воздушно-водных растений, или гелофитов; 3) зона гидрофитов с плавающими листьями; 4) зона высоких погруженных гидрофитов; 5) зона придонных гидрофитов. Однако, вследствие сложности морфологического строения, многообразия типов грунта для озера характерно в большой степени мозаичное распределение сообществ. В табл. 28 представлены характеристики конкретных 8 экологических профилей, представляющих наиболее типичные участки (см. рис. 5).

Все профили можно разделить на два основных типа берегов: 1 – растительность открытых берегов, 2 – растительность мелководных заливов. Для первого характерны следующие особенности.

У самой кромки воды произрастает гигрофильная растительность, где чаще всего встречаются осоки, вейник Лангдорфа, тростянка овсянницевидная, двукисточник тростниковидный, шлемник обыкновенный, вербейник обыкновенный, мать-и-мачеха,

Т а б л и ц а 2 8

## Экологические профили макрофитной растительности озера Большое Миассово

№ профиля и зоны	Глубина, м	Характер грунта	Растительность				
			1	2	3	4	
<b>ПРОФИЛЬ № 1.</b> Местонахождение: северный берег озера, западнее Гранатовой горки. Берег невысокий, с выходами камней. Местами хорошо выражен древний береговой вал. Растительность – сосновый лес, у кромки воды – полоса черной и серой ольхи. Дно отлогое, песчаное или песчано-каменистое.							
Зона 1	0–0.5	Песчаный с мелкими камнями	Разреженные группировки мелкой хары с участием рдеста стеблеобъемлющего и отдельными куртинами сусака зонтичного, стрелолиста обыкновенного. Местами встречается фонтиналис противопожарный, очень редко – экземпляры частухи злаковидной и рдеста маленького.				
Зона 2	0.5–1	Песчаный, местами заиленный	Прерывистая полоса рдеста стеблеобъемлющего с урутью колосовидной, рдестом блестящим, элодеей канадской, мелкой харой.				
Зона 3	1–2.5	Илистый	Мозаично расположенные сообщества телореза алоэвидного, урути колосистой с элодеей, фонтиналисом, на глубине 2.5 м – с нителлой.				
Зона 4	2.5–3.5	Илистый	На дне – почти сплошной ковер из телореза, фонтиналиса, нителлы, элодеи, реже – с урутью. Присутствуют разрозненные группировки рдеста блестящего.				
Зона 5	3.5–5	Илистый	Преобладает фонтиналис.				

Продолжение табл. 28

1	2	3	4
ПРОФИЛЬ № 2. Местонахождение: курья Зимник, северо-западный угол озера. Берег низкий, постепенно повышающийся к югу. По кромке воды – заросли ольхи и ивы, выше – сосновый лес. С севера примыкает небольшое болото, из которого в озеро втекает ручей. Дно отлогое, песчано-илистое.			
Зона 2	0–1.5	Песчаный, с мелкими камнями	Растительность разреженная. Мелкая хара и рдест стеблеобъемлющий, единичные экземпляры урути, стрелолиста и сусака.
Зона 2	1.5–2	Песчано-илистый	Группировки урути с пятнами рдеста блестящего и с участием мелкой хары, элодеи, рдеста сплюснутого. Единично присутствует гречиха земноводная.
Зона 3	2–2.5	Илистый	Доминирует кубышка желтая. В состав сообщества входят телорез, рдест сплюснутый, уруть, элодея.
Зона 4	2.5–3.5	Илистый	Телорезовое сообщество на дне, с урутью и рдестом сплюснутым.
Зона 5	3.5–5.5	Илистый	Преобладает фонтиналис
ПРОФИЛЬ № 3. Местонахождение: курья Латочка, южный залив. Залив ограничен каменистыми мысами с сосновым лесом, центральная часть пониженная, заболоченная, граничит с березняком.			
Зона 1	0.3–0.5	Торфяно-илистый	Прибрежные заросли, начальная стадия сплавинообразования. Мозаичная растительность. Преобладают осоковые сообщества, перемежающиеся с тростниками куртинами. Разнообразные виды травянистых гигрофитов, местами встречаются ивы.
Зона 2	0.5–1	Мощный слой ила	Преобладают погруженные гидрофиты. Распределение неравномерное. Доминируют телорез, элодея, рдест блестящий. Встречаются рдесты стеблеобъемлющий, сплюснутый, кубышка желтая. Изредка попадаются низкотравные гелофиты – стрелолист, ежеголовник простой.

Продолжение табл. 28

1	2	3	4
Зона 3	1–2.5	Илистый	Плотные заросли кубышки желтой с телорезом, элодеей, рдестом сплюснутым, фонтаналисом, ближе к 2.5 м – с нителлой.
Зона 4	2.5–3.5	Илистый	Плотный ковер нителлы с телорезом и урутью. Редко – лютик водяной.
Зона 5	3.5–5	Илистый	Преобладают фонтаналис и нителла.
ПРОФИЛЬ № 4. Местонахождение: курья Липовая, северный берег. К востоку от протоки, соединяющей Липовую курью с Проходной, дно отлогое, берег пониженный, поросший лесом из липы сердцелистной, далее к югу он повышается, липняк сменяется мертвопокровным сосняком.			
Зона 1	0–0.1	Прибрежные наносы органики	Заросли осок с участием гигрофитов и некоторых лесных видов.
Зона 2	0.1–0.5	Торфяно-илистый	Тростниковое сообщество. Обычны осоки, дербенник иволистный, двукисточник тростниквидный, вейник Лангсдорфа.
Зона 3	0.5–1	Илистый	Разнообразные группировки гидрофитов погруженных и с плавающими листьями. Наиболее обильны гречиха земноводная, кувшинка чисто-белая, рдесты блестящий и стеблеобъемлющий, урут колосовидная, мелкая хара. Из низкотравных гелофитов высокого обилия достигает хвоц топяной. Распределение неравномерное.
Зона 4	1–1.5	Илистый	Преобладает кубышка желтая, присутствуют телорез, харовые водоросли, урут, местами примешивается камыш озерный.
Зона 5	1.5–3	Илистый	Сообщества харовых водорослей, телореза с урутью, роголистником, водяным лютиком.
Зона 6	3–5	Илистый	Преобладает крупная хара.

Продолжение табл. 28

1	2	3	4
ПРОФИЛЬ № 5. Местонахождение: курья Липовая, южный берег. Здесь каменистые мысы чередуются с мелководными заводями в ложбинах. Прибрежная растительность – смешанный березово-сосновый лес.			
Зона 1	0–1	Илистый, илисто-песчаный	Разнообразные сообщества гигрофитов и гелофитов, чаще всего тростник, осоки (у береговой кромки). Глубже произрастает камыш и другие гелофиты с участием гидрофитов – рдестов стеблеобъемлющего и блестящего, урути, мелкой хары.
Зона 2	1–2	Илистый	Доминируют урут, телорез, лютик водяной.
Зона 3	2–2.5	Илистый	Полоса зарослей кубышки. В состав сообществ входят рдест сплюснутый, урут, крупная хара, телорез, лютик водяной.
Зона 4	2.5–3.5	Илистый	Ковер крупной хары с нителлой, телорезом, урутью, местами с рдестом блестящим и лютиком водяным.
Зона 5	3.5–5	Илистый	Преобладает крупная хара
ПРОФИЛЬ № 6. Местонахождение: курья Штанная, западнее мыса Кораблик. Низкий заболоченный берег, окаймленный тростниково-осоковой сплавиной.			
Зона 1	У края – 1–1.5	Торфяно-илистый	Прибрежная тростниково-осоковая сплавина с дербенником ивolistным, сабельником болотным, вехом ядовитым, рогозом узколистным, щитовником болотным.
Зона 2	1.5–2	Илистый	Сообщество телореза обыкновенного с участием кубышки желтой, урути колосистой, роголистника погруженного, рдестов сплюснутого и туполистного.
Зона 3	2–2.5	Илистый	Заросли телореза с пятнами урости, элодеи. Распределение мозаичное.
Зона 4	2.5–3.5	Илистый	Телорезово-урутево-нителловый комплекс с лютиком водяным.

Окончание табл. 28

1	2	3	4
ПРОФИЛЬ № 7. Местонахождение: курья Штанская, северный залив. Берег залива представляет собой край тростниково-осоковой сплавины, которая, постепенно расширяясь, в конце залива переходит в осоково-березовое болото.			
Зона 1	У края – 1.5	Торфяно-илистый	Прибрежная тростниково-осоковая сплавина с дербенником, щитовником болотным, рогозом широколистным, сабельником болотным, зюзником высоким.
Зона 2	1.5–2	Илистый	Плотные заросли телореза, в основном всплывающего на поверхность воды с участием рясок трехраздельной и малой, многокорениника и элодеи.
Зона 3	2–2.5	Илистый	Сообщество телореза и разнообразных гидрофитов, из которых наиболее обильны кубышка желтая, уруть, роголистник, рдесты сплюснутый и плавающий, кувшинка чисто-белая. Распределение сообществ пятнистое.
Зона 4	2.5–3.5	Илистый	Урутьево-нителлово-телорезовый комплекс.
ПРОФИЛЬ № 8. Местонахождение: курья Няшевская, севернее кордона. Берег у входа в курью высокий, местами каменистый, с сосновым лесом, затем постепенно понижается к устью реки Няшевки, которое представляет собой обширное болото, окаймленное сплавиной.			
Зона 1	0–0.5	Торфяно-илистый	Сообщество тростника со злаками: тростником овсянницевиной, вейником Лангдорфа, щитовником болотным, вехом ядовитым, частухой подорожниковой, сабельником. Встречаются кутины рогоза широколистного. В окнах попадается водокрас обыкновенный.
Зона 2	0.5–2	Илистый	Доминирует кубышка желтая. В состав сообществ входят кубышка малая, кувшинка чисто-белая, рдесты стеблеобъемлющий и блестящий, нителла и элодея.
Зона 3	2–4	Илистый	Сообщества харовых водорослей с участием элодеи, урути.

нардосмия гладкая, дербенник иволистный и другие, а также тростник обыкновенный. Сюда же могут заходить и сухопутные растения из прилегающих лесных растительных сообществ. Ширина ее зависит от крутизны берега и уклона падения дна.

Далее следует зона высокотравных гелофитов, представленная сообществами тростника обыкновенного и, реже – камыша озерного. На участках, особо подверженных действию волн, ветра, особенно на каменистых грунтах, разреженная растительность представлена различными видами прикрепленных погруженных гидрофитов, к которым могут примешиваться низкотравные гелофиты – стрелолист обыкновенный, сусак зонтичный.

На глубине более 1 м произрастают одни прикрепленные погруженные гидрофиты: уруть колосовидная, рдесты блестящий и стеблеобъемлющий, телорез алоэвидный, лютик водяной, роголистник, элодея, харовые водоросли. Величина проективного покрытия зависит от характера грунта (на песчаных и песчаноилистых грунтах плотность зарослей гораздо выше, чем на каменистых) и от степени динамического воздействия. В местах, более защищенных от ветра, на песчаных и илистых грунтах на глубине 1.5–2.5 м может быть выражена полоса прикрепленных гидрофитов с плавающими листьями. В основном это сообщества кубышки желтой, реже пятнами встречается гречиха земноводная. На глубине более 3–3.5 м встречаются лишь придонные растения – элодея, фонтиналис противопожарный, харовые водоросли. Максимальная глубина распространения растительности – 5–5.5 м.

Для второго типа характерны пологий уклон дна, защищенность от волн и ветра, преобладающие грунты – илистые и торфяно-илистые. Берега здесь заболочены, зачастую они представляют собой сплавины на различных стадиях образования с гигрофильтной растительностью и сообществами тростника, осок, щитовника болотного, рогоза широколистного. Глубина у края сплавины составляет в среднем 0.5–1 м, иногда достигая 2.5 м. Край сплавины часто бывает окаймлен различной ширины полосой плотных зарослей телореза, всплывающего на поверхность. Далее могут произрастать сообщества различных видов погруженных гидрофитов – рдестов, урути колосовидной, телореза, лютика водяного. На глубине 2–2.5 м бывает четко выражен пояс кубышки желтой.

## Листостебельные мхи

Специальные работы, посвященные бриофлоре заповедника, отсутствуют. Отрывочные сведения в ряде публикаций (Горновский, 1961; Кулагин, 1962; Маковский, 1978; Молчанова, Караваева, 1981) содержат информацию только о доминирующих и широко распространенных видах мхов. Наиболее информативными в этом отношении являются архивные геоботанические материалы фонда заповедника, а именно неопубликованный отчет К. В. Горновского «Болота Ильменского заповедника» (1950). Уделяя серьезное внимание моховому покрову при исследовании растительности болот, он приводит для территории заповедника, включающей Аргазинскую часть, 44 вида (3 печеночника, 22 сфагна, 19 видов настоящих мхов). В 1994 г. в результате геоботанических работ Института экологии растений и животных УрО РАН отмечено 40 видов мохообразных (2 печеночника, 4 сфагна, 34 вида настоящих мхов). С 1995 г. ведется систематическое изучение флоры листостебельных мхов Ильменского заповедника.

В прибрежно-водную группу листостебельных мхов мы включили виды, произрастающие постоянно в погруженном состоянии и обитающие в пределах 5 м от уреза воды. Материалом послужили бриологические сборы 1995, 1999 гг. и данные К. В. Горновского (1961).

Береговая линия озера характеризуется хорошо выраженной изрезанностью. На всем ее протяжении можно выделить различные типы берегов: каменистый, песчаный, торфяной и четвертый – обнажения коренных пород. На западном берегу водоема, особенно в заливах, произрастает прибрежно-водная растительность. Ее обильному развитию на восточной стороне озера препятствует сильное влияние со стороны преобладающих в этом районе юго-западных ветров, каменистость берега и дна и крутое падение последнего (Горновский, 1961).

В приведенном аннотированном списке названия видов мхов даны в соответствии с работой Е. А. Игнатовой, М. С. Игнатова (1993). После каждого видового названия указаны его местонахождение, краткая экологическая характеристика местообитаний, приведена частота встречаемости для исследуемой зоны по предлагаемой шкале:

- редко (вид встречен 1 раз),
- изредка (вид встречен в 2–3 точках),
- часто (вид встречен в 4–8 и более пунктах);

виды, встреченные впервые для территории заповедника, обозначены звездочкой; в скобках указывается форма роста по системе Гимингама с соавторами (Gimmingham, Robertson, 1950): подушки – П, дерновины – д (короткие), Д (высокие), Дпл (плавающие), сплетения – С, коврики – К и Кпл (плавающие), древовидная форма роста – Др.

Благодарим И. Л. Гольдберг (ИЭРИЖ г. Екатеринбург) за консультации при определении сборов мохообразных.

### **Список листостебельных мхов прибрежно-водной зоны озера Большое Миассово**

#### **Сем. Polytrichaceae:**

*Polytrichum juniperinum* Hedw. – Мыс Мраморный, на камнях в 3–5 м от уреза воды. Редко. (Д)

*P. piliferum* Hedw. – Северо-восточный берег озера, берега кури Проходная, на прибрежных камнях, в расщелинах и трещинах. Редко. (Д)

#### **Сем. Dicranaceae:**

*Cynodontium polycarpon* (Hedw.) Schimp. – П-ов Липовый, на камнях в 3–5 м от уреза воды. Редко. (д)

*Dicranum fragilifolium* Lindb. – П-ов Муравьиный, на затененных камнях в 2.5 м от уреза воды. Редко. Вид требует уточнения. (д)

*D. fuscescens* Turn. – П-ов Липовый, на камнях в 3 м от уреза воды. Редко. (Д)

*D. scoparium* Hedw. – Берега кури Проходная, на камнях в 2–3 м от линии воды. Редко. (Д)

*Oncophorus wahlenbergii* Brid. – Юго-восточный берег кури Няшевская. На коре бревен. Редко. (д)

*Orthodicranum montanum* (Hedw.) Loeske – П-ов Липовый, на прибрежных камнях. Редко. (д)

*Paraluecobryum longifolium* (Hedw.) Loeske – П-ов Липовый, на прибрежных камнях. Редко. (д)

#### **Сем. Encalyptaceae:**

\**Encalypta sp.* – м. Мраморный, в расщелине затененных мраморных валунов. Редко. (д)

#### **Сем. Pottiaceae:**

\**Bryoerythrophyllum recurvirostre* (Hedw.) Chen – Берега кури Проходная, в расщелине камня. Редко. (д)

*Didymodon rigidulus* Hedw. – П-ов Липовый, м. Мраморный, на прибрежных камнях. Изредка. (д)

\**Weisia controversa* Hedw. – Северный берег озера, на скале, в трещине с песком и илом, обрызгивается волнами. Редко. (д)

**Сем. Grimmiaceae:**

\**Grimmia sp.* – Берега курни Проходная, на камнях в 1,5–2 м от уреза воды. Редко. (П)

*G. montana* Bruch et Schimp. in B.S.G. – Северо-восточный берег озера, берега курни Проходная, на валунах в 1–3 м от уреза воды. Изредка. (П)

*G. ovalis* (Hedw.) Lindb. – По всему побережью озера, на камнях в 1,5–5 м от уреза воды. Часто. (П)

*Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch et Schimp. in B.S.G. – На камнях по всему побережью озера в 1–3 м от уреза воды. Часто. (П)

\**Schistidium sp.* – Берега курни Проходная, на камне в 1 м от уреза воды. Редко. (П)

**Сем. Funariaceae:**

*Funaria hygrometrica* Hedw. – По всему побережью, на почве у корней ольхи. Часто. (д)

**Сем. Bryaceae:**

*Bryum argenteum* Hedw. – Северо-западный и северо-восточный берега озера, на камнях в трещинах с песком и илом. Изредка. (д)

\**Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn. et al. – По всему побережью озера, на камнях, погруженных в воду и у воды, на сырой почве в 1 м от уреза воды, на заиленном песке, на гниющих остатках растений среди камней, на задернованных камнях в зарослях тростника, на почве у корней ольхи, на гнилых корнях по краю сплавины. Часто. (д)

*Bryum sp.* – Северо-западная и северо-восточная сторона озера, юго-восточный берег курни Няшевская, на камнях, на коре бревен, на почве среди зарослей ольхи. Изредка. (д)

*Bryum sp.* – Северо-западная сторона озера, на почве в зарослях ольхи. Редко. (д)

*Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wils. – Северо-восточная сторона озера, на сырой обнаженной почве. Изредка. (д)

*Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr. – м. Мраморный, на тенистых камнях в 3 м от уреза воды. Редко. (Др)

**Сем. Mniacaceae:**

\**Mnium marginatum* (Dicks.) Beauv. – м. Мраморный, в щели тенистых камней. Редко. (д)

*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kor. – По всему побережью озера, на гнилых корнях в 1 м от уреза воды, на камнях в 2.5–5 м от воды, на гнилом стволе в 2 м от воды. Часто. (д)

*P. medium* (Bruch et Schimp. in B.S.G.) T. Kor. – Курья Штанская, по краю сплавины. Изредка. (д)

*P. ellipticum* (Brid.) T. Kor. – Курья Штанская, берега курьи Продонная, м. Мраморный, юго-восточная часть берега курьи Няшевская, по краю сплавины, в основании заиленной кочки в 1 м от воды, на задернованных камнях в 3 м от воды, на сырой почве. Изредка. (д)

#### Сем. Orthotrichaceae:

\**Orthotrichum anomalum* Hedw. – Северо-восточная и северо-западная сторона озера, п-ов Муравыиный, м. Мраморный, на валунах в 1–3 м от уреза воды. Часто. (П)

\**O. obtusifolium* Brid. – Юго-восточный берег курьи Няшевская, на коре бревен в 3–5 м от воды. Редко. (П)

*O. speciosum* Nees in Sturm – Юго-восточный берег курьи Няшевская, на коре бревен в 3–5 м от уреза воды. Редко. (П)

#### Сем. Ditrichaceae:

*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. – По всему побережью, на галечно-песчаном аллювии, на камнях в расщелинах в 1.5–5 м от уреза воды, на почве среди зарослей ольхи. Часто. (д)

\**Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch et Schimp. in B.S.G. – м. Мраморный, в расщелине тенистых валунов в 3–5 м от воды. Редко. (д)

#### Сем. Hedwigiaceae:

*Hedwigia ciliata* (Hedw.) Beauv. – По всему побережью, на камнях в 1–3 м от уреза воды. Часто. (П)

#### Сем. Fontinaliaceae:

*Fontinalis antipyretica* Hedw. – Северо-западная и северо-восточная сторона озера, в воде на глубине (2)5–6(7) м. Часто. (Дпл). Впервые для заповедника вид указан К. В. Горновским (1961).

\**Fontinalis antipyretica* var. *gracilis* (Lindb.) Schimp. – Северо-восточный угол озера, прибит волнами к берегу. Изредка. (Дпл)

\**F. hypnoides* Hartm. – Северо-западный угол озера, Зимник, на коре упавшего в воду ствола березы, произрастает вместе с *Leptodictyum riparium* на глубине 2 см. Редко. (Дпл)

#### Сем. Clusiaceae:

*Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr – П-ов Липовый, юго-восточный берег к. Няшевская, на сырых камнях, на

влажной почве вместе с *Brachythecium mildeanum*. Изредка.  
(Др, на сильно увлажненных местообитаниях – К)

**Сем. Leucodontaceae:**

\**Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr. – Северо-западная сторона озера, м. Мраморный, на валунах в 1 м от воды. Изредка. (К)

**Сем. Anomodontaceae:**

\**Anomodon viticulosus* (Hedw.) Hook. et Tayl. – м. Мраморный, на валунах в 3–5 м от уреза воды. Редко. (К)

**Сем. Neckeraceae:**

*Neckera pennata* Hedw. – П-ов Липовый, на прибрежных камнях.  
Редко. (К)

**Сем. Leskeaceae:**

\**Leskea polycarpa* Hedw. – м. Мраморный, на затененных валунах в 3–5 м от уреза воды. Редко. (К)

*Leskeella nervosa* (Brid.) Loeske – По всему побережью, на камнях в 1.5–5 м от уреза воды, на гнилом бескором стволе в 2 м от воды, на корнях ольхи, на коре бревен. Изредка. (К)

\**Pseudeleskeella catenulata* (Brid. ex Schrad.) Kindb. – Берега куры Проходная в 1,5–2 м от уреза воды на камнях. Редко. (К)

*P. tectorum* (Funck ex Brid.) – Северо-восточная сторона озера,  
м. Мраморный, на камнях в 3 м от уреза воды. Изредка. (К)

**Сем. Thuidiaceae:**

*Abietinella abietina* (Hedw.) Fleisch. – По всему побережью, на камнях в 1–5 м от воды. Часто. (С)

**Сем. Amblystegiaceae:**

*Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G. – Северо-западная сторона озера, юго-восточный берег куры Няшевская, на камнях, на песке среди гальки, на гнилом стволе сосны, на коре бревен. Часто. (К)

*Amblystegium serpens* var. *juratzkanum* (Schimp.) Rau et Herv. – Северо-восточная сторона озера, м. Мраморный, на камнях временно затопляемых, среди прибрежных камней, в основании заиленной кочки, на гнилых корнях. Часто. (К)

\**A. varium* (Hedw.) Lindb. – Берега куры Проходная, на камнях в 1,5 м от воды. Редко. (К)

*Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb. – Курья Штанная, по краю сплавины. Изредка. (Д)

*Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske – Курья Штанная, по краю сплавины на остатках гнилых корней деревьев. Изредка. (Д)

*Campylium chrysophyllum* (Brid.) J. Lange – м. Мраморный, на темистых валунах в 3 м от воды. Редко. (К)

\**C. polygamum* (B.S.G.) C. Iens. – Курья Штанная, северо-восточная сторона озера, юго-восточный берег кури Няшевская, по краю сплавины, на корнях ольхи в 2.5 м от уреза воды. Часто. (К)

*Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst. – По всему побережью, в воде среди небольших камней на глубине около 10–15 см, на камнях у воды и в 1.5–2 м от воды. Часто. (К)

\**D. sendtneri* (Schimp. ex C. Muell.) Warnst. – Северо-восточная сторона озера, м. Мраморный, в воде на камнях у берега вместе с *Fontinalis antipyretica*. Изредка. (Кпл)

\**Hygrohypnum luridum* (Hedw.) Jenn. – Берега кури Проходная, в воде на камне с восточной стороны. Редко. (Кпл)

\**Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst. – По всему побережью, по краю сплавины, на заиленном песке среди прибрежных растений, на камне в воде с южной стороны на глубине 2 см, на коре ствола березы упавшего в воду, на коре бревен в 3–5 м от воды. Часто. (К)

*Limprichtia cossonii* (Schimp.) Anderson et al. – Северо-восточная сторона озера, п-ов Липовый, на камнях, в пустоши гнилого пня в 1 м от воды. Изредка. (К)

*Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske – П-ов Муравьиный, п-ов Липовый, м. Мраморный, юго-восточный берег кури Няшевская, на влажных камнях в 1.5–2.5 м от воды, на гнилом стволе в 2 м от воды. Часто. (К)

*Warnstorffia fluitans* (Hedw.) Loeske – Курья Штанная, по краю сплавины. Изредка. (Дпл)

#### Сем. *Brachytheciaceae*:

*Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp. ex Milde – Юго-восточный берег кури Няшевская, на сырой почве, на влажных камнях. Редко. (К)

\**B. plumosum* (Hedw.) Schimp. in B.S.G. – Северо-западный и северо-восточный края озера, берега кури Проходная, на корнях ольхи, на гнилом стволе в 0.5 м от воды, на гнилых корнях в 1 м от воды. Изредка. (К)

\**B. populeum* (Hedw.) Schimp. in B.S.G. – Северо-восточная сторона озера, берега кури Проходная, м. Мраморный, на камнях, в расщелинах в 1.5–3 м от воды. Изредка. (К)

*B. reflexum* (Starke in Web. et Mohr) Schimp. in B.S.G. – П-ов Липовый, берега кури Проходная, среди камней в 1–2 м от воды на прибрежных камнях. Изредка. (К)

\**B. rutabulum* (Hedw.) Schimp. in B.S.G. – Северо-восточная сторона озера, юго-восточный берег кури Няшевская, на сырых тенистых камнях, на коре бревен. Изредка. (К)

*B. salebrosum* (Web. et Mohr) Schimp. in B.S.G. – По всему побережью, на камнях в 1.5–5 м от воды, в щелях камней, на коре бревен. Часто. (К)

**Сем. Plagiotheciaceae:**

\**Plagiothecium cavifolium* (Brid.) Iwats. – Берега кури Проходная, на камнях в 2 м от воды. Редко. (К)

*P. laetum* Schimp. in B.S.G. – П-ов Липовый, м. Мраморный, в тенистых расщелинах камней. Изредка. (К)

**Сем. Hypnaceae:**

*Hypnum cypresiforme* Hedw. – Берега кури Проходная, юго-восточный берег кури Няшевская, на спиле бревен, на камнях в 3 м от воды. Изредка. (К)

*H. lindbergii* Mitt. – Берега кури Проходная, м. Мраморный, на камнях у воды и в 1.5–2 м от воды. Изредка. (К)

*H. pallens* (Hedw.) P. Beauv. – Северо-восточная сторона озера, м. Мраморный, на гнилых стволах в 1–2 м от воды, на тенистых камнях. Изредка. (К)

*Homomallium incurvatum* (Brid.) Loeske – П-ов Муравыиный, на тенистых камнях в 2.5 м от воды. Редко. (К)

*Platygyrium repens* (Brid.) Schimp. in B.S.G. – П-ов Муравыиный, м. Мраморный, на камнях в 2,5–5 м от воды. Изредка. (К)

*Pylaisiella polyantha* (Hedw.) Grout – Северо-западный и северо-восточный края озера, м. Мраморный, на камнях в 1.5 м от воды, на гнилом стволе береск в 1 м от воды, на основании ствола ольхи в 3.5 м от воды. Изредка. (К)

*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not – П-ов Липовый, на прибрежных камнях. Редко. (С)

**Сем. Hylocomiaceae:**

*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G. – П-ов Липовый, на прибрежных камнях. Редко. (С)

*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. – Берега к. Проходная, п-ов Липовый, на камнях в 3–5 м от воды. Изредка. (С)

Флора листостебельных мхов прибрежно-водной зоны оз. Б. Миассово достаточно разнообразна и насчитывает 76 видов (и 2 разновидности) из 50 родов и 23 семейств. Основу прибрежно-водной группы мохообразных составляют семейства Amblystegiaceae – 13 видов, Dicranaceae и Hypnaceae – по 7, Brachytheciaceae и Bryaceae – по 6, Grimmiaceae – 5, Leskeaceae и Mniaceae

– по 4, Pottiaceae и Orthotrichaceae – по 3 вида. Наиболее богаты видами следующие рода настоящих мхов: *Brachythecium* (6 видов), *Bryum* (4), *Dicranum*, *Grimmia*, *Hypnum*, *Orthotrichum*, *Plagiomnium* (по 3), *Amblystegium*, *Campylium*, *Drepanocladus*, *Fontinalis*, *Pseudoleskeella*, *Plagiothecium*, *Polytrichum* и *Schistidium* (по 2), остальные 35 родов – по 1 виду (табл. 29).

Четырнадцать семейств, представленных 21 родом, включают 24 вида и 1 разновидность (33 %), – новых для территории Ильменского заповедника.

Группа встречающихся «редко» в прибрежно-водной полосе озера объединяет 32 вида (42 %). В нее вошли виды с дизьюнктивным ареалом, виды, спорадически распространенные по территории заповедника, и виды, имеющие широкое распространение, но нехарактерные для данной группы и поэтому встречающиеся единично. «Изредка» встречаются 29 видов (38 %). Встречающихся «часто» – 15 видов (20 %).

Восточный и западный берега озера отличаются видовым богатством флоры мхов, соответственно 91 % (69 видов) и 42 % (32 вида) общего состава, а также соотношением видов ведущих семейств прибрежно-водной группы (табл. 30).

Только на восточном берегу встречены представители семейств: Anomodontaceae, Pottiaceae, Encalyptaceae, Neckeraceae, Plagiotheciaceae, Orthotrichaceae.

Общими для берегов являются 24 вида, среди которых выделяется группа убивистов: *Ceratodon purpureus*, *Leptobryum pyriforme*, *Funaria hygrometrica*, *Bryum argenteum*. Нередко в большом количестве их можно встретить на западном берегу водоема на нарушенных незадернованных почвах и гарях (костровищах).

Исходя из признаков приспособленности к комплексу условий внешней среды в прибрежно-водной полосе водоема, констатируемые виды подразделяются на 2 группы: водные (5 видов) и прибрежные (71 вид). Можно выделить следующие типы субстрата, на которых они произрастают:

1) каменистые обнажения (камни в воде как длительно, так и временно затопляемые; береговые камни; камни, лежащие в полосе 3–5 м от линии воды);

2) гниющие растительные остатки:

а) край сплавины («вторичный» берег (Горновский, 1961)),

б) собственно гниющие растительные остатки (гниющие стебли и листья прибрежных растений, гнилая древесина периодически затапливаемая, а также свободно лежащая на берегу);

Таблица 29

Систематический состав бриофлоры  
прибрежно-водной зоны озера Б. Миассово

Название семейства	Число		Род (число видов в нем)
	видов	родов	
Polytrichaceae	2	1	<i>Polytrichum</i> (2)
Dicranaceae	7	5	<i>Cynodontium</i> (1), <i>Dicranum</i> (3), <i>Oncophorus</i> (1), <i>Orthodicranum</i> (1), <i>Paraleucobryum</i> (1)
Encalyptaceae	1	1	<i>Encalypta</i> (1)
Pottiaceae	3	3	<i>Bryoerythrophyllum</i> (1), <i>Didymodon</i> (1), <i>Weisia</i> (1)
Grimmiaceae	5	2	<i>Grimmia</i> (3), <i>Schistidium</i> (2)
Funariaceae	1	1	<i>Funaria</i> (1)
Bryaceae	6	3	<i>Bryum</i> (4), <i>Leptobryum</i> (1), <i>Rhodobryum</i> (1)
Mniaceae	4	2	<i>Mnium</i> (1), <i>Plagiomnium</i> (3)
Orthotrichaceae	3	1	<i>Orthotrichum</i> (3)
Ditrichaceae	2	2	<i>Ceratodon</i> (1), <i>Distichium</i> (1)
Hedwigiaceae	1	1	<i>Hedwigia</i> (1)
Fontinaliaceae	2	1	<i>Fontinalis</i> (2)
Climaciaceae	1	1	<i>Climacium</i> (1)
Leucodontaceae	1	1	<i>Leucodon</i> (1)
Anomodontaceae	1	1	<i>Anomodon</i> (1)
Neckeraceae	1	1	<i>Neckera</i> (1)
Leskeaceae	4	3	<i>Leskea</i> (1), <i>Leskeella</i> (1), <i>Pseudoleskea</i> (2)
Thuidiaceae	1	1	<i>Abietinella</i> (1)
Amblystegiaceae	13	10	<i>Amblystegium</i> (2), <i>Calliergon</i> (1), <i>Calliergonella</i> (1), <i>Campylium</i> (2), <i>Drepanocladus</i> (2), <i>Hygrohypnum</i> (1), <i>Leptodictyum</i> (1), <i>Limprichtia</i> (1), <i>Sanionia</i> (1), <i>Warnstorffia</i> (1)
Brachytheciaceae	6	1	<i>Brachythecium</i> (6)
Plagiotheciaceae	2	1	<i>Plagiothecium</i> (2)
Hypnaceae	7	5	<i>Hypnum</i> (3), <i>Homomallium</i> (1), <i>Platygyrium</i> (1), <i>Pylaisiella</i> (1), <i>Ptilium</i> (1)
Hylocomiaceae	2	2	<i>Hylocomium</i> (1), <i>Pleurozium</i> (1)

3) песок (галечно-песчаный аллювий);

4) обнаженная почва;

5) корни и основания стволов прибрежных деревьев.

Таблица 30

Число видов ведущих семейств бриофитов  
на западном и восточном берегах озера Б. Миассово

Название семейства	Число видов	
	западный берег	восточный берег
Amblystegiaceae	8	10
Brachytheciaceae	2	6
Dicranaceae	1	6
Hypnaceae	3	6
Bryaceae	4	5
Grimmiaceae	2	5
Leskeaceae	1	4
Mniaceae	3	3

При анализе биоморф мохообразных была использована система форм роста Гимингама, т. е. морфологические особенности и габитус совокупности побегов.

В спектре жизненных форм преобладающими являются коврики (41 % общего состава) и дерновины<sup>1</sup> (39 % общего состава), на долю жизненных форм подушки и сплетения соответственно приходится 12 % и 5 % общего состава. Два вида *Climacium dendroides*<sup>2</sup> и *Rhodobryum roseum* имеют древовидную форму роста (3 % общего состава). Распределение жизненных форм мхов водной и прибрежной групп приведено в таблице 31.

Таблица 31

Спектр жизненных форм листостебельных мхов  
прибрежно-водной группы озера Б. Миассово

Жизненная форма	Количество видов		Процент от общего числа	
	водных	прибрежных	водных	прибрежных
П	0	9	—	12 %
Д	3	27	60 %	38 %
К	2	29	40 %	41 %
С	0	4	—	6 %
Др	0	2	—	3 %
всего:	5	71	100 %	100 %

<sup>1</sup> Для прибрежных видов анализировалось общее количество коротких и высоких дерновин.

<sup>2</sup> При общем анализе учитывалась древовидная форма.

Из водных мхов, относящихся к семействам Amblystegiaceae и Fontinaliaceae, 2 вида имеют форму роста плавающих ковров: *Drepanocladus sendtneri* и *Hygrohypnum luridum*, и 3 вида – плавающих дерновин: *Fontinalis antipyretica* (*F. antipyretica* var. *gracilis*), *F. hypnoides* и *Warnstorffia fluitans*. Форма роста дерновин в водной среде – Дпл, например *Fontinalis antipyretica*, имеет сильно развитую и продолжительно растущую вертикальную систему побегов, горизонтальный ползучий побег изначально развивается слабым и у взрослых форм подвергается редукции (Meusel, 1935). Об обратимом характере изменений жизненной формы свидетельствуют опыты Шона и Эльсманна (Schoenau, 1912; Elssmann, 1923, цит. по: Meusel, 1935), в которых из участков побегов водных особей *Fontinalis antipyretica*, на влажной почве культивировались новые побеги. Они имели ковровую форму роста.

*Fontinalis antipyretica* – характерный водный мох некоторых сообществ макрофитов оз. Б. Миассово. Отмечено 9 пунктов его местонахождений в озере (Горновский, 1961). Как выяснили Felföldy и Toth (Felföldy, Toth, 1957, цит. по: Boros, 1968), этот мох появляется только в местах, где вода имеет повышенную концентрацию свободной углекислоты. По данным К. В. Горновского (1961) он начинает заселять грунт уже с глубины 2 м, на глубине 5–6 м, реже 7 м, особенно в северной части озера, он доминирует на больших площадях.

На коре упавшего в воду ствола березы найден *F. hypnoides*, произрастающий вместе с *Leptodictyum riparium* на глубине 2–3 см. *Hygrohypnum luridum* встречен на подводном камне в курье Липовая. Среди небольших камней на глубине 10–20 см изредка встречается *Drepanocladus sendtneri*. По краю сплавин под водой произрастает *Warnstorffia fluitans* – широко распространенный, почти космополитный вид, встречающийся на болотах заповедника.

Прибрежная группа объединяет 71 вид. К периодически затопляемым относятся: *Drepanocladus aduncus*, *Calliergon cordifolium*, *Calliergonella cuspidata*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Plagiomnium medium*, *P. ellipticum*, *Leptodictyum riparium*.

Известно, что влияние акватории озера распространяется в пределах 0.5 км, далее относительная влажность воздуха такая же, как на расстоянии 5 км от берега (Жариков, 1959). Кроме того, в прибрежной зоне возрастает многообразие местообитаний, отличающихся локальными экологическими параметрами, соответственно увеличивается количество видов. В зависимости от

экологического диапазона вид может произрастать на одном или нескольких типах субстрата. Самая многочисленная группа каменистых субстратов насчитывает 61 вид из семейств: Grimmiaceae, Hedwigiaceae, Pottiaceae, Brachytheciaceae, Hypnaceae, Leskeaceae, Anomodontaceae, Leucodontaceae, Encalyptaceae, Bryaceae, Amblystegiaceae и др. Из них 42 вида встречаются исключительно на камнях. Своеобразным по видовому составу является единственное на побережье место выходов карбонатсодержащих пород – мраморов (мыс Мраморный). Из 15 видов, произрастающих на мраморе, 7 видов встречено только здесь: *Anomodon viticulosus*, *Distichium capillaceum*, *Encalypta sp.*, *Campylium chrysophyllum*, *Leskeia polycarpa*, *Mnium marginatum* и *Rhodobryum roseum*.

На галечно-песчаном аллювии встречено 4 вида: *Amblystegium serpens*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Ceratodon purpureus*, *Leptodictium riparium*.

На корнях и основаниях деревьев – 4 вида: *Brachythecium plumosum*, *Pylaisiella polyantha*, *Campylium polygamum* и *Leskeella nervosa*.

К обнаженной почве тяготеют виды из семейств: Bryaceae, Ditrichaceae, Funariaceae, встречаются виды из семейств Brachytheciaceae и Climaciaceae. Всего отмечено 8 видов: *Funaria hygrometrica*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Bryum sp.*, *Bryum sp.*, *Leptobryum pyriforme*, *Ceratodon purpureus*, *Climacium dendroides*, *Brachythecium mildeanum*.

На типе субстрата «гниющие растительные остатки» отмечен 21 вид из семейств: Bryaceae, Amblystegiaceae, Mniaceae, Dicranaceae, Brachytheciaceae, Hypnaceae, Leskeaceae, Orthotrichaceae. Из них по краю сплавины – «вторичного» торфяного берега встречаются: *Calliergon cordifolium*, *Calliegonella cuspidata*, *Plagiomnium medium*, *P. ellipticum*, *Leptodictyum riparium*, *Bryum pseudotriquetrum*.

Эвритопных видов, произрастающих на нескольких типах субстрата, 27 % общего числа прибрежной группы (19 видов): *Bryum pseudotriquetrum*, *Bryum sp.*, *Plagiomnium cuspidatum*, *P. ellipticum*, *Brachythecium mildeanum*, *B. plumosum*, *B. rutabulum*, *B. salebrosum*, *Hypnum cypresiforme*, *H. pallescens*, *Pylaisiella polyantha*, *Ceratodon purpureus*, *Climacium dendroides*, *Leskeella nervosa*, *Amblystegium serpens*, *Campylium polygamum*, *Leptodictyum riparium*, *Limprichtia cossonii*, *Sanionia uncinata*. Большинство из них предпочитают субстраты двух типов.

Спектр жизненных форм прибрежной группы мхов по сравнению с водной более разнообразен (табл. 31, 32). Домини-

Таблица 32  
Спектр жизненных форм прибрежных мхов  
на различных типах субстрата

Жизненные формы	Типы субстратов				
	песок	обна- женная почва	камени- стые обна- жения	гниющие раститель- ные остатки	корни и осно- вания стволов деревьев
П	—	—	7/11 %	2/10 %	—
Д	2/50 %	6/75 %	21/34 %	8/38 %	—
К	2/50 %	1/12.5 %	28/46 %	11/52 %	4/100 %
С	—	—	4/7 %	—	—
Др	—	1/12.5 %	1/2 %	—	—
всего видов:	4	8	61	21	4

При мечания: 1. Первая цифра – количество видов; вторая цифра – процент от общего числа видов, произрастающих на данном типе субстрата; 2. Часть образцов *Climacium dendroides*, собранных на влажной почве имеют форму роста – Др, другая часть – с прибрежных камней в условиях избыточной влажности – К.

рующими жизненными формами прибрежной группы мхов, встречающихся на различных типах субстрата, являются формы роста ковриков и дерновин. Полный спектр жизненных форм представлен на субстрате «каменистые обнажения». Для корней и оснований деревьев характерна ковровая форма роста мхов. Остальные типы субстратов характеризуются неполным спектром жизненных форм.

Таким образом, впервые составлен список бриофлоры прибрежно-водной группы оз. Б. Миассово, в который вошли 76 видов (и 2 разновидности) из 50 родов и 23 семейств. При этом 24 вида (и 1 разновидность) являются новыми для территории Ильменского заповедника. Богатство бриофлоры прибрежной зоны озера обусловлено многообразием местообитаний с избыточным (длительным) режимом увлажнения. Особую специфику придают ей водные мхи. Наиболее многочисленной является группа прибрежных мхов, большей частью сосредоточенная на восточном берегу водоема. Пропорции соотношения видового состава мхов восточного и западного берегов (69:32) отражают климатические, геологические, морфометрические особенности озера и особенности систематической структуры прибрежно-водной группы мхов оз. Б. Миассово. В отличие от конкурентно-способных прибрежно-водных растений, обильно произрастаю-

щих на западном берегу, они большей частью заселяют восточный – более крутой и каменистый, подверженный влиянию неблагоприятных климатических факторов. Каменистые обнажения влажных тенистых мест (м. Мраморный, п-ов Липовый), защищенных от сильного влияния ветра, отличаются большим разнообразием видов. Другой причиной различия видового богатства мхов восточного и западного берегов озера, по нашему мнению, является нарастающее влияние антропогенного пресса (см. гл. 10).

Набор жизненных форм отражает разнообразие экологических условий прибрежно-водной зоны озера. Формы роста ковров и дерновин являются доминирующими на различных типах субстрата среди мхов прибрежно-водной группы и характеризуют, по мнению Е. Н. Андреевой (1990), сильную зависимость от биотопа. В иной экологической обстановке мохообразные могут приобретать нетипичную форму роста, позволяющую в лучшей мере адаптироваться к комплексу условий окружающей среды.

## ГЛАВА 7. ЭКОЛОГИЯ РЫБ

Первой работой ихтиологического направления был обзор В. А. Аленицина (1874), который затрагивал отдельные водоемы заповедника. А. В. Подлесный (1929) в своей работе по лимнологическому описанию озер средней и северной частей заповедника затронул основные сведения по биологии и промыслу некоторых видов рыб. Следует отметить работы А. Н. Попова, И. В. Шутовой (1940), А. В. Подлесного, В. И. Троицкой (1941), Н. В. Бондаренко и С. К. Осипова (1940), характеризующие ихтиофауну отдельных озер Ильменского заповедника.

Более полное исследование рыбного населения озера было проведено Ф. Е. Боганом (1959). В своей работе он представил список ихтиофауны озера, описал биологию основных видов рыб (приводятся линейно-весовые характеристики, морфологические данные, сроки нереста, индивидуальная плодовитость), также даются сведения о попытках акклиматизации ценных в рыбохозяйственном отношении пород рыб. В дальнейших его работах (Боган, 1973; 1975) эти данные были уточнены и дополнены.

В работах В. И. Беляева (1985; 1986; 1988; 1990а, б, в; 1994) подробно рассмотрено состояние и динамика популяции щуки. Проведен анализ ихтиометрических показателей, соотношения полов в разных возрастных группах, выявлены изменения возрастной структуры и рост особей промысловой части популяции, выяснена индивидуальная абсолютная плодовитость самок данного вида, сроки полового созревания, предельная календарная продолжительность жизни, проведено картирование мест локализации хищника. Изучена проблема уменьшения популяционного стада путем анализа избирательности разных орудий промысла, использованных для отлова особей этого вида рыб (Беляев, 1990а). Также изучались характерные особенности функционирования популяций молоди окуня и плотвы, их распределение по акватории водоема, приуроченность к различным местам, возрастной состав, сезонная динамика (Беляев, 1990а, в).

Р. А. Насыровым (1990) исследованы некоторые гематологические показатели окуня: концентрация гемоглобина, число эритроцитов, лейкоцитов и других форменных элементов крови. А. Г. Рогозиным и О. В. Щетининой (1994) начато изучение чудского сига. Представлены половая структура, размерно-весовые характеристики, рассчитаны коэффициенты упитанности.

## **Материал и методы работы**

Отбор материала производился ставными сетями со стороной ячей от 20 до 100 мм, а также удочкой и спиннингом.

Материал отбирался в период открытой воды с мая по ноябрь в 1998–1999 годах, на глубинах от 1 до 20 м в заливах (курьях) Зимник, Зыряновская, главном плесе, а также на постоянных станциях. Контрольные отловы проводились на пяти постоянных ихтиологических станциях (Глубинная, Кораблик, Липовая, Няшевская, Штанная) контрольной сетью, постановка которой осуществлялась на сутки на каждой станции от берега в глубину с периодичностью один раз в месяц. Контрольная сеть (длина 60 м, высота 1.5 м) состояла из набора 10-метровых сетей со стороной ячей от 30 до 80 мм. Постановка других сетей осуществлялась в тех же местах как вдоль береговой линии, так и вглубь от нее.

Пол у выловленных рыб определялся в результате вскрытия. Возраст определен по жаберным крышкам (окунь, ерш) и чешуе (остальные виды) путем подсчета склеритов с помощью бинокуляра модели МБС-9 под увеличением в 12.5–87.5 раз. Снимались следующие показатели: масса, наибольшая высота тела, наибольшая толщина, общая длина, промысловая длина (у сигов длина по Смитту), длина головы, антедорзальное, антевентральное и антеанальное расстояние. В качестве измерительных инструментов использованы весы с ценой деления 2 г и набором гирь, штангенциркуль (на 50 см), линейка. Визуально у некоторых особей подсчитывалось количество тычинок в первой жаберной дуге и число чешуй в боковой линии справа и слева.

Для расчета средних показателей веса и длины у всех видов рыб, соотношения семейств, видов, встречаемости в уловах использовалась программа Microsoft Excel 7.0.

## **Таксономическая структура ихтиофауны**

Ихтиофауна озера Б. Миассово насчитывает 15 видов. Из них 3 вида: карп – *Cyprinus carpio carpio*, ротан-головешка – *Percottus glenii*, судак обыкновенный – *Stizostedion lacioperca* отмечены только по единичным особям. Из остальных 2 вида (лец – *Aramis brama*, сиг чудской – *Coregonus lavaretus maraenoides*) являются акклиматизантами, 10 видов (ерш обыкновенный – *Gymnocephalus cernuus*, карась золотистый – *Carassius*

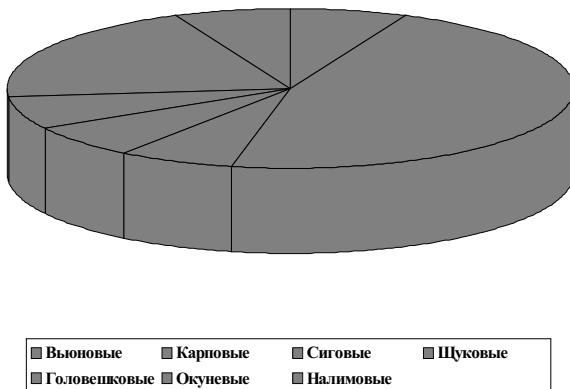


Рис. 55. Соотношение семейств в ихтиофауне оз. Б. Миассово.

*carassius*, карась серебристый – *Carassius auratus gibelio*, линь – *Tinca tinca*, налим – *Lota lota*, окунь речной – *Perca fluviatilis*, плотва – *Rutilus rutilus*, щиповка сибирская – *Cobitis melanoleuca*, щука – *Esox lucius*, язь – *Leuciscus idus*)aborигенными. Соотношение семейств по числу видов рыб показано на рис. 55.

В систематическом плане в настоящее время состав ихтиофауны представлен следующими видами.

#### Отряд Карпообразные – Cypriniformes

Семейство Вyonовыe – Cobitidae

1. Щиповка сибирская  
Семейство Карповыe – Cyprinidae.

2. Карась золотистый
3. Карась серебристый
4. Карп
5. Лещ
6. Линь
7. Плотва
8. Язь

#### Отряд Лососеобразные – Salmoniformes

Семейство Сиговыe – Coregonidae

9. Сиг чудской  
Семейство Шуковыe – Esocidae
10. Щука

## **Отряд Окунеобразные – Perciformes**

Семейство Головешковые – Eleotrididae

11. Ротан-головешка

Семейство Окуневые – Percidae

12. Ерш обыкновенный

13. Окунь речной

14. Судак обыкновенный

## **Отряд Трескообразные – Gadiformes**

Семейство Налимовые – Lotidae

15. Налим

Распределение и встречаемость разных видов рыб по акватории озера показаны в таблице 33 и на рис. 56.

Как видно из таблицы 33, окунь и плотва присутствуют почти повсеместно. Линь занимает преобладающее положение в курьях. Карась встречается в уловах только в мелководных, болотистых заливах озера. Лещ и сиг в основном обитают в местах, соседствующих с большими глубинами, или на больших глубинах. Щука присутствует по всей акватории в малых количествах.

По количеству кислорода, необходимого для нормального дыхания, рыб озера Б. Миассово можно разделить на следующие группы:

1. Требующие большого количества кислорода, но хорошо себя чувствующие при содержании его в воде 5–7 см<sup>3</sup>/л. К этой группе относятся налим, сиг.

2. Требующие сравнительно небольшого количества кислорода и могущие свободно жить при его содержании 4 см<sup>3</sup>/л. Это такие виды как плотва, язь, окунь, ерш, щука, лещ.

3. Виды, выдерживающие очень слабое насыщение воды кислородом и живущие даже при его концентрации 0.5 см<sup>3</sup>/л: золотистый и серебристый караси, линь, ротан (Никольский, 1974).

Таблица 33

Встречаемость видов рыб по различным участкам акватории (%)

Станция	Ерш	Карась	Лещ	Линь	Окунь	Плотва	Сиг	Щука	Язь
Глубинная	–	–	–	–	6.6	6.6	80.0	6.6	–
Зимник	–	–	–	50.0	14.3	–	–	35.7	–
Зыряновская	–	–	17.6	35.3	5.9	41.2	–	–	–
Кораблик	0.5	–	17.0	12.6	24.3	27.0	7.8	10.7	–
Липовая	–	–	21.0	9.6	33.3	24.6	0.9	8.8	1.8
Няшевская	–	20.7	7.0	55.0	–	7.0	–	10.3	–
Штанная	–	13.5	–	40.5	32.4	10.8	–	–	2.7

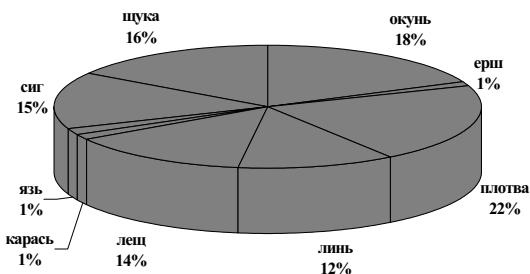


Рис. 56. Встречаемость разных видов рыб в уловах на оз. Б. Миссово.

Сезонная динамика встречаемости разных видов рыб приведена в табл. 34.

### **Биологическая характеристика популяций основных видов рыб**

#### **Плотва**

**Встречаемость.** Плотва, наряду с окунем, является самым распространенным видом в озере. В период открытой воды основным местом обитания можно считать небольшие глубины. Максимальная численность этого вида в Зыряновской курье (табл. 33). Осенью (в основном вторая половина сентября – пер-

Таблица 34  
Сезонная динамика таксономической структуры ихтиофауны (%)  
по результатам уловов ставными сетями

Месяц	Ерш	Карась	Лещ	Линь	Окунь	Плотва	Сиг	Щука	Язь
Май	–	–	–	8.3	8.3	75.1	–	8.3	–
Июнь	1.0	1.0	1.0	43.8	21.9	11.5	9.4	9.4	1.0
Июль	–	–	–	57.1	19.1	12.7	–	9.5	1.6
Август	–	9.9	23.8	11.9	27.7	14.8	–	11.9	–
Сентябрь	–	–	27.3	4.5	28.8	25.8	5.0	8.0	0.5
Октябрь	0.8	–	13.5	1.5	20.3	34.6	14.3	15.0	–
Ноябрь	–	–	11.1	–	–	11.1	55.6	22.2	–

вая половина октября) у поверхности воды начинают встречаться большие скопления плотвы, которая по вечерам в тихую, безветренную погоду активно кормится мелкими насекомыми у поверхности воды. С установлением ледяного покрова на водоеме плотва уходит с прибрежной зоны и начинает встречаться на более глубоких местах (до 15 м).

**Половая структура.** Нами была отловлена 191 особь данного вида. Из них 14 оказались самцами, 177 – самками. Из табл. 35 видно, что в популяции плотвы самки преобладают над самцами и в возрасте старше пяти лет это преобладание становится абсолютным. Данное явление обусловлено, по-видимому, более ранним вымиранием самцов (Боган, 1973).

**Размножение и плодовитость.** Половое созревание происходит у самцов в возрасте (2+), а у самок (3+), что подтверждает данные более старых исследований (Боган, 1959). Плодовитость колеблется от 1200 икринок (возраст 3+) до 39270 (11+). Нерест проходит в курьях на отмершей прошлогодней растительности, в лабзах, обычно в конце мая – начале июня. В этот период наблюдается резкое преобладание плотвы в уловах, когда она составляет  $\frac{3}{4}$  всех пойманных в контрольные сети рыб (табл. 34).

**Развитие и рост.** Годовой прирост плотвы незначителен. Наиболее интенсивен он на пятом и шестом годах, а также на 10–13-м (рис. 57). Данные промеров показывают, что рост самок опережает рост самцов (табл. 36).

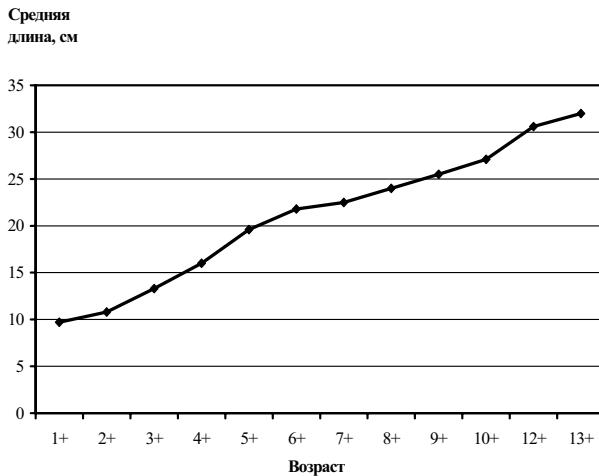
Таблица 35  
Половая структура популяции плотвы

Возраст	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+
Число самцов	1	4	3	6	1	–	–	–	–	–	–	–	–
Число самок	–	–	4	21	8	15	33	49	17	15	11	2	2

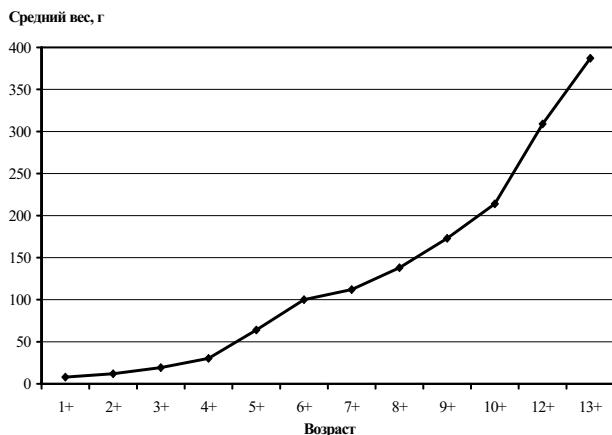
Таблица 36  
Средняя масса (г) самок и самцов плотвы

Возраст	3+	4+	5+
Самцы	20.0	28.8	40.0
Самки	20.5	30.8	68.8

При анализе данных по массе плотвы в наших исследованиях и проведенных в 1936 г. видно, что раньше она росла лучше (табл. 37).



а



б

Рис. 57. Зависимость размерно-весовых характеристик от возраста у плотвы: а – средняя длина, б – средний вес.

Таблица 37

Средняя масса (г) плотвы в озере Б. Миассово

Возраст	2+	3+	4+	5+	6+	7+
1936 г.	27.0	43.7	63.2	80.6	111.0	171.0
1998–1999 г.	12.0	19.3	30.3	64.0	100.0	112.0

Таблица 38

Средние длина и масса четырехлетней плотвы  
в различных водоемах Челябинской области

Озера	Год	Длина, мм	Масса, г
Иткуль	1959	138	37
Иртяш	1959	125	27
Чебакуль	1958	126	36
Б. Касли	1960	120	30
Кундравинское	1952	114	26
Сугояк	1940	190	123
Аракуль	1939	138	42
Алабуга	1939	258	380
Увильды	1939	155	70
Б. Миассово	1936	121	35
Б. Миассово	1962	127	32
Б. Миассово	1969	105	18
М. Кисегач	1936	172	120
М. Кисегач	1962	124	31
Б. Кисегач	1965	153	64
Ишкуль	1969	117	18
Тургояк	1962	134	37
Чебаркуль	1966	130	43

На это указывает и коэффициент упитанности по Фультону, который ранее (1936 г.) составлял 1.8–2.4. В наше время его величина несколько снизилась и колеблется в пределах 1.6–2.1.

Для сравнения можно привести данные по длине и массе четырехлетней плотвы в водоемах Челябинской области и заповедника (табл. 38).

Как следует из таблицы, во всех озерах плотва данного возраста крупнее большемиассовской (исключение – Б. Ишкуль), что подтверждает ее медленный рост в озере.

### Окунь

**Встречаемость.** Также является преобладающим видом в озере Б. Миассово. Распространен по всей акватории водоема. Чаще встречается в уловах в августе и сентябре (см. табл. 34). Наибольшие скопления наблюдаются в прибрежной зоне (глубина 2–6 м), где преобладают младшие возрастные группы. Максимальная численность его в курьях Липовая и Штанная (см. табл. 33).

**Половая структура.** Нами был отловлен 161 окунь. Очевидно преобладание самок над самцами (табл. 39) для всех воз-

Таблица 39  
Половая структура популяции окуня

Возраст	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Самцы	3	2	14	6	4	6	—	—
Самки	—	12	13	23	51	11	7	5
Неполовозрелые	4	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 40  
Средняя масса (г) окуня в разные годы

Годы	Возраст							
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
1988	90	216	229	330	482	507	—	—
1989	105	95	169	480	616	646	835	—
1993	—	21	25	42	97	127	157	148
1998–99	15	25	57	81	118	136	250	287

растов, кроме трехлеток. По данным предыдущих исследований (Летопись природы..., 1987–1992), количество самок превышало количество самцов. Максимальным оно было в 1990 г., когда соотношение самки/самцы достигло 9:1.

**Размножение и плодовитость.** В результате обработки материала было установлено, что половой зрелости данный вид достигает уже в возрасте (2+). Плодовитость от 1487 (2+) до 8020 икринок (7+). Ранняя половая зрелость может служить признаком перенаселенности при слабом прессе хищников и нехватке пищевых ресурсов.

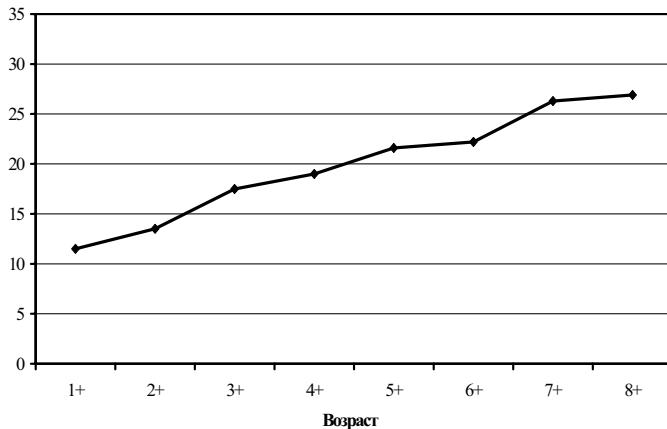
**Развитие и рост** (рис. 58). Популяция окуня значительно измельчала и представлена в основном так называемой прибрежной, мелкой и медленнорастущей формой. Отмечавшаяся ранее глубоководная, крупная и быстрорастущая форма в последнее время практически в уловах не встречается (табл. 40).

При сравнении со старыми данными (Боган, 1959), измельчание окуня хорошо видно. Так, средняя масса рыб в возрасте 4+ составляла ранее 141 г, по нашим исследованиям – 81 г, в возрасте 5+ – 138 и 118 г, в возрасте 6+ – 454 и 136 г соответственно. В результате окунь представляет серьезную опасность для икры и молоди более ценных представителей озерной ихтиофауны.

### Линь

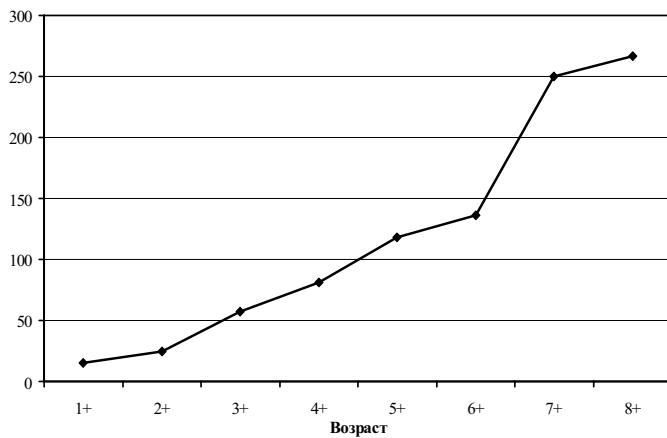
**Встречаемость.** Линь после плотвы является по численности вторым видом среди карповых. Держится в основном на

Средняя длина,  
см



**а**

Средний вес, г



**б**

Рис. 58. Зависимость размерно-весовых характеристик от возраста у окуня:

а – средняя длина, б – средний вес.

неглубоких местах, где предпочитает заросли роголистника, телореза и урути. Присутствует по всему водоему, но наиболее многочислен в курьях Зимник, Нишевская, Штанная (см. табл. 33). В сетных уловах линь начинает встречаться практически сра-

зу после освобождения водоема от ледяного покрова. Наиболее активен в летние месяцы, особенно когда продолжительное время стоит теплая, не дождливая погода. К осени активность линя снижается, и он практически перестает встречаться в уловах (см. табл. 34). В 1999 г. нами последние особи были пойманы 13 октября. Весной до подъема водной растительности изредка попадается на больших глубинах (курья Зыряновская).

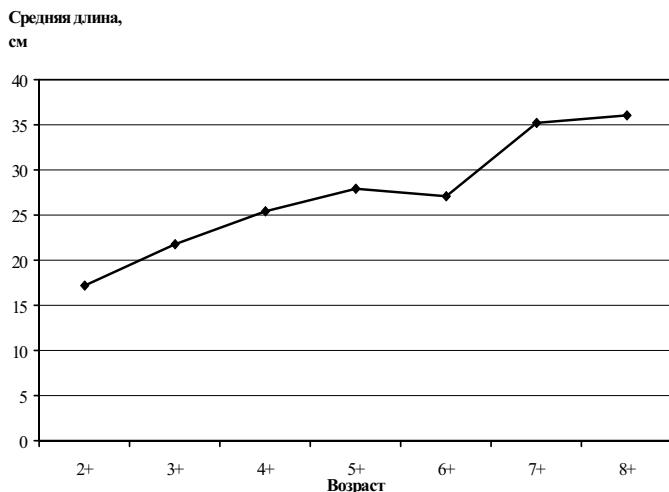
**Половая структура.** Из отловленных 114 рыб 42.1 % оказались самками, 56.1 % – самцами и 1.8 % – неполовозрелые (табл. 41). По данным Р. А. Насырова (Летопись природы..., 1988–1992), доля самок в уловах уменьшалась (с 61.5 % до 25 %).

**Размножение и плодовитость.** Нерест линя происходит в три стадии. Первая обычно наступает после достаточного прогрева воды (18–19 °C) в конце второй – начале третьей декады июня. В это время, преимущественно в вечерние иочные часы, линь выходит на мелководье с достаточными количествами подводной растительности, где и откладывает первую порцию икры. Последующие нерестилища происходят в июле уже при более высокой температуре воды, но при отсутствии благоприятных условий (холодное и дождливое лето) нерест может вообще не произойти. По собственным наблюдениям отмечался в курьях Липовая, Няшевская, Штанная.

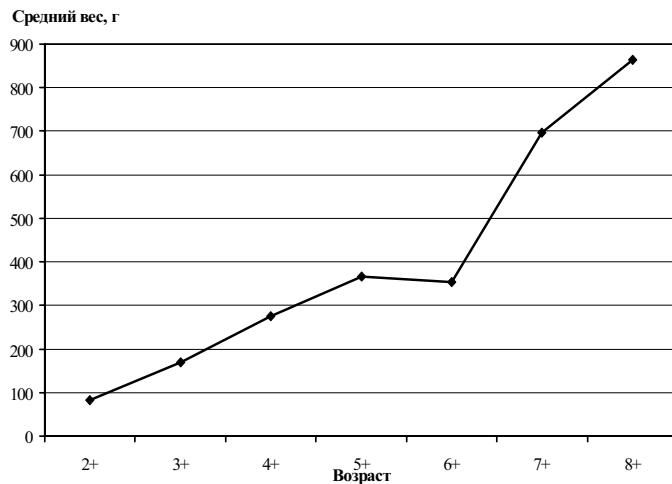
**Развитие и рост.** Нами за сезоны 1998–99 годов было отловлено 114 линей. В основном преобладают особи в возрасте трех–пяти лет, более старшевозрастные группы в уловах встречаются в незначительных количествах (табл. 41). Если ранее (1956 г.) основную часть популяции составляли рыбы весом 400–800 г (Боган, 1959), то в наших уловах – не более 350 г. В 1988–1989 годах основой большемиасской популяции линя являлись особи весом 600–1200 г (Летопись природы..., 1990–1992). Зависимость массы и размеров линя от возраста иллюстрирует рис. 59.

Таблица 41  
Половая структура популяции линя

Возраст	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Самцы	-	14	26	17	5	1	1
Самки	-	11	12	22	3	-	-
Неполовозрелые	1	1	-	-	-	-	-



**а**



**б**

Рис. 59. Зависимость размерно-весовых характеристик от возраста у линя:

а – средняя длина, б – средний вес.

### Лещ

**Встречаемость.** Является видом-вселенцем. Вероятно, попал в водоем из оз. Бараус в полноводный период по протоке Липовой, куда был запущен в 1970 г. в небольшом количестве. За

Таблица 42  
Половая структура популяции леща

Возраст	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	12+
Самцы	—	6	7	13	18	2	—	1	—	—	—
Самки	—	3	12	4	10	6	3	3	1	2	1
Неполовозрелые	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—

три десятилетия, которые этот вид обитает в озере Б. Миассово, он прекрасно прижился и, судя по присутствию в уловах особей практически всего возрастного ряда (табл. 42), регулярно размножается. Ранее (1987, 1988, 1989, 1994 годы) был очень редок, в течение полевого сезона попадалось по одному экземпляру (Летопись природы..., 1987–1992). Летом основная масса предположительно держится в главном плесе, на больших глубинах, а также в курьях Липовая и Няшевская. Осенью начинает подходить к берегам в северной части озера. Старшевозрастные группы предпочитают держаться на глубинах 10 и более метров. Зимой в уловах лещ очень редок. Наибольшая активность наблюдается в сентябре (см. табл. 34), когда он начинает запасаться питательными веществами на зимний период и почти повсеместно встречается в уловах (крупноячеистые сети – до 100 %).

**Половая структура.** Как видно из табл. 42, у леща также, как и у плотвы в старшевозрастных группах (6+ и выше) преобладают самки.

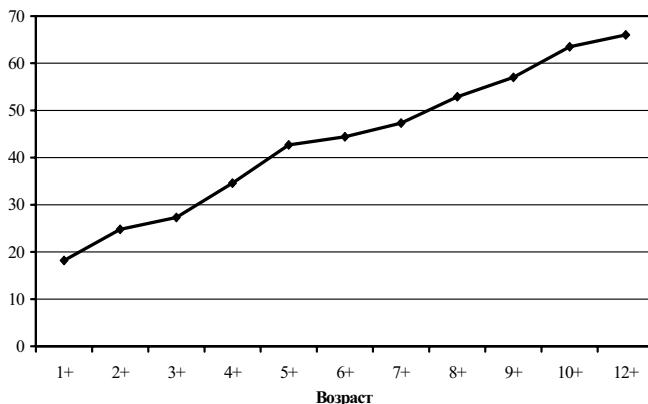
**Размножение.** Нерест леща проходит сразу же после нереста плотвы в курьях, и по времени зависит от сроков вскрытия водоема ото льда и прогрева воды. Иногда сроки нереста леща и плотвы совпадают.

**Развитие и рост.** Размерно-весовые показатели были взяты у 98 экземпляров. Наиболее интенсивный рост наблюдается на пятом и на восьмом–девятом годах жизни (рис. 60).

### Чудской сиг

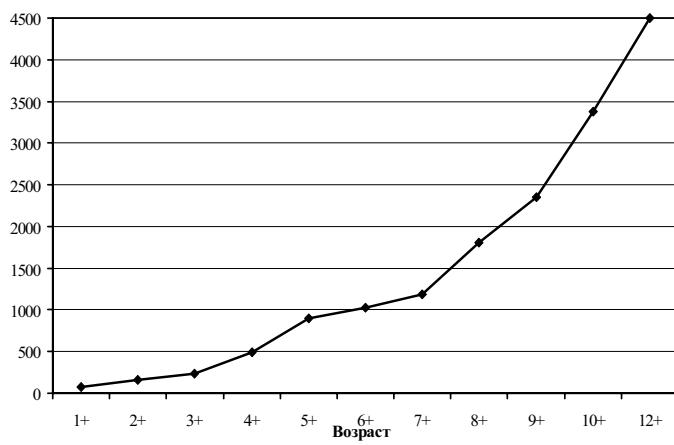
**Встречаемость.** Первые посадки икры чудского сига из озера Тургояк в небольших количествах были проведены в 1929–1930 годах, но безрезультатно. Повторно в 1938 г. было посажено 2 млн, в апреле 1941 г. – 3 млн икринок (Подлесный, 1939). Исследования, проведенные в 1955–56 годах, показали, что сиг в озере хорошо растет и нормально размножается (Боган, 1959; Рогозин, Щетинина, 1994). Анализ размерно-весовой структуры популяции

Средняя длина,  
см



а

Средний вес, г



б

Рис. 60. Зависимость размерно-весовых характеристик от возраста у леща:  
а – средняя длина, б – средний вес.

был проведен по 43 особям. Основным местообитанием сига является пелагиаль, глубины 12–20 м, глубоководные свалы (см. табл. 33). После полного исчезновения льда на водоеме сиг, в небольших количествах подходит к берегам и заходит в заливы (кури) озера (Няшевская, Зыряновская, Зимник). Держится он в

одних и тех же местах непостоянно, по-видимому, совершая миграции по акватории озера.

**Половая структура.** Как следует из табл. 43, 79.1 % в уловах сига составляли самки, 20.9 % – самцы, т.е. соотношение полов составило 3.8:1 соответственно. По данным А. Г. Рогозина и О. В. Щетининой (1994), на начало 1990-х гг. самки составляли почти одинаковую долю с самцами в популяции. Однако говорить о каком-либо сдвиге в половой структуре популяции преждевременно из-за недостаточного объема собранного нами материала.

**Размножение.** Нерест происходит на небольших глубинах на песчаных и каменистых участках дна. С середины октября первые партии сигов начинают встречаться у берегов (при появлении шуги также заходит в Нишевскую курью). По времени нерестовый период значительно拉伸, так как начинается еще по открытой воде (зрелая самка без икры была поймана 7.11.99), а заканчивается уже подо льдом. Вначале на нерестилища подходят самцы, после самки. Перед нерестом чешуя рыб становится шершавой на ощупь. Установлено (Боган, 1959), что часть большемиассовской популяции уходит на нерест в озеро М. Миассово через протоку Проходная курья.

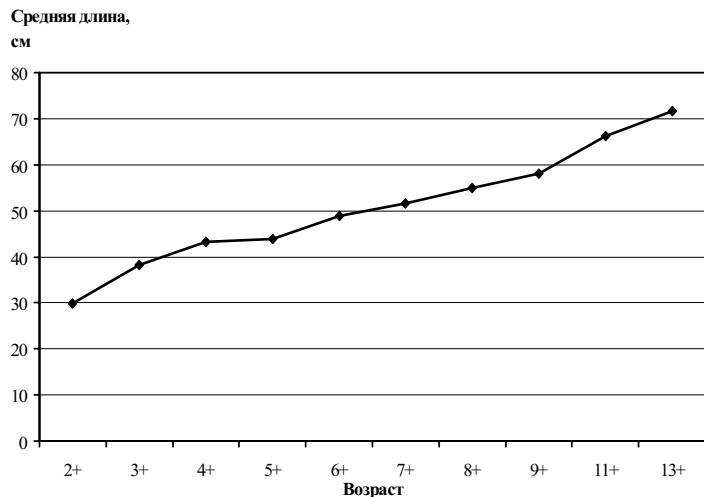
**Развитие и рост.** По результатам исследований 1989–1993 годов (Рогозин, Щетинина, 1994) было выяснено, что в уловах преобладали рыбы в возрасте 4+ – 5+. В наших уловах такого не наблюдалось, что, по-видимому, связано с недостаточностью материала, но темпы роста практически совпадают (рис. 61). По сравнению с предыдущими данными, увеличилось число возрастных групп (табл. 43). Ранее максимальный возраст сига составлял 7+ (Рогозин, Щетинина, 1994).

Таблица 43  
Половая структура популяции сига

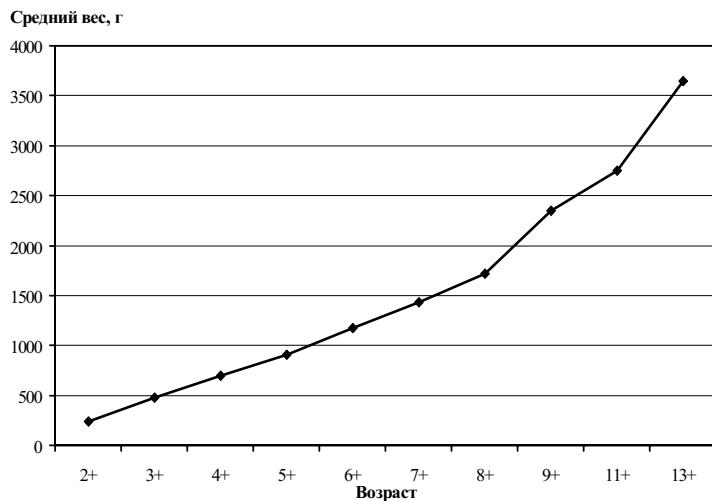
Возраст	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	11+	13+
Самцы	1	1	2	–	3	–	1	–	1	–
Самки	7	2	2	2	5	10	4	1	–	1

## Щука

**Встречаемость.** Является обычным видом для озера Б. Миассово. Обитает преимущественно в прибрежной зоне, а также в местах перепадов глубин. Предпочитает заросли рдестов. Встречается по всему озеру (см. табл. 33). На больших глубинах в



а



б

Рис. 61. Зависимость размерно-весовых характеристик от возраста у сига:  
а – средняя длина, б – средний вес.

последние годы поимки ее стали редки. В теплое время года держится она в основном в местах с водной растительностью, которая служит укрытием для охоты за добычей. По нашим наблюдениям отмечено, что ближе к ледоставу основная масса щуки

Таблица 44  
Половая структура популяции щуки

Возраст	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	11+
Самцы	1	13	12	5	5	2	—	—
Самки	—	2	16	11	6	1	2	1

перемещается на более глубокие места центрального плеса вслед за мигрирующей плотвой и окунем, где и проводит зиму.

**Половая структура.** Соотношение полов в популяции практически одинаковое (табл. 44), но по данным предыдущих лет отношение самцов к самкам варьировало от 0.33 до 1.35 (Беляев, 1985, 1986, 1988, 1990а, в; Летопись природы..., 1986–1987).

**Размножение и плодовитость.** Нерест щуки начинается в конце апреля, иногда еще подо льдом и заканчивается обычно в первой декаде мая. Проходит в прибрежной полосе в заливах: курьи Няшевская, Латочка, Штанная, иногда на затопляемых участках. Плодовитость у обследованных особей варьирует от 10653 (3+) до 21800 икринок (5+) (Боган, 1959).

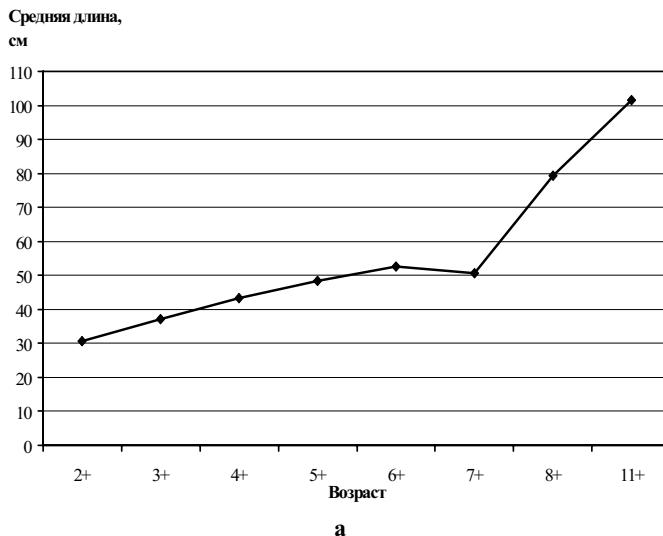
**Развитие и рост** (рис. 62). В последние годы численность щуки неуклонно снижается. В уловах 1998–1999 гг. было обследовано 79 экземпляров. Большую часть составляли особи в возрасте 3+ – 5+. Табл. 45 отображает возрастной состав популяции в процентах.

Небольшое снижение кривой на графиках с возраста 6+ к 7+ обусловлено тем, что в группе восьмилеток преобладали самцы, темп роста которых несколько ниже, чем у самок.

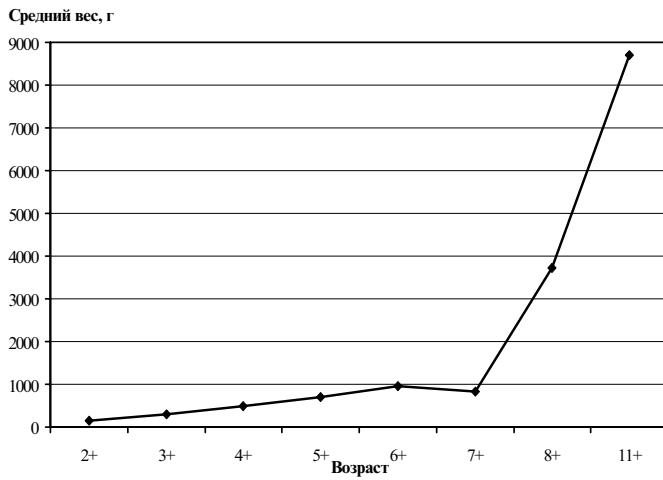
**Возрастная структура.** В наших уловах наиболее часто встречались пятилетние рыбы (табл. 45). По исследованиям В. И. Беляева (Беляев, 1994; Летопись природы..., 1986–1987, 1994), в 1981 и 1982 гг. также преобладал этот возрастной класс (41.8 %; 38.6 %), с 1983 по 1986 гг. – четырехлетние особи (38.6 %; 35.5 %; 27.9 %; 34.1 %), в 1987 г. опять стали преобладать в уловах особи в возрасте 4+ (32.3 %). Начиная с 1982 г., постепенно увеличивалась доля семилетних щук (с 2.5 % до 12.6 %), а с 1983 г. – восьмилетних (с 0.5 % до 4.1 %), что соотносится с нашими данными (табл. 45).

Таблица 45  
Возрастной состав популяции щуки

Возраст	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+ и старше
Доля от общего числа особей, %	0.79	20.3	35.4	20.3	13.9	3.8	2.5	0.79



**а**



**б**

Рис. 62. Зависимость размерно-весовых характеристик от возраста у щук:

а – средняя длина, б – средний вес.

**Питание.** Основу питания составляют окунь и плотва, но изредка и другие виды рыб. Так, у двух экземпляров в желудках были обнаружены линии и у одного – мелкий лещ. Крупная щука (весом 4 и более килограмма), которой в последнее время стало

немного, охотится на больших глубинах за сигом, а также подходит за его идущими на нерест стаями к берегам (Кораблик), не пренебрегая, впрочем, и другой добычей.

Уменьшение количества щуки в водоеме связано с предшествовавшими маловодными сезонами (1996–1998 годы), вследствие чего произошло обмеление естественных нерестилищ. Немаловажным фактором, влияющим на снижение численности, является браконьерство во время нерестового периода, когда половозрелая часть популяции становится легкой добычей на мелководных участках водоема. Также играет роль в этом процессе и лов щуки спиннингом, в результате которого происходят изменения соотношения полов в популяции в пользу самцов, что снижает воспроизводительный потенциал и подтверждено исследованиями (Беляев, 1990б).

### **Ерш**

В основном встречается в местах с каменистым дном (курья Зыряновская, северная часть озера). В уловах чаще попадается весной и осенью. Это тугорослый вид. В пищевом отношении является конкурентом других видов рыб, потребляя ценные пищевые компоненты. Также наносит ущерб ихтиофауне, поедая икру.

### **Карась**

Встречается по всему озеру в малых количествах. Наиболее массовая его численность в курьях (заливах) Штанная, Няшевская. В последней в 1999 г. особенно увеличилась доля серебристого карася в связи с прорывом плотины, отделявшей оз. Няшевский Прудок от озера, в котором он был единственным видом.

Было отловлено 11 экземпляров в возрасте 3+ – 6+, массой от 68 до 238 г и абсолютной длиной 14.7–21.1 см. Из них 8 оказались самками, 3 самцами. Все самки были с икрой, что подтверждает данные о порционном икрометании у карася.

### **Язь**

Для водоема становится редким видом. Единичные особи попадаются в курьях (заливах) Липовая, Штанная, Зыряновская. Еще в 1993 году этот вид был более распространенным и часто встречался в уловах в заливе Няшевская курья. За два полевых сезона в 1998–1999 гг. было поймано всего 3 особи этого вида, что говорит о низкой численности язя.

## **Современное состояние ихтиофауны**

У всех основных представителей ихтиофауны был произведен подсчет чешуй в боковой линии и жаберных тычинок в первой жаберной дуге. В результате подтвердилось, что все обитатели озера являются типичными представителями своих видов. Это видно из таблицы 46.

Из-за низкой численности щуки в озере Б. Миассово (ранее, по данным В. И. Беляева (Летопись природы..., 1986), число особей щуки в выборках в разные годы колебалось от 170 до 280 экземпляров) происходит разрастание популяций мелкого окуня и плотвы, которые, не встречая достаточного прессинга со стороны хищника, отлично размножаются и постепенно мельчают (см. табл. 37, 40). В результате же выедания щукой в некоторой степени стимулируется темп роста этих сорных и тугорослых видов. Происходит оздоровление популяции и улучшения качества ее половозрелой части. Поэтому следует обратить особое внимание на охрану данного вида и усилиями Лесного отдела заповедника максимально уменьшить антропогенное воздействие, как на вид, так и на водоем в целом, что в дальнейшем поможет восстановлению состава ихтиофауны (см. гл. 10).

Был произведен подсчет ихтиомассы всех отловленых рыб (табл. 47). Использовались данные только сетных уловов, так как удочки и спиннинг являются избирательными орудиями лова. В категорию хищных рыб были отнесены щука и окунь, начиная с возраста 4+, как почти полностью переходящий на питание мальком.

**Т а б л и ц а 4 6**

**Число тычинок и чешуй у рыб озера Б. Миассово**

Вид	Лещ	Линь	Окунь	Плотва	Сиг	Щука
Число тычинок	20–24	22	15–19	9–12	33–43	
Число чешуй	50–56	93–94	58–69	40–45	86–101	117–123

**Т а б л и ц а 4 7**

**Соотношение различных групп рыб в озере Б. Миассово  
по данным сетных уловов**

	Окунь	Карповые	Хищные	Мирные	Всего
Общая ихтиомасса, г	17156	134769	65616	185210	250862
Доля от общей ихтиомассы, %	6.84	53.72	26.16	73.84	100.00

По количеству особей разных видов рыб в уловах озера Б. Миассово можно отнести к плотвично-окуневому водоему.

## **ГЛАВА 8. ОКОЛОВОДНЫЕ ЖИВОТНЫЕ**

Данная глава посвящена животным, не относящимся к гидробионтам, но тесно связанным в своей жизни с озером и, следовательно, играющим определенную роль в функционировании водной экосистемы.

### **Водные и околоводные насекомые**

Насекомые (*Insecta*) составляют существенный компонент озерных биоценозов, однако в Ильменском заповеднике эта группа изучена значительно слабее, нежели наземные насекомые. Несмотря на то, что Заповедник в настоящее время является одним из самых изученных мест на Урале в плане энтомофауны, исторически сложилось так, что основное внимание исследователи уделяли таким группам насекомых, как вредители леса (1940–1960-е годы), почвенные и напочвенные беспозвоночные (1970–1980-е годы), насекомые – обитатели травянистого яруса растительности (1980–1990-е годы), жесткокрылые – обитающие в дереворазрушающих грибах (1990-е годы) и другие. Более подробно история энтомологических исследований в Ильменских горах рассмотрена нами ранее (Лагунов, Соколов, 1989; Лагунов, Новоженов, 1996).

Лишь несколько работ содержат сведения о фауне водных насекомых озер Ильменского заповедника. К ним следует отнести работы А. Н. Бартенева (1908; 1909; 1910; Bartenev, 1930) по стрекозам, впоследствии ревизия заповедной фауны этой группы была проведена А. Ю. Харитоновым (1972; 1975; 1976; 1977; 1978; 1980; 1986; 1989). Видовой состав ручейников изучался в начале XX века А. В. Мартыновым (1910; 1914), в работах которого приведены сведения о *Trichoptera* Ильменского озера (15 видов).

Фауна хирономид исследовалась О. И. Жебеневым (1978) в озерах Б. Кисегач и Аргаяш, где было зарегистрировано соответственно 17 и 14 видов и форм этого семейства.

О. В. Запорожским опубликован ряд работ по фауне плавунцов водоемов заповедника (Запорожский, Коробейников, 1982; Запорожский, 1987; 1989; 1994). Сводка по фауне водных клопов опубликована А. В. Лагуновым (1992), а более поздняя публикация (Агламзянов, Лагунов, 1994) в основном повторяет эти сведения. Данные по некоторым группам водных жесткокрылых содержатся в монографии «Фауна жесткокрылых Ильменского заповедника» (Лагунов, Новоженов, 1996).

## Обзор энтомофауны

В настоящий обзор включены виды насекомых, зарегистрировавшиеся в озере Б. Миассово. По возможности мы старались дать словесную характеристику встречаемости видов, для редких насекомых приведены конкретные даты находок.

**Отряд стрекозы (Odonata).** Стрекозы – одна из хорошо изученных на территории Ильменского заповедника групп насекомых. Их фауна насчитывает 42 вида (Лагунов, 1999). Однако специальные исследования стрекоз оз. Б. Миассово не проводились, лишь в 1986 году А. Ю. Харитоновым в результате четырехдневных экскурсий (30.07–2.08) был составлен список стрекоз, насчитывающий 19 видов, обнаруженных в окрестностях озер Б. и М. Миассово и Б. Таткуль (Харитонов, 1987), который мы приводим без изменений.

*Libellula quadrimaculata* L. – стрекоза четырехпятнистая, *Orthetrum cancellatum* L. – прямобрюх решетчатый, *Sympetrum flaveolum* L. – сжатобрюх желтый, *S. pedemontanum* All. – сжатобрюх перевязанный, *S. scoticum* Don. – сжатобрюх черный, *S. vulgatum* L. – сжатобрюх обыкновенный, *Somatochlora metallica* Lind. – зеленотелка металлическая, *Anax parthenope* Selys – дозорщик темнолобый, *Aeschna juncea* L. – коромысло камышовое, *Ae. grandis* L. – коромысло большое, *Lestes dryas* Kirby – лютка-диада, *L. sponsa* Hans. – лютка-невеста, *Erythromma najas* Hansen – красноглазка-наяды, *Enallagma cyathigerum* Charp. – меняшка кубконосная, *Coenagrion concinnum* Joh. – стрелка стройная, *C. pulchellum* Lind. – стрелка изящная, *C. hastulatum* Charp. – стрелка копьеносная, *Ischnura elegans* Lind. – тонкохвост изящный, *Is. aralensis* Harit. – тонкохвост аральский.

Тонкохвост аральский ранее считался эндемиком Средней Азии (Красная книга СССР, 1984), но находка А. Ю. Харитонова (он, кстати, и описал этот вид в 1979 году) одного экземпляра этого вида на озере Б. Миассово, заставила пересмотреть эти представления (Харитонов, 1989). Этот редчайший вид включен в проект Красной книги Челябинской области.

**Отряд полужестокрылые (Hemiptera).** Фауна полужестокрылых заповедника насчитывает 213 видов, из них водных и околоводных клопов – 38 видов (Агламзянов, Лагунов, 1994), среди последних 31 вид обитает в оз. Б. Миассово.

### Семейство Corixidae – гребляки

1. *Corixa dentipes* Thoms. В наших сборах единичные экземпляры, встречается в июле-августе.

2. *Cimatio bonsdorffii* C. Sahlb. Единственный экземпляр пойман 25.07.83 на свет лампы накаливания, установленной в 30 м от берега в квартале (кв.) 76.

3. *C. coleoptrata* F. Многочисленный вид, часто встречающийся в зарослях высшей водной растительности в мелководной части озера.

4. *Sigara assimilis* Fieb. Хорошо летит на свет, нами отлавливался в кв. 76 на лампу дневного света, многочисленен.

5. *S. concinna* Fieb. Многочисленный вид, обитающий в большинстве озер заповедника, в том числе и на оз. Б. Миассово, имаго часто летит на свет в июне-июле.

6. *S. falleni* Fieb. Редок, всего 2 экземпляра было собрано на мелководье у северного берега озера 22.04.81.

7. *S. fallenoidea* Huhg. Обычен, встречается во многих заповедных озерах, предпочитает мелководные заливы.

8. *S. fossarum* Leach. Очень редок, отловлен всего 1 экз. на свет в кв. 76, 26.07.84.

9. *S. germary* Fieb. Как и предыдущий вид, был отловлен лишь однажды 6.08.81 на свет лампы накаливания, установленной в 30 м от берега озера в кв. 76.

10. *S. longipalus* J. Sahlb. Обычный вид, серия из 25 экз. была отловлена у северного берега озера 22.04.81., впоследствии часто отмечался в уловах на светоловушку.

11. *S. praeusta* Fieb. Обычен, в июле-августе активно летит на свет.

12. *S. semistriata* Fieb. Редкий вид, в наших сборах всего 3 экз., собранных на светоловушку 6-26.08.81.

13. *S. striata* L. Обычный обитатель заливов озера, летит на свет с конца мая по сентябрь.

#### **Семейство Naucoridae – Плавцы**

14. *Ilyocoris cimicoides* L. – плав. Предпочитает заросшие участки акватории, обычен.

#### **Семейство Notonectidae – Гладыши**

15. *Notonecta glauca* L. – гладыш обыкновенный. Обычный вид, иногда летит на свет.

16. *N. reuteri* Hung. В оз. Б. Миассово встречается гораздо реже предыдущего вида.

#### **Семейство Nepidae – Водяные скорпионы**

17. *Nepa cinerea* L. – водяной скорпион. Довольно обычный вид, встречается в зарослях высшей водной растительности на мелководьях озера.

18. *Ranatra linearis* L. – ранатра палочковидная. Это самый крупный представитель отряда в фауне заповедника. Встречается несколько реже предыдущего вида, предпочитает мелкие заливы, заросшие гидрофитами.

#### **Семейство Hydrometridae – Палочковидные водомерки**

19. *Hydrometra gracilenta* Horv. В заповеднике отмечена лишь в одном месте – в болоте на перешейке п-ова Сайма, где было отловлено 15 экземпляров этого вида.

#### **Семейство Veliidae – Велии**

20. *Microvelia buenoi* Drake. Регистрировался там же, где и предыдущий вид, в августе 1984 года было поймано 12 экз.

#### **Семейство Gerridae – Водомерки**

21. *Gerris lacustris* L. – прудовая водомерка. Обычный вид, встречается близ берега преимущественно в заливах озера.

22. *G. lateralis* Schumm. Это наиболее массовый для заповедника вид, чаще всего его можно встретить в лужах и лишь изредка на мелководье озер.

23. *G. odontogaster* Zett. Обычный обитатель прибрежной зоны озера.

24. *G. paludum* F. – болотная водомерка. В отличие от *G. lateralis* ее чаще можно обнаружить на озерах, чаще в заливах. Массовый вид.

25. *G. sphagnorum* Gaun. – сфагновая водомерка. Очень редкий вид, нами отловлен всего 1 экз. 1.08.84 в осоковом болоте на перешейке п-ова Сайма. Впервые для территории бывшего СССР был указан Е. В. Канюковой (1981), помимо Скандинавии отмечался в окрестностях Ленинграда, в Полтавской области, в верховьях Ангары и Нижней Тунгуски. Наша находка связывает европейскую и азиатскую части ареала этого вида.

#### **Семейство Saldidae – Сальдиды**

26. *Chartoscirta cincta* H.-S. Очень редок, в наших сборах всего 2 экземпляра собранных 31.07.84 в осоковом болоте на перешейке п-ова Сайма.

27. *Ch. elegantula* Fall. Редкий вид, найденный там же, где и предыдущий, в июле 1984 г.

28. *Saldula arenicola* Scholtz. В нашей коллекции всего 1 экземпляр (4.08.84), пойманный у уреза воды на северном берегу оз. Б. Миассово.

29. *S. melanoscela* Fieb. Очень редок, единственный экземпляр пойман совместно с предыдущим видом.

30. *S. opacula* Zett. Обычный обитатель береговой полосы озер заповедника, иногда летит на свет.

31. *S. saltatoria* L. Обычен, встречается в наносах растительности в прибойной полосе берегов озера.

**Отряд Жуки (Coleoptera).** В настоящее время в составе фауны заповедника насчитывается 1006 видов жуков (Лагунов, Новоженов, 1996; Чашина, 2000). Из них лишь отдельные представители некоторых семейств связаны с водоемами.

#### **Семейство Carabidae – жужелицы**

Сведения о встречах жужелиц в береговой полосе озера Б. Миассово основаны на данных Ю. И. Коробейникова (1979), на сведениях, полученных Е. В. Зиновьевым в 1985 году (устное сообщение) и на наших сборах 1981–1987 гг., обработанных впоследствии Ю. И. Коробейниковым и Е. В. Зиновьевым. Комплекс околоводных жужелиц оз. Б. Миассово насчитывает 28 видов.

1. *Nebria livida* L. Редкий герпетобионтный вид, характерный для береговой полосы озер заповедника.

2. *Notiphilus aquaticus* L. Очень редок, регистрировался на берегу озера Б. Миассово в районе биостанции.

3. *N. palustris* Duft. Обитает во влажных биотопах, отмечался в банках-ловушках, установленных по берегу озера, везде очень редок.

4. *Elaphrus cupreus* Duft. Очень редок, 1 экз. был отловлен в июле 1985 года (Е. В. Зиновьев) в банку-ловушку на северном берегу озера.

5. *E. riparius* L. Встречается чаще предыдущего вида, регистрировался там же.

6. *Loricera pinicornis* L. Очень редкий вид, всего несколько находок по берегам озера.

7. *Dyschirius globosus* Hbst. Для заповедника очень редок, встречается только по берегам озер.

8. *Bembidion articulatum* Panz. Предпочитает берега водоемов, обитая в наносах из водорослей, данных по численности нет. Неоднократно отлавливался на северном берегу озера Б. Миассово.

9. *B. bruxelense* Wesm. Редкий вид, встречается по берегам озера.

10. *B. femoratum* Sturm. Живет в наносах по берегам озер, численность неизвестна.

11. *B. obliquus* Sturm. Обычен по берегам озера.

12. *B. quadrimaculatum* L. Изредка попадается в береговой полосе озера.

13. *Patrobus assimilis* Chd. Редкий вид, характерен для берегов озер, болот и других водоемов, где живет в наносах и подстилке. Отмечался у озера Б. Миассово.

14. *Pterostichus anthracinus* Jll. Многочисленный вид с широким спектром заселяемых биотопов, регулярно встречается и по берегу оз. Б. Миассово.

15. *Pt. aterrimus* Hbst. Очень редок, предпочитает селиться по берегам озер.

16. *Pt. melanarius* Jll. Один из самых массовых видов жужелиц заповедника, часто попадает в банки-ловушки, установленные по берегу озера.

17. *Pt. strenuus* Pz. Обычный вид, который чаще можно встретить на берегу озера, нежели под пологом леса.

18. *Agonum assimile* Pk. Массовый вид по берегу озера, но встречается и в лесной подстилке.

19. *Ag. gracile* Gyll. Очень редок, встречается в береговых наносах озера.

20. *Ag. sexpunctatum* L. Редок, предпочитает влажные луга и берега озер.

21. *Synuchus nivalis* Pk. Очень редок – всего 1 экз. был отловлен на северном берегу оз. Б. Миассово.

22. *Anisodactylus binotatus* F. Очень редкий вид, живет по берегам озер.

23. *Stenolophus mixtus* Hbst. Отмечался на лугах и по берегам озер. Данных по встречаемости нет.

24. *Chlaenius nigricornis* F. Встречаемость не известна, предпочитает берега озер и болот (устное сообщение Е. В. Зиновьева).

25. *C. tristis* Schall. Живет по берегам озер и на болотах, данных по встречаемости нет.

26. *C. vestitus* Pk. Данных по встречаемости нет, обитает у воды.

27. *Oodes gracilis* Vill. Очень редок, живет по берегам озера.

28. *O. helopiooides* F. Очень редкий вид, отмечался по берегу озера Б. Миассово.

### Семейство Dytiscidae – плавунцы

Плавунцы – типично водная группа жуков. Фауна плавунцов Ильменского заповедника, включает 26 видов, из них 14 – зарегистрированы в озере Б. Миассово (Запорожский, 1994; Лагунов, Новоженов, 1996).

*Hydrotus inaequalis* L., *Potamonectes depressus* Fabr., *Platambus maculatus* L., *Ilybius fenestriatus* Fabr., *I. subaeneus* Er., *Rhantus exoletus* Forst., *Ph. notatus* F., *Colymbetes paykulli* Er., *Acilius sulcatus* L., *Dytiscus circumcinctus* Ahr., *D. circumflexus* Fabr., *D. lapponicus* Gyll., *D. latissimus* L., *D. marginalis* L.

Комплекс плавунцов озера Б. Миассово отличается от аналогичных комплексов других водоемов заповедника наличием хорошо выраженной группы реофильных видов (*P. depressus*, *Pl. maculstus*, *P. fenestriatus*). По мнению О. В. Запорожского (1994), это может быть связано с наличием в водоеме подводных течений.

### **Семейство Gyrinidae – вертячки**

Хищные жуки, обитающие на поверхности воды, в озерах чаще держатся у берега и в заливах. Слабо изученная в фаунистическом отношении группа. В заповеднике зарегистрирован всего 1 вид – *Gyrinus marinus* Gyll., которого часто можно встретить в заливах озера Б. Миассово.

### **Семейство Chrysomelidae – листоеды**

Одно из самых богатых видами семейство жуков, насчитывающее в фауне заповедника 133 вида (Лагунов, Новоженов, 1996). На высшей водной растительности оз. Б. Миассово нами зарегистрировано 6 видов.

1. *Donacia crassipes* F. Неоднократно отмечался в Липовой курье на листьях желтой кубышки. Обычный вид.

2. *D. dentata* Hoppe. Очень редкий вид, встреченный нами на желтой кубышке в курье Липовой (19-20.07.81, 2 экз.).

3. *D. fennica* Payk. В заповеднике очень редок. Найдено 2 экз. 7.06.85 на северном берегу оз. Б. Миассово. Еще один экземпляр из сборов В. Н. Степанова с этикеткой «11.06.43 г., Ильменский заповедник» хранится в коллекции ИЭРИЖ (г. Екатеринбург).

4. *D. thalassina* Germ. В нашей коллекции всего 1 экземпляр, отловленный на озере Б. Миассово 15.06.82.

5. *Plateumaris sericea* L. В условиях Ильменского заповедника чаще встречается на болотах с зарослями тростника, однако отмечался и на берегу озера Б. Миассово.

6. *Galerucella pyrphaea* L. Обычный вид, жуков часто можно встретить на кубышках в заливах озера.

**Отряд вислокрылки (Megaloptera).** Личинки представителей этого отряда обитают в воде, а имаго часто можно встретить близ водоема. Скопления вислокрылок неоднократно отмечались нами в июле-августе в различных местах береговой полосы оз. Б. Миассово. Они были образованы двумя видами – *Sialis morio* Klst. и *S. sordida* Klst., причем второй вид встречается примерно в 5–6 раз реже предыдущего.

**Отряд чешуекрылые (Lepidoptera).** Лишь немногие представители этого отряда трофически связаны в своем развитии с

высшей водной растительностью. Фауна этого отряда в заповеднике насчитывает более 1000 видов (Горбунов, Лагунов, Ольшванг, Ниппонен, 2000), из них лишь у 11 видов гусеницы питаются на водных растениях.

#### **Семейство Cossidae – Древоточцы**

1. *Phragmataecia castaneae* Hübn. – Камышовый сверлило. Гусеницы живут 2 года в стеблях и корнях тростника. Лет бабочек в июне–июле. Обычен.

#### **Семейство Torticidae – Листовертки**

1. *Bactra lancealana* Hübn. Гусеница живет в стеблях ситника, камыша и др. Лет бабочек в июне–июле. Обычен.

2. *Bactra furfurana* Haworth – Ситниковая листовертка. Гусеница живет в стеблях ситника, камыша и др. Лет имаго в июле. Редок.

#### **Семейство Pyralidae – Огневки**

1. *Elophila putrphaeata* L. – Кувшинковая водная огневка. Гусеница под водой в паутинном чехлике на листьях рдестов, водокраса, кувшинки и кубышки. Бабочки летают с июня по август. Многочисленный вид.

2. *Acentria ephemerella* Den. & Schiff.– Белая подводная огневка. Гусеница живет под водой, в сплетенных паутиной листьях рдестов, элодеи и роголистника. Лет бабочек во второй половине лета. Обычный вид.

3. *Parapoynx stratiotata* L. – Водорезовая огневка. Гусеница живет под водой, в паутинном коконе на листьях рдестов, элодеи, роголистника и телореза. Имаго часто можно встретить в июле–августе.

4. *Ostrinia palustralis* Hübn. – Щавелевый мотылек. Гусеница живет на листьях и в стеблях щавеля водного. Лет бабочек в июне–июле. Обычный вид.

#### **Семейство Noctuidae – Совки**

1. *Simyra albovenosa* Goeze – Беложильная совка. Гусеница живет в августе–сентябре на различных растениях: осоках, вахте, рогозе, ирисе болотном, и др. Несколько экземпляров отловлено на свет в июне 1998 года. Редкий вид.

2. *Mythimna straminea* Treitschk. – Желтоватая полосатая совка. Гусеница живет в сентябре и, после зимовки, в мае–июне на тростнике. Бабочки летают в июне–июле. Обычный вид.

3. *Mythimna obsoleta* Hübn. – Обыкновенная полосатая совка. Гусеница живет в сентябре и, после зимовки, в мае на тростнике. Имаго отлавливали на свет в июне в окрестностях пос. Миассово. Обычный вид.

4. *Mythimna flammea* Curtis – Узкокрылая совка. Гусеница живет в июле – августе на тростнике. Лет имаго в июне–июле. Довольно часто.

**Отряд двукрылые (Diptera).** Целый ряд отдельных таксонов этого отряда в своем развитии так или иначе связан с водной средой обитания. Так, например, большинство личинок слепней (Tabanidae) являются гидробионтами или эдафобионтами, развивающимися в увлажненных почвах и подстилке. Поэтому, мы сочли целесообразным дать здесь список видов слепней (15 видов), отловленных в прибрежной части оз. Б. Миассово: *Chrysops caecutiens caecutiens* L., *Ch. divaricatus* Loew, *Ch. pictus* Meig., *Ch. relictus* Meig., *Ch. rufipes* Meig., *Ch. sepulcralis* F., *Haematopota pluvialis* L., *Hybomitra confinis* Zett., *H. distinguenda* Verr., *H. lundbecki* Lyneb., *H. lurida* Fall., *H. muhlfeldi* Br., *H. nigricornis* Zett., *H. schineri* Lyneb., *H. tropica* Panz.

Таким образом, в результате обработки собственных материалов и сведений, имеющихся в различных публикациях, удалось выявить водную и околоводную фауну следующих групп насекомых: стрекозы – 19 видов, полужесткокрылые – 31, жужелицы – 28, плавунцы – 14, вертячки – 1, листоеды – 6, вислокрылки – 2, чешуекрылые – 11, слепни – 15 видов. Это позволяет охарактеризовать озеро Б. Миассово как один из самых изученных в отношении энтомофауны водоемов Южного Урала.

В заключение отметим, что совершенно не изученными по-прежнему остаются поденки, ручейники, веснянки, из жесткокрылых – представители семейства водолюбов, а из двукрылых – некоторые семейства, личинки которых в своем развитии тесно связаны с водной средой.

### **Водоплавающие птицы**

Изучение фауны и населения водоплавающих птиц оз. Б. Миассово представляет большой интерес при проведении длительного экомониторинга этой группы птиц и их местообитаний, если учесть к тому же, что Б. Миассово – единственное в регионе крупное мезотрофное озеро, могущее служить эталоном в условиях заповедности. Замыкая трофическую цепь водных организмов, водоплавающие птицы аккумулируют в трансформированном виде поступающие от них потоки вещества и энергии, что позволяет, проводя сопряженные исследования на разных уровнях пирамиды, дать комплексную оценку состояния компонентов биоценоза и прогноз об его изменении. В связи с

этим интересно было бы выявить биоценотические связи этой группы с другими членами экосистемы оз. Б. Миассово.

Так как водоплавающие птицы характеризуются высокой динамичностью своей хорологической структуры, выражющейся в постоянных суточных и сезонных перемещениях, особенно во внегнездовое время, на соседние водоемы и обратно, в работу включены наблюдения за наиболее интересными видами на сопредельной с оз. Б. Миассово территории (Няшевский прудок, М. Миассово с заливом Инышко, и др.). Кроме того, для полноты картины мы посчитали необходимым дополнить фаунистический список другими группами птиц водно-болотного комплекса – чайковыми, куликами и др.

**Целью работы** было выявление сезонной и многолетней динамики видового и количественного состава водоплавающих птиц оз. Б. Миассово.

Ранее орнитофауна этого озера специально никем не изучалась: в литературе имеются лишь сведения С. Л. Ушкова (1947, 1993) о составе и численности гнездящихся птиц в 1937 г., а также об интенсивности миграций ряда видов в 1935–45 гг. Работа проводилась стационарно во все сезоны с июля 1989 по октябрь 1999 гг. с применением маршрутных и точечных методов учета как пешком вдоль побережья, так и с лодки по периметру озера. Общая длина маршрутов – 15–20 км, количество учетов – 6–10 ежегодно. Много ценных сведений было получено от наблюдателей заповедника, студентов Башкирского ГУ В. Назарова и Э. Алимбекова и научного сотрудника В. Д. Захарова.

**Фауна.** Орнитокомплекс водно-болотных птиц оз. Б. Миассово представлен 32 видами (табл. 48), из них определенно гнездящихся – 18, кочующих в поздне-летний период и пролетных – 14. Половина всех видов приходится на водоплавающих птиц с преобладанием по числу видов пластинчатоклювых, на втором месте стоят чайковые. Если исходить из биотопического предпочтения тем или иным видом птиц с определенной трофической ориентацией, данное озеро можно отнести к гагарово-кряковым, т.е. заселенным преимущественно птицами, имеющими рыбоядный и смешанный, животно-растительноядный типы питания. Если сравнить наши данные с материалами С. Л. Ушкова (1947, 1993), в последние 50 лет не встречены на пролете и кочевках черный аист, огарь, пеганка, белолобый гусь, морянка, лебедь-кликун, а на гнездовые лысуха и широконоска. Появились и стали обычными на гнездовые гоголь и свиязь, тогда как крохали стали редкими видами. Без изменений осталась численность гагар и крякв.

Таблица 48

Общая характеристика фауны и населения водно-болотных птиц  
оз. Б. Миассово по исследованиям 1989–99 гг.

Вид	Статус пребывания вида	Размещение	Обилие	Учеты Л. С. Ушкова (1993)
1	2	3	4	5
Чернозобая гагара	Гнездящийся	Все заливы	3–7 пар, 17.4 % от всех видов	В 1937 г. было 6 пар – 14.8 %
Большая поганка	Гнездящийся, кочующий, пролетный	Центральная часть плеса М. Миассово	10–20 пар, на пролете и кочевках – 20–250 особей	Гнездились 4 пары
Красношейная поганка	Пролетный	Северная часть озера	Единично	Гнездились на Прудке
Большая выпь	Гнездящийся, пролетный	Протока Кылы	Редка	Встречалась
Серая цапля	Гнездящийся, пролетный	Залив Инышко, Муравьиный полуостров	Редка	Отмечена летом
Серый гусь	Пролетный	Центральный плес	Редок	На пролете был многочисленен
Лебедь-шипун	Кочующий, пролетный	Залив Няшевская курья, Инышко	1 выводок с 1–2 птенцами, на пролете – не более 10 особей	Не отмечен
Кряква	Гнездящийся, пролетный	Повсеместно в заливах	2–8 пар, 17.4 % от всех видов	В 1937 г. было 5 пар – 18.5 %
Чирок-свиристунок	Гнездящийся, пролетный	Повсеместно	1–4 пары, 5.6 %	Учтено примерно 5 пар – 10 %
Серая утка	Гнездящийся, пролетный	Полуостров Сайма, протока курья Проходная	1–2 пары, 2.8 %	В 1937 г. было 2 пары – 2.4 %
Чирок-трескунок	Гнездящийся, пролетный	Повсеместно	2–4 пары, 8.5 %	Был редок
Свиязь	Гнездящийся, пролетный	Повсеместно	2–6 пар, 14.5 %	Редка

Продолжение табл. 48

1	2	3	4	5
Шилохвость	Гнездящийся	Залив Инышко	Редка	3 пары, 11 %
Широконоска	Пролетный	Инышко	Около 10 птиц	2 пары, 7 %
Красноголовая чернеть	Гнездящийся пролетный	Полуостров Сайма, залив Нишевская курья, Прудок	2 пары в 1991 г., на пролете – до 50 ос.	2 пары, 7.4 %
Хохлатая чернеть	Гнездящийся, пролетный	Залив Нишевская курья, залив Инышко	1–4 пары, 6.7 %, на пролете – от 20 до 200 особей	4 пары, 14.9 %
Морская чернеть	Пролетный	Залив Нишевская курья	Редка	13 октября 1945 г. учтено 18 птиц
Обыкновенный гоголь	Гнездящийся, пролетный	Повсеместно	1–6 пар, 16.7 %, на пролете не более 50 особей	Был редок
Обыкновенный турпан	Пролетный	Северная часть плеса	Не более 10 птиц	Был редок
Луток	Гнездящийся, пролетный	Заливы Зимник, Инышко	1–2 пары, 2.1 %	В 1945 г. 1 пара гнездилась на оз. М. Миассово
Длинноносый крохаль	Нерегулярно гнездящийся и пролетный	Заливы Зыряновская курья и Проходная	Редок, 1–2 пары – 1.0 %	Был обычен в августе
Большой крохаль	Гнездящийся, пролетный	Повсеместно	2–4 пары – 6.4 %, на пролете от 30 до 600 птиц	В 30–40 гг. учитывалось до 200 выводков обоих видов, осенью – до 4 тыс. ос.
Серый журавль	Гнездящийся	Заливы Штанная курья и Инышко	2–3 пары	Гнездился
Серебристая чайка	Кочующий и пролетный	Центральная часть плеса	От 20 до 300 птиц, больше всего было в 1989, 1990, 1992 и 1997 гг.	Не отмечена

Окончание табл. 48

1	2	3	4	5
Сизая чайка	Кочующий, пролетный	Центральная часть плеса	10–20 особей	Ранее была обычна
Озерная чайка	Пролетный	Центральная часть плеса	От 20 до 200 птиц, больше всего в 1990 г.	Встречена в 1930-е годы
Малая чайка	Пролетный	Центральная часть плеса	Учтено 20 мая 1998 г. 40 птиц	Редка
Белокрылая крачка	Пролетный	Центральная часть плеса	Редка, 30 мая 1998 г. учтено 4 особи	Редка
Речная крачка	Гнездящийся, пролетный	Заливы Липовая курья и Штанная	Колонии из 4–10 пар, на кочевках – до 30 птиц	Была обычна
Перевозчик	Гнездящийся	Повсеместно	В среднем по 1 паре на 100 м побережья	Был обычен
Черныш	Гнездящийся	Все заливы	Обитает примерно 10 пар	Обычен
Большой улит	Пролетный	Побережье	Редок	Изредка встречался летом
Мородунка	Пролетный, гнездящийся?	Залив Нишевская курья	Редка	
Кулик – сорока	Пролетный	Залив Нишевская курья	Редок	Отмечался весной
Травник	Пролетный	Над центральным плесом	Редок	Изредка встречался

**Местообитания.** По характеру рельефа, типу растительности, особенностям расположения на водоеме, местообитания водоплавающих птиц условно разделяются на 6 гнездовых стаций, где устраиваются гнезда и держатся выводки с маленьными птенцами, и 1 внегнездовую: 1) береговая кромка с осоковыми кочками вдоль уреза воды у возвышенного залесенного берега – места гнездования чернозобой гагары; 2) заливы (кури) со сплавинами на мелководьях с заиленным дном – гагары, хохлатые чернети, поганки, кряквы, речные крачки; 3) голые каменистые крутые берега – большие и длинноносые крохи; 4) возвышенные облесенные берега вблизи озера – речные утки, кулики; 5) бересово-сосновый лес в окрестностях водоема (в радиусе до 5 км) –

кряквы, чирки-свистунки, гоголи, большие крохали и лутки; 6) приозерные влажные низины и болота – чирки, кряквы; 7) открытый плес – кормовые и дневочные стации всех видов птиц, кроме куликов и цапель. Как видно из схемы, скопления рыбоядных птиц приурочены к центральной и восточной части плеса, причем птицы держатся не ближе, чем 20–50 м от берега, т.е. в местах с глубиной более 2 м – именно там находятся полосы погруженных гидрофитов из рдестов, элодеи, уруги, харовых водорослей (Вейсберг, 1992, см. также гл. 6), привлекающие гидробионтов, служащих кормовыми объектами для птиц. На островах чаще всего представлены 3-й, 4-й и 5-й типы местообитаний. Предпочитаемыми стациями в период гнездования являются заливы, имеющие хорошие гнездовые и кормовые угодья для большинства видов птиц, постоянно обитающих там с момента устройства гнезд до начала кочевок выводков, т. е. со второй декады мая до конца июня. Так как во время размножения гнезда с кладками и выводки с маленькими птенцами практически беззащитны перед хищниками, в этот период необходимо соблюдение абсолютного заповедного режима в этих участках для обеспечения сохранности кладок и покоя птенцов. Уязвимыми при резких колебаниях уровня воды становятся гнезда гагар, размещенные у береговой кромки и на сплавинах: при быстром подъеме уровня они затапливаются, и наоборот, при обсыхании сплавин в маловодные годы (1991–92 и 1996 гг.) гнездования этого вида здесь вообще не происходит.

Как видим, оз. Б. Миассово – это комплекс местообитаний различных типов, чем и обусловлено видовое богатство его орнитофауны, однако плотность гнездящихся птиц невелика по сравнению с более эвтрофированными водоемами заповедника (Гордиенко и др., 1992; Гордиенко, 1993), что объясняется невысокой степенью зарастания озера надводными макрофитами, и, следовательно, малыми размерами гнездопригодной площади.

**Численность.** Численность водоплавающих птиц подвержена значительным сезонным и межгодовым колебаниям (табл. 49). Наименьшие показатели отмечены в гнездовой период, наибольшие – во время осенней миграции. Весенний пролет, проходящий с конца апреля до середины мая, слабо выражен – на озере отмечается от 10 до 130 птиц (крякв, гоголей, хохлатых чернетей и чирков), причем скорее всего это в основном местные, гнездящиеся здесь особи. На гнездовье учтено от 23 до 31 пары, что не отличается от данных учетов в 1937 г., однако соотношение видов сейчас иное: если раньше доминантами были кряква,

Таблица 49

Учеты водоплавающих птиц на оз. Б. Миассово в 1989–99 гг.  
(по максимальным показателям)

Годы	Весенний пролет, особей	Гнездование, пар	Кочевки в августе, особей	Пролет в сентябре, особей	Пролет в октябре, особей	Всего особей
1989	?	?	22	440	1100	1562
1990	25	27	42	240	400	761
1991	–	31	86	800	600	1548
1992	30	32	62	233	36	422
1993	–	23	245	70	49	510
1994	100	23	122	230	130	628
1995	81	34	131	205	315	800
1996	128	29	82	?	?	268
1997	30	26	62	30	?	174
1998	20	26	50	?	?	122
1999	10	22	86	100	226	466
В среднем особей	53.0	27.2	90.9	260.0	358.1	660.1
Средняя плотность, особей (пар)/100га	4.8	2.3	8.1	23.6	32.4	14.7

хохлатая чернеть и чернозобая гагара, то в 1990-е гг. ими стали, кроме кряквы и чернозобой гагары, также свиязь и гоголь. В августе численность птиц заметно возрастает за счет выхода на плес выводков гагар, крохалей и чомг, подкочевывают серебристые чайки с молодыми. В это же время наблюдаются регулярные кормовые перелеты уток на соседние водоемы, это происходит после заката солнца, с 21 часа до 24 час. В сентябре состав орнитоценоза пополняется за счет подкочевавших хохлатых чернетей, крохалей, озерных чаек и речных крачек. Пролет мигрантов становится заметным с конца августа, достигает максимума в конце сентября – первой декаде октября, когда за 1 сутки пролетает от 300 до 2 тыс. птиц, однако прежнего обилия мигрантов, наблюдавшегося в 1930-е гг., когда за 1 час учитывалось до 1 тыс. птиц, и с такой интенсивностью они летели в течение 7–10 дней (Ушков, 1993), сейчас нет. Наиболее многочисленными на осеннем пролете во время остановок являются хохлатые чернети, гоголи, чомги, в отдельные годы – большие крохали, образующие скопления из нескольких десятков и сотен особей. Среди других групп доминируют серебристая и озерная чайки, нередко обра-

зующие смешанные стаи с чомгами, крохалиями, нырковыми утками и речными крачками. Наиболее предпочтаемыми местами кормежки этих рыбоядных птиц с середины августа до середины октября являются северная часть плеса, прибрежные участки вблизи кури Липовой и центральная часть – напротив Проходной кури (см. рис. 5), где происходит, вероятно, концентрация рыбных косяков, что подтверждается исследованиями В. И. Беляева (1990), здесь же, судя по нашим наблюдениям, размещены и обширные подводные «луга» погруженных водных растений – рдеста блестящего и пронзеннолистного. Завершают пролет в первой декаде ноября, перед ледоставом, турпаны, гоголи и кряквы, отмечающиеся небольшими стайками из 6–10 птиц. Общая численность водоплавающих птиц на оз. Б. Миассово в последнее десятилетие была максимальной в 1989, 1991 и 1995 гг.

Подводя итоги вышеизложенному, отметим следующее: фауна птиц водно-болотного комплекса оз. Б.Миассово существенных изменений за последние 50 лет не претерпела. Стабильной осталась и численность гнездящихся птиц, хотя их соотношение изменилось в пользу рыбоядных видов (гоголь, крохали) и вида, связанного с береговыми кустарниками (свиязь), что можно объяснить усилением зарастания берегов. Снижение численности осенних мигрантов скорее всего связано с общим ухудшением состояния водоплавающих птиц и их местообитаний в Срединном регионе в последние десятилетия (Кривенко, 1991). Ввиду относительно небольшой площади гнездовых угодий, оз. Б.Миассово играет существенную роль в жизни водоплавающих птиц в основном как место их отдыха и жировки в послегнездовой период, т.е. в течение довольно ограниченного временного отрезка (2.5 месяца). Характер стационарного распределения скоплений птиц в этот период обусловлен особенностями размещения кормовых объектов – водных беспозвоночных и рыб.

### **Полуводные млекопитающие**

В послевоенный период по всей стране проводились широкомасштабные мероприятия по пополнению охотничьепромысловой фауны. В рамках таковых в Ильменском заповеднике было восстановлено поголовье речного бобра и положено начало формированию популяции ондатры. Поскольку в оз. Большое Миассово, в отличие от других озер заповедника, сток воды был искусственно зарегулирован, вопрос о состоянии здесь этих видов через много лет после выпуска крайне актуален и интересен.

Бобр завезен в Ильменский заповедник в 1948 году из Воронежского заповедника в количестве 22 особей. В дальнейшем до конца 1960-х годов происходил рост его численности. Одновременно шло расселение животных и за его пределы. Уменьшение бобрового населения началось через 20 лет после выпуска и продолжилось до конца 1970-х годов. Главной причиной данного процесса явилось сокращение запасов осины и ивы вследствие избыточной плотности животных (Дворникова, 1987).

Ондратра завезена в Ильменский заповедник из Бродокалмакского района Челябинской области. 18 июня 1954 г. в южной части заповедника в один водоем было выпущено 6 самцов и 6 самок, в другой – 6 молодых особей. В обоих водоемах зверьки прижились и стали размножаться. В начале 1960-х годов ондатру обнаружили в центральной части заповедника. В настоящее время она расселилась практически по всем пригодным местообитаниям, и ее пространственное размещение и численность варьирую в зависимости, главным образом, от гидрологического режима водоемов (Самойлова, 1992).

Динамика обилия полуводных грызунов на озере Б. Миассово за последние 20 лет отражена на рис. 69. Число поселений бобра никогда не превышало двух. Численность ондатры колебалась в пределах от 3 до 13 поселений или от 4 до 32 жилищ, с периодичностью 3–5 лет. Никаких четких тенденций в сторону увеличения или уменьшения обилия этих животных не прослеживается.

**Бобр.** Для бобра заливы (курьи) Б. Миассово, очевидно, являются не лучшими местами обитания в заповеднике. За все рассматриваемые годы они заселяли лишь 3 участка. Один из них относится к типу березняки с ольшаниками (среднепродуктивная кормовая база), расположен на впадающем в залив (курью) Латочка ручье и был обитаем 10 лет подряд. Другие два относятся к типу ивняки (среднепродуктивная и низкопродуктивная кормовая база), располагались в заливе Штанная курья в сплавинах и были обитаемы только в отдельные годы с большими перерывами. Достоверно наличие приплода отмечалось только один раз в первом поселении в 1990 г. Здесь бобры рыли норы, строили хаты и запруды на ручье. Во втором и в третьем поселении они ограничились сооружением хат. На остальной береговой линии бобры не встречались.

**Ондратра.** В результате многолетних наблюдений отмечены следующие особенности жизнедеятельности ондатры на озере.

Рис. 69. Динамика показателей обилия полуводных грызунов, климатических и гидрологических характеристик озера Большое Миасово с 1980 по 1999 гг.

Всего за последние 20 лет отмечено 23 поселения (табл. 50) ондатры, они составляют 27.5 % протяженности всей береговой линии озера. Излюбленные ее стации – тростниково-папоротниково-рогозовые сплавины, в тех местах, где позволяет глубина, однако таких поселений всего 4 (17.4 %), причем оседло ондатры живут только в 2-х поселениях (8.7 %), а остальные заселяют лишь в некоторые годы (табл. 50), в основном при возрастании общей численности. Это связано либо с недостаточным обводнением, либо с прессом хищников, либо со слабой кормовой базой. Поселения, располагающиеся в зарослях прибрежных макрофитов, составляют 52.2 % (12) от общего количества, те в которых имеются участки и сплавин и зарослей – 30.4 % (7). Высокопродуктивная кормовая база, то есть наличие обширных сплавин или зарослей основных кормовых растений, имеется в 8-ми поселениях

Таблица 50

Динамика заселенности ондатрой береговой линии озера Большое Миассово с 1980 по 1999 гг.

Годы	Поселения																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1980						+	+	+			+				+		+	+	+				
1981	+					+	+		+	+	+	+					+	+					
1982	+	+				+	+	+			+						+	+	+		+		
1983	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+			+	+	+		+		
1984						+	+				+						+	+	+				
1985						+					+						+	+	+				
1986						+	+				+	+	+	+	+		+	+	+				
1987						+	+				+	+	+	+	+		+	+			+		
1988	+	+				+	+				+	+	+	+	+						+		
1989						+					+		+	+									
1990						+	+				+		+	+	+								
1991						+	+	+			+	+	+	+	+								
1992						+	+	+			+												
1993						+					+												
1994						+					+												
1995	+					+	+				+						+	+	+				
1996	+					+	+				+						+	+	+				
1997						+					+												
1998						+					+												
1999		+				+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+				

П р и м е ч а н и е . Цифрами обозначены поселения: 1 – мыс Кораблик, 2 – курья Зимник, 3 – курья Латочка, 4 – курья Травяная, 5 – курья Зеленая, 6 – курья Штанская, 7 – курья Черненькая (сев. сторона), 8 – курья Черненькая (зап. сторона), 9 – вход в Няшевскую курью, 10 – Кордонная курья (а), 11 – Кордонная курья (б), 12 – устье р. Няшевки, 13 – курья Исток, 14 – курья Непряхинская, 15 – курья Генеральская, 16 – курья Узкая, 17 – курья Липовая (южная сторона), 18 – курья Липовая (центр), 19 – курья Липовая (северная сторона), 20 – курья Проходная (южная сторона), 21 – курья Проходная (граница – коса), 22 – курья Проходная (северная сторона), 23 – курья Зыряновская.

Таблица 51

Корреляция обилия ондатры на оз. Большое Миассово  
с климатическими показателями (за 1980–1999 гг.)  
и с колебаниями уровня воды (за 1990–1999 гг.)

Факторы	Количество поселений	Количество жилищ
Годовое количество осадков, мм	0.07	0.19
Среднесуточная температура воздуха за декабрь-январь-февраль предыдущей зимы, °C	0.41	0.41
Средний уровень воды в озере в августе-сентябре-октябре	0.52	0.36

(34.8 %), а низкопродуктивная – куртинки зарослей кормовых растений и в некоторых участках небольшие фрагменты сплавин – в 11-ти (47.8 %).

Уменьшение количества ондатровых поселений и жилищ в курьях озера и в подтапливаемой зоне устьев впадающих рек связано с резким колебанием уровня воды. Например, летом 1981 г. при обследовании береговой линии было обнаружено 6 затопленных хаток, а в сухом 1992 г. – 5 брошенных высохших. Подтверждают это значения коэффициента корреляции, приведенные в таблице 51, хотя все эти значения оказались недостоверны. Наиболее существенная зависимость и минимальный уровень ее недостоверности ( $P = 0.1215$ ) отмечена между количеством поселений и колебаниями уровня воды. Суровость предыдущей зимы и количество осадков не повлияли на показатели обилия ондатры. Лишь в 1983 и 1990 гг. теплые зимы и повышенное количество осадков совпали с пиком численности ондатровых жилищ.

Нами установлено, что мест с благоприятными условиями для обитания ондатры на озере мало, поэтому она вынуждена ежегодно совершать миграции. Возможность пространственного перераспределения поселений по береговой линии сглаживает колебания численности зверьков, в отличие от малых озер, где таковые бывают весьма резкими.

Размер ондатровых поселений варьирует от довольно больших – 3 км береговой линии, до малых – 120 м, где живут 1–2 зверька. Наблюдаются нередко и сезонные миграции ондатры: летом животные расселяются по мелким озерцам, ручьям, а к зиме возвращаются в те места Б. Миассово, где вода не промерзает до дна. Таким образом, участок поселения к зиме может сузяться. Частично он может сокращаться и в период выкармливав-

ния потомства из-за меньшей подвижности самок, а во время «нагула» к осени расширяется.

На территории заповедника преобладают северные и западные направления ветров. Поэтому ондатры предпочитают селиться на северных и западных берегах озера и отдельных заливов, чтобы прибой не разрушал жилища (56.5 % всех ее местобитаний).

Основной вид используемых жилищ – хатки. Доля нор среди жилищ возрастает либо в годы с повышенным уровнем воды в водоемах, то есть когда появляются более выгодные условия для норения ондатр в берегах, либо в годы с низким уровнем воды, когда норы роются прямо в дерне высохших сплавин или на соседних участках твердого берега. Размеры жилых хаток от уреза воды в среднем составляют по высоте около 0.7–0.9 м и в диаметре около 1.2–1.5 м. Даже в пределах одной сплавины зверьки год от года перемещаются – строят каждый год новые хаты, особенно кормовые. Нередко бывают случаи, когда они ремонтируют старые жилые хаты, если те не сильно разрушены, и снова их используют. Жилые хаты в основном располагаются чуть дальше от уреза воды вглубь сплавины. У края воды чаще располагаются кормовые хатки. Нередко встречаются хатки, устроенные в основании ольховых кустов или поваленных крупных деревьев, на пнях, на бревнах. Поверх хаток ондатры часто проекладывают ходы-тропы. Ондатры начинают готовиться к зиме обычно в начале сентября. Сначала строятся или ремонтируются жилые хатки, затем сооружаются кормовые. В особо засушливые годы зверьки строят много. Они бросают обсыхающие хатки и строят новые на более глубоких местах, вынося их порой даже за пределы покровительствующих зарослей растительности на открытый плёс в ущерб собственной безопасности.

Микропопуляция ондатры озера Большое Миассово весьма динамична, и это в большей мере определяется существенными колебаниями уровня воды в нем.

Основными кормовыми объектами ондатры на озере являются: тростник, рогоз, телорез, кубышка, камыш, кувшинка, рдесты, осоки, ежеголовник, сусак, зюзник, ситник, сабельник, земноводная гречиха, частуха, щитовник, стрелолист, водяной лягушка, уруть, роголистник, элодея, водокрас, болотница, вербейник, вахта, мытник; из животных – двустворчатые моллюски. Кроме этого ондатры, особенно поздней осенью и ранней весной, обгрызают кору с небольших веток ивы, осины, черемухи, ольхи и съедают их молодые побеги.

Основным природным врагом ондатры в заповеднике является норка. За последние 20 лет лесниками заповедника неоднократно наблюдались случаи успешной охоты норки на ондатру. Следы пребывания норки постоянно отмечаются на участках, заселенных ондатрой. С бобром они, вероятно, не соперничают, поскольку встречались тесно соседствующие поселения этих животных и использование ондатрой бобровых нор и ходов.

Популяция ондатры после первоначального всплеска численности и пространственного распространения к настоящему времени достигла состояния динамичного равновесия. На озере Большое Миассово увеличение численности полуводных грызунов ограничено площадью, пригодной для их обитания, браконьерством, имеющим место из-за близости крупных населенных пунктов и искусственно увеличенным колебанием уровня воды, периодически обнажающим или затопляющим жилища зверьков.

## ГЛАВА 9. ПАРАЗИТЫ РЫБ В ПРИРОДНОМ КОМПЛЕКСЕ ОЗЕРА

Паразиты являются естественными сочленами биоценозов, такой же экологической группой организмов, как наземные или водные организмы (Догель, 1962). Возникла необходимость обобщения результатов ихтиопаразитологических исследований с целью выявления современного состояния паразитофауны рыб оз. Б. Миассово. В связи с этим особый интерес приобретает сообщество паразитов и хозяев как биоценотическая система, поскольку пока мало что известно о месте и роли паразитических организмов в жизни биоценозов, об уровне их энергообмена, коэффициентах асимиляции вещества, механизмах регуляции численности популяций как хозяев, так и их паразитов (Федоров, 1996).

Исследование паразитов рыб и других животных на оз. Б. Миассово ранее никем не проводилось. Указанные исследования для оз. М. Миассово были начаты В. А. Захваткиным, М. А. Ажегановой (1940). В течение двух летних сезонов в июне и августе 1937 и 1938 годов экспедиция Пермского университета проводила изучение паразитов рыб озер Ильменского заповедника. На оз. М. Миассово экспедицией для паразитологических исследований было добыто 8 окуней, 5 линей, 7 чебаков и 10 щук. При исследовании этих рыб было обнаружено 23 вида паразитов, а для рыб озер заповедника – 43. Широко распространенными паразитами рыб оз. М. Миассово оказались: *Diplostomum spathaceum*, *Diplostomum clavatum* и жаберный паразит рыб *Ergasilus sieboldi*. В 1974 г. В. В. Кашковским, Д. А. Размашкиным, Э. Г. Скрипченко (1974) были продолжены исследования по изучению болезней и паразитов рыб оз. М. Миассово. В результате исследования ими было установлено более 80 паразитов рыб оз. М. Миассово. У рыб прудовых и озерных хозяйств Западной Сибири и Урала в 1965–1970 гг. они обнаружили 228 видов. Размашкин Д. А. (1976), изучая личинок trematod, паразитирующих у рыб водоемов обь-иртышского бассейна, исследовал также и рыб оз. М. Миассово. В результате им было выявлено у рыб оз. М. Миассово 16 видов паразитических личинок. Такие виды, как *Holostephanus cobitisidis*, *Metorchis xanthosomus* добыты из мускулатуры щиповки, а *Rhidocotyle illense* – с жабр верховки.

На оз. Б. Миассово эти виды рыб малочисленны и встречаются редко. Кроме того, ими был обнаружен вид *Ornithodiplostomum scardini*, паразитирующий в головном мозге плотвы. Паразитологические исследования рыб оз. Б. Миассово начаты с 1981 г., частично отражены в работах Ткачева В. А. (1989а, б).

**Методика исследований.** Работа с личинками трематод проводилась по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1962), а также использовались методики В. Е. Сударикова, А. А. Шигина (1965), Т. А. Гинецинской (1968). Материал собирался при проведении ежегодных плановых обследований озера с различных мест (станций), расположенных по периметру (заливах, курьях). Методом полных паразитологических вскрытий (Догель, 1962; Быховская-Павловская, 1969) было исследовано 2400 экз. рыб, относящихся к 10 видам рыб. Отлов рыб осуществляли сетями (объем 30–60 мм) на глубинах от 1 до 20 м на станциях: Кораблик, Липовая, Няшевская, Штанная, Зимник. Для выяснения некоторых вопросов по экологии отдельных видов паразитов проводились специальные вскрытия тех органов, которые интенсивно заражены паразитами.

**Паразитологические исследования моллюсков.** На протяжении 1982–1991 гг. в заповеднике велись исследования по изучению беспозвоночных животных. Объектом исследования были и моллюски. В условиях заповедника роль пресноводных моллюсков в эпизоотологии трематодозов различных животных по настоящему время не выяснена. Не изучен и видовой состав личинок трематод в пресноводных моллюсках, не установлена роль моллюсков как промежуточных, дополнительных и резервируарных хозяев гельминтов. В заповеднике и сопредельных с ним территориях находится более 30 озер и 40 больших и малых рек. По данным гидробиологических исследований профессора О. А. Таусон (1940), в озерах заповедника обитает 63 вида моллюсков. Нами обследована только часть водоемов. Основные сборы были проведены на оз. Б. Миассово. Всего за время исследования было вскрыто 880 моллюсков, относящихся к 10 видам, из них: *Lymnaea stagnalis* – 150, *Galba palustris* – 150, *G. truncatula* – 100, *Radix ovata* – 100, *R. auricularia* – 80, *R. pereger* – 80, *Bithynia tentaculata* – 60, *Planorbis planorbis* – 60, *Coretus cornutus* – 60, *Anodonta cellensis* – 40.

Обнаружено 15 видов церкарий и форм трематод. Изучение морфологии церкариев, редий велось на живых объектах. В настоящей работе отражены только те церкарии, которые не

вызывали сомнения, в видовом отношении они морфологически близки к ранее описанным.

### Семейство Echinostomatidae

Церкария *Echinostoma revolutum* (Frohlich, 1802) Dietz, 1902.

Хозяин: *L. stagnalis*, *G. palustris*, *C. corneus*.

Место обнаружения: оз. Инышко, оз. Б. Таткуль, оз. Б. Миассово. Церкарии длиной 0.65–1.2 мм, шириной 0.32–0.42 мм. Хвост длиной 0.66–1.2 мм и шириной у основания 0.12–0.14 мм. Головной воротник 0.160–0.22 мм шириной, вооружен 37 остроконечными шипами по 5 на угловыхентральных лопастях. Ротовая присоска 0.070–0.088 × 0.079–0.089 мм, префаринкс 0.026–0.031 мм, глотка 0.041–0.044 × 0.028–0.040 мм. Пищевод длиной 0.22–0.30 мм, окружен двумя группами одноклеточных желез, ветви кишечника достигают уровня мочевого пузыря. Брюшная присоска крупнее ротовой, в диаметре 0.090–0.138 мм. Экскреторная система эхиностомного типа. Цистогенные железы сильно развиты. Церкарии развиваются в редиях размером тела 1.0–2.0 × 0.40–0.43 мм. Глотка 0.11–0.12 × 0.12–0.14 мм. Число церкарий 3–8. Метацеркарии чаще находятся в печени в виде цист 0.29–0.32 мм.

Церкария *Echinoparyphium recurvatum* (Linston, 1973).

Хозяин: *L. stagnalis*, *G. palustris*, *R. ovata*, *G. truncatula*.

Место обнаружения: оз. Б. Миассово, оз. М. Миассово, оз. Б. Таткуль, оз. Инышко. Церкарии имеют размеры 0.44–0.21 × 0.32–0.09 мм. Головной воротник снабжен 40–45 шипами, из которых большая часть 35–37 двумя рядами по его краям. Хвост без плавательной мембрани. Ротовая присоска диаметром 0.048–0.049 × 0.039–0.35 мм, префаринкс 0.022 мм, шаровидный фаринкс 0.031 мм, пищевод 0.10–0.12 мм, разветвляется на кишечные стволы у переднего края брюшной присоски. Размер брюшной присоски 0.088–0.050. Впереди брюшной присоски половая бурса.

### Семейство Notocotylidae

Церкария *Notocotylus attenuatus* (Rud, 1809).

Хозяин: *L. stagnalis*, *R. ovata*, *G. palustris*.

Место обнаружения: оз. Инышко, оз. М. Миассово, оз. Б. Миассово. Длина тела 0.40–0.50 мм, ширина 0.16–0.18 мм. Ротовая присоска размером 0.030–0.039 × 0.035–0.045 мм. Пищевод короткий 0.013–0.018 мм, кишечные стволы тянутся вдоль до уровня мочевого пузыря. Каналы выделительной системы образуют замкнутое кольцо. По бокам мочевого пузыря заметны зачатки

семенников 0.008–0.012 мм и яичника, более выраженного размером  $0.018\text{--}0.022 \times 0.028\text{--}0.035$  мм. Крупные церкарии имеют три пигментированных глазка 0.016–0.020 мм. Хвост длиннее тела – 0.40–0.64 мм. Церкарии развиваются в крупных редиях. Размеры тела  $1.30\text{--}1.54 \times 0.16$  мм. В редиях зрелых церкарий 1–3.

### Семейство Strigeidae

Церкария *Cotylurus cornutus* (Rud., 1808).

Хозяин: *R. ovata*, *Planorbus planorbis*, *L. stagnalis*.

Место обнаружения: оз. Инышко, оз. Б. Таткуль. Тело церкарий 0.145–0.159 мм длиной и 0.050 мм шириной. Оно покрыто мелкими шипиками, которые хорошо прослеживаются до уровня брюшной присоски. Брюшная присоска  $0.022\text{--}0.024 \times 0.026\text{--}0.029$  мм. Префаринкс короткий 0.003 мм, глотка 0.066–0.013 мм. Пищевод разветвляется на середине расстояния между глоткой и брюшной присоской. Желез проникновения две пары, расположены у переднего края брюшной присоски. Хвостовой стволик короче тела, достигает 0.9–0.12 мм длины и 0.020–0.026 мм ширины. Церкарии развиваются в колбасовидных, серого цвета споросцистах длиной 9.0–9.4 мм, шириной 0.24 мм.

### Семейство Diplostomatidae

Церкария *Tylocephalus clavatus* Nordmann, 1832.

Хозяин: *L. auricularia*.

Место обнаружения: оз. Тургояк, оз. Кысыкуль, оз. Б. Миассово. Церкарии средних размеров, длина тела превышает длину хвостового стволика. Передний орган грушевидной формы, на своей поверхности несет 7 рядов шипиков. Тегумент вооружен мелкими шипиками. Брюшная присоска вооружена шипиками (один ряд). Их число варьирует от 37 до 50. Пищеварительная система представлена короткой предглоткой, округлой глоткой и пищеводом. Слепые ветви кишечника идут до заднего конца тела. Они лирообразно выгнуты. Мочевой пузырь мешкообразной формы. Пять пар каудальных тел вытянутой формы расположены в хвостовом стволике. Длина тела личинки 0.174–0.207 мм, ширина 0.079–0.05 мм, длина хвостового стволика 0.17–0.20 мм, длина ветвей хвоста 0.15–0.17 мм. Передний орган 0.043–0.49 мм, диаметр брюшной присоски 0.023–0.025 мм, диаметр глотки 0.012 мм. Церкарии развиваются в длинных подвижных червеобразных спороцистах, имеющих длину 2.5–2.9 мм, ширину 0.150–0.175 мм и содержат от 15 до 30 сформированных церкарий.

Церкария *Diplostomum sp.*

Хозяин: *R. ovata*, *R. auricularis*, *L. stagnalis*.

Место обнаружения: оз. Б. Миассово. Длина тела церкария 0.19–0.21 мм, ширина 0.04–0.046 мм. Передний орган грушевидный, имеет 0.048–0.054 мм в длину; диаметр глотки 0.014–0.016 мм, брюшной присоски 0.030–0.032 мм. Префаринкс хорошо развит. Длина хвостового стволика 0.17–0.18 мм, ветвей хвоста 0.20 мм. Передний орган вооружен 9 рядами крючьев. Тело опоясано друг за другом на одинаковом расстоянии 11 рядами шипиков. Брюшная присоска вооружена двумя венчиками крючьев. Пищевод разветвляется перед брюшной присоской. Кишечные ветви, огибая присоску, сближаются позади нее. Глазков нет. Железы проникновения крупные. Имеется шесть мерцательных клеток. Чувствительные волоски имеются в числе 8–11 пар.

### Семейство *Plagiorchidae*

Церкария *Plagiorchis sp.*

Хозяин: *R. ovata*, *G. truncatula*, *L. stagnalis*.

Место обнаружения: оз. Б. Таткуль, оз. М. Миассово, оз. Б. Миассово, оз. Инышко. Церкарии мелкие, длиной 0.40–0.48, шириной 0.18–0.19 мм. Кутикула вооружена мелкими шипиками. Диаметр ротовой присоски 0.084–0.088 мм. Стилет 0.036 мм длиной, имеет расширенные боковые крылья. Брюшная присоска 0.064 мм в диаметре. Экскреторный пузырь мешкообразной формы. Имеются клетки проникновения. Длина хвоста 0.23 мм, ширина 0.030 мм, фаринкс 0.026–0.033 мм. Пищевод разветвляется перед брюшной присоской. Ветви кишечника почти достигают задней части тела. Церкарии развиваются в овальных спороцистах, достигающих длины 0.45–0.48 мм.

В результате проведенных исследований установлено, что в озерах заповедника 11 видов моллюсков служат промежуточными хозяевами эхиностоматид, стригеид, паразитирующих у птиц. В разных водоемах роль отдельных видов моллюсков как промежуточных хозяев неодинакова. В значительной степени церкариями заражены массовые широко распространенные виды моллюсков: *L. stagnalis*, *R. ovata*, *G. palustris*. Эктенсивность заражения моллюсков церкариями наблюдается в конце июня–июле.

### Паразиты рыб

Планомерные паразитологические исследования были начаты на оз. Б. Миассово с 1981 г. За летний период из 104 экз. исследованных рыб 5 видов (плотва, окунь, щука, линь, ерш) зараженными оказались 53 экз. (50.9 %). Простейшие отмечены у 4-х экз.

(3.8 %), локализация – жабры, глаза. Цестоды обнаружены у 23 экз. рыб (22.1%), локализация – полость тела, печень, кишечник. Трематоды отмечены у 28 экз. рыб (26.9 %), локализация – глаза, желудок, кишечник. Нематоды отмечены у 4 экз. рыб (3.8 %), локализация – глаза. Паразитические ракообразные отмечены у 10 экз. рыб (9.6 %), локализация – жабры. В 1982 г. было продолжено изучение паразитов рыб на оз. Б. Миассово. Отловлено 295 экз. рыб семи видов, из них заражено 180 экз. (табл. 52). Как и в 1981 г., ведущее место занимали трематоды – 15.5 %, цестоды – 14.5 % и ракообразные – 3.8 %. Анализ исследования рыб по годам показал, что к 1987 г. ведущее место также занимают трематоды – 77 %. Цестоды утратили занимаемое (условно) второе место и перешли на четвертое после моногеней (табл. 52, 53, 54). Как отмечает Б. И. Куперман (1992), уровень инвазии гидробионтов одними видами паразитов снижается, другими – возрастает, третьими – остается таким же, как и в чистых водоемах. При этом нарушаются биоценотические связи в озере, что приводит к снижению численности или выпадению высокочувствительных беспозвоночных животных, служащих промежуточными хозяевами паразитов. Значительно снизилась зараженность рыб простейшими, моногенями. Отмечено резкое падение численности цестод (*Triaenophorus nodulosus*, *Protheocephalus percae* и *Ligula intestinalis*), связанных в своем развитии с планктонными раками. Уровень инвазированности хищных рыб (щука, окунь, ерш) плероцеркоидами *T. nodulosus* резко снизился со времени предыдущих исследований (1981–1985, 1998 гг.). Одно из ведущих мест стали занимать паразитические ракообразные. У рыб одним из барьераных органов, стоящих на пути проникновения токсиканта, являются жабры, осуществляющие в организме основные функции дыхания и поддержания гомеостаза. Они одними из первых вступают в контакт с токсическим веществом. Среди загрязняющих агентов воды все большее внимание привлекают ионы тяжелых металлов, в том числе и  $Pb^{+2}$ , хорошо сохраняющийся в среде и высокотоксичный для гидробионтов, ПДК которого не должна превышать 0.1 мг/м. Известно (Метелев и др., 1971), что соединения свинца, хрома являются токсикантами локального действия, которые частично или полностью повреждают кожный и легочный эпителий пресноводных брюхоногих моллюсков, вызывая его слущивание и отторжение. Это проявляется в нарушении кожного и легочного дыхания моллюсков. Нами отмечено повышенное содержание тяжелых металлов в водных растениях озера (см. табл. 12), в рыbach и других гидробионтах (см. табл. 13).

Таблица 52

Заражение рыб озера Б. Миассово паразитическими животными в 1982 году (июнь–сентябрь)

Вид рыб	Исследовано	Заражено	Зараженность, %	Простейшие	Моногенеи	Цестоды	Трематоды	Нематоды	Ракообразные
Плотва	13	71	54.6	4 (5.63 %)	6 (8.4 %)	21 (29.5 %)	28 (39.4 %)	—	12 (16.9 %)
Окунь	69	60	86.9	2	5	14	26	1	12
Щука	31	28	90.3	1	3	6	10	—	8
Линь	10	9	90	—	1	—	6	—	2
Язь	5	5	100	—	1	—	2	—	2
Карась	4	4	100	—	—	2	1	—	1
Сиг	3	2	66.6	—	—	—	1	—	1
Итого:	295	180	61.0	6 (2.03 %)	16 (5.42 %)	43 (14.5 %)	46 (15.5 %)	1 (0.33 %)	38 (12.8 %)

Таблица 53

Заражение рыб оз. Б. Миассово паразитическими животными в 1986 году (июнь–сентябрь)

Вид рыб	Исследовано	Заражено	Зараженность, %	Простейшие	Моногенеи	Цестоды	Трематоды	Нематоды	Ракообразные
Плотва	91	74	81.3	6	12	4	45 (49.4 %)	1	5
Окунь	21	20	95	14	3	2	15 (71.4 %)	8	4
Щука	4	4	100	2	3	4	—	1	1
Линь	14	14	100	6	—	—	14 (100 %)	—	8
Карась	26	2	7.7	—	2	—	—	—	—
Язь	18	15	8.3	—	—	—	14 (77.7 %)	—	2
Ерш	16	16	100	—	—	—	16 (100 %)	—	—
Итого:	190	145	25.3	28	20	10	104 (54.7 %)	10	17

Кроме тяжелых металлов, в воде оз. Б. Миассово выявлены нитраты, нитриты, фосфорные соединения, явно указывающие на трофность озера. Заражение рыб отдельными группами гельминтов по годам также неравномерное (см. табл. 52, 53, 54, 55, 56). На основании вышеизложенного мы предполагаем, что гидрохимические, гидрологические и другие условия водоема оказывают в разные годы различное влияние не только на паразитофауну рыб оз. Б. Миассово, но в целом на биоту озера, что требует дальнейших исследований.

Наиболее широко распространены два вида – *D. spathaceum* и *D. paraspaphaceum*. Они обнаружены у 8 видов рыб. В распространении дипlostомид наблюдается очаговость, которая находится в прямой зависимости от гидрологических, гидрохимических особенностей и наличия в них всех звеньев жизненного цикла этих паразитов. В озере рыбы заражены дипlostомидами на 40–60 % при интенсивности инвазии 1–12 экз. Высокая зараженность рыб возбудителями дипlostомозов отмечена на всех указанных курьях озера. Приведенные фактические данные свидетельствуют о распространении возбудителей дипlostомозов рыб в озере, что связано, очевидно, с рыбами восприимчивыми к дипlostомозам (см. табл. 52, 53, 55, 57). Основная роль в передаче возбудителей дипlostомозов среди моллюсков принадлежит *Lymnaea stagnalis* и *Lymnaea pereger*. Однако зараженность их носит очаговый характер. Они скалываются в местах нереста и нагула рыб, создавая и поддерживая локальные очаги заражения последних. Локальные микроочаги дипlostомозов обнаружены на колонии обыкновенных серебристых чаек и речных крачек, где постоянно кормятся поганки и другие водоплавающие птицы.

В местах наибольшего скопления чаек зараженность моллюсков возбудителями дипlostомозов составляет 50–80 %. Если учесть, что зараженный одним мироцидием большой прудовик в течение своей жизни выделяет более 13 миллионов церкарий (Шигин, 1965), то можно представить напряженность существующих очагов дипlostомозов в озере. Своеобразный очаг дипlostомозов существует уже в течение многих лет на оз. Б. Миассово.

Кроме дипlostомид, на оз. Б. Миассово имел распространение лигулез рыб. Возбудитель *Ligula intestinalis* зарегистрирован у плотвы, серебряного и золотого карася. Общая зараженность рыб в восьмидесятые годы лигулезной инвазией составляла до 80 %, а интенсивность инвазии до 13 экз. в одной рыбе.

Таблица 54

Заражение рыб оз. Б. Миассово паразитическими животными в 1987 году (июнь–октябрь)

Вид рыб	Место исследо-вания	Исследо-вано	Заражено	Заражен-ность, %	Простей-шие	Моногенеи	Цесто-ды	Трема-тоды	Нема-тоды	Ракооб-разные
Щука	Оз. Б. Миассово	17	14	82.3	—	7	4	8	2	14
Плотва	То же	21	21	100	—	—	—	18	—	7
Окунь	“ “ -	20	20	100	—	—	1	20	—	16
Линь	“ “ -	21	20	95.2	—	1	2	14	1	20
Сиг	“ “ -	18	17	94.4	—	—	—	17	—	17
Итого:		97	77	79.38	—	8	7	77	3	74

Таблица 55

Заражение рыб паразитическими животными на оз. Б. Миассово в 1985 году (июнь–октябрь)

Название рыб	Исследо-вано	Заражено	Заражен-ность, %	Простей-шие	Моногенеи	Цестоды	Трематоды	Нематоды	Ракообраз-ные
Плотва	107	37	34.5	13	2	9	31	—	6
Окунь	71	59	83.0	—	2	4	54	1	16
Щука	20	18	90	—	2	6	6	—	13
Линь	20	12	60	2	—	—	12	2	10
Язь	20	8	40	—	—	—	8	—	—
Карась золотистый	10	2	20	—	—	—	—	2	—
Налим	1	1	100	—	—	—	1	—	1
Сиг	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого:	250	137	54.8	15 (6.0 %)	6 (2.4 %)	19 (7.6 %)	112 (44.8 %)	5 (2.0 %)	46 (18.4 %)

Таблица 56

Заражение рыб *E. sieboldi* на оз. Б. Миассово в 1981–87 гг. (май–октябрь)

Вид рыб	Общее количество исследованных	1981			1982			1983			1984			1985			1986			1987		
		И	3	3, %	И	3	3, %	И	3	3, %	И	3	3, %									
Плотва	403	29	1	3.1	181	9	4.9	20	1	5	28	1	3.5	57	6	10.5	68	4	5.8	20	7	35
Окунь	183	17	1	5.8	55	7	12.7	18	1	5.5	30	1	3.3	30	6	20	13	4	30.4	20	16	80
Щука	89	26	2	7.6	16	5	31.2	3	1	33.5	5	1	20	20	13	65	2	1	50	17	14	82.3
Линь	77	6	1	16.6	6	1	16.6	2	1	50	3	3	100	20	10	50	13	5	38.4	21	20	95.2
Сиг	19	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	50	18	17	94.4	
Ерш	3	2	2	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Карась	4	3	2	66.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: И – исследовано; З – заражено; З, % – зараженность, в %

Таблица 57

Заражение рыб озера Б. Миассово паразитическими животными в 1998 году (июль–сентябрь)

Вид рыб	Исследовано	Заражено	Зараженность, %	Простейшие	Моногенеи	Цестоиды	Трематоды	Нематоды	Ракообразные
Линь	20	15	75	2	2	-	5 (25 %)	-	6 (30 %)
Язь	20	13	65	-	2	-	6 (30 %)	-	6 (30 %)
Лещ	20	16	80	-	-	-	10 (50 %)	-	6 (30 %)
Сиг	10	7	70	-	-	-	3 (30 %)	-	4 (40 %)
Ерш	20	16	80	-	-	2	7 (35 %)	-	7 (35 %)
Итого:	150	118	78.6	3 (2.0 %)	8 (5.3 %)	8 (5.3 %)	50 (33.3 %)	-	49 (32.6 %)

За 1981–87 гг. собран дополнительный материал, наиболее полно характеризующий популяцию *E. Sieboldi* на оз. Б. Миассово (см. табл. 56). Было подвержено исследованию семь видов рыб – 778 экз. разных возрастов и с разных мест водоема. Плотвы добыто и исследовано 403 экз., окуня – 183, щук – 89, линя – 79, сига – 19, ерша – 3, карася серебристого – 4. Процент заражения рыб эргазилюсом по годам составил: в 1981 г. – 7.5 %, 1982 г. – 9 %, 1983 г. – 9.3 %, 1984 г. – 9 %, 1985 г. – 27.5 %, 1986 г. – 14.2 %, 1987 г. – 76 %. Наибольшую интенсивность зараженности рыб раками отмечали у щуки (1–62 экз.), окуня (1–47 экз.), линя (1–30 экз.). Зараженность окуня, линя, щуки, сига была наибольшей, в отличие от молоди рыб, которая практически была свободной от эргазилюса. Окунь в озере заражен эргазилюсом в 1981 г. на 5.8 %, 1982 г. – 12.7 %, 1983 г. – 5.5 %, 1984 г. – 3.3 %, 1985 г. – 20 %, 1986 г. – 30.7 %, 1987 г. – 80 %. Щука была заражена в 1981 г. на 7.6 %, 1982 г. – 31.2 %, 1983 г. – 33.6 %, 1984 г. – 20 %, 1985 г. – 65 %, 1986 г. – 50 %, 1987 г. – 82.3 %. Линь был заражен в 1981 г. на 16.6 %, 1982 г. – 16.6 %, 1985 г. – 50 %, 1986 г. – 38.4 %, 1987 г. – 95.2 %.

Многолетние паразитологические исследования показали, что жаберные раки, отмеченные ранее у таких рыб, как окунь, щука, линь, плотва в небольших количествах для 1981–84 гг., в настоящее время начинают широко распространяться среди рыб в водоеме.

Всего у рыб оз. Б. Миассово обнаружено 66 видов паразитов. Из них 25 видов составляют виды с прямым циклом развития. В составе паразитов рыб представлены: микроспоридии – 9, инфузории – 14, моногенеи – 11, цестоды – 6, trematodes – 22, нематоды – 2, акантоцефалы – 1, ракообразные – 2 видами. Приведенные исследования показали, что для рыб озера характерен высокий процент заражения не только простейшими, но и личинками trematod, а также паразитическими ракообразными. У рыбами не были обнаружены скребни (за исключением *Neoechinorhynchus rutili*, обнаруженный у плотвы) и некоторые виды нематод. Установлена возрастная динамика зараженности окуней *Trichaeoporphorus nodulosus*. Так, у рыб в возрасте 2–5 лет (длина тела 8.0–15.0 см) доля зараженных особей составила 40 %, тогда как у окуней старших возрастных групп (5–7 лет – 15.0–20.0 см) данный показатель составил 15 %. Также отмечено уменьшение зараженности плотвы лигулами у старших возрастных групп (18–23 см) до 10 % на 1995–96 гг. Среди паразитов есть также виды, которые встречаются у большинства рыб. К ним относятся:

жаберный ракок *Ergasilus sieboldi*, а также глазной паразит *Diplostomum spathaceum*. Из органов рыб сравнительно сильно заражены глаза. Ерш заражен глазными паразитами на 35 %, чебак – 40 %, окунь – 25 %. Три группы паразитов образуют фауну жабр: миксоспоридии, моногенетические сосальщики и ракообразные. К числу широко распространенных паразитов Б. Миассово принадлежит жаберный сосальщик *Ergasilus sieboldi*. Он обнаружен у большинства видов рыб. Особенно часто встречается у щуки (90 %), у линя (92 %). Состав паразитофауны несколько варьирует по годам в части паразитов более редких.

**Плотва.** В плотве оз. Б. Миассово отмечено 28 видов паразитов (простейших – 8, моногенеи – 7, трематоды – 6, ленточные черви – 2, нематоды – 2, акантоцефал – 1, ракообразные – 1. Преобладают виды с прямым циклом развития. Наиболее интенсивно плотва заражена трематодами и лигулами. Динамика зараженности плотвы диплостомидами отражена в табл. 52, 53, 55, 57. Экстенсивность инвазии плотвы лигулой в 1981–82 гг. в 2 раза выше по сравнению с 1998 г. Лигулы в настоящее время отмечены в мелкоразмерной плотве (10–13 см). В крупной плотве (16–23 см) лигулы регистрируются редко.

В результате планомерных исследований сеголеток и взрослых особей плотвы с шести разных станций озера было установлено, что зараженность молоди плотвы *Ligula intestinalis* приурочена к участкам прибрежной мелководной зоны.

**Окунь.** В окуне оз. Б. Миассово отмечено 23 вида паразитов: простейшие – 6, моногенеи – 2, трематоды – 7, ленточные черви – 4, нематоды – 2, ракообразные – 1. Преобладают виды с прямым циклом развития. Около половины всех исследованных окуней заражены трематодами, метацеркариями стригеид. Инвазия окуней трематодой *Bunodera lucipercae* увеличивается к концу лета. Глазные паразиты представлены *Tylodelphys clavata*, *Tylodelphys podicipina*, *Diplostomum baeri*, *Cotylurus pileatus*. Единично встречается ленточный паразит *Diphyllobothrium latum*. Кишечные паразиты – трематоды, цестоды – не являются эпизотической угрозой для окуня. Процент заражения составляет 5.3–8.0 %. Широко представлены жаберные паразиты *Apiosoma compressulata*, *Chilodonella cyprini*, *Epistylis lwoffi*, *Trichodinella percarum*, *Aneyrocephalus percae*, *Ergasilus sieboldi*. В настоящее время окунь подвержен инвазии такими видами, как *Ergasilus sieboldi*, *Diplostomum baeri*, *Tylodelphys clavata*, *Tylodelphys podicipina* (см. табл. 57). Не исключены локальные вспышки инвазий таких видов, как

*Aplosoma complanulata*, *Chilodonella cyprini*, *Trichodinella percarum* и других при наличии плотных популяций окуней.

**Щука.** В щуке оз. Б. Миассово отмечено 17 видов паразитов. Количество жаберных паразитов составляет 8 видов. Учитывая низкую численность щуки, эпизоотическая угроза может быть только локального характера. Ленточные паразиты представлены двумя видами, из которых *Triaenophorus nodulosus* чаще встречается, чем *Diphyllobothrium latum*. Щука подвержена экстенсивному заражению жаберным паразитом *Ergasilus sieboldi* и глазными паразитами *Diplostomum commutatum* и *Tylodelphys clavata* (см. табл. 56). Паразитические простейшие из группы (*p. Aplosoma*) и миксоспоридии (*p. Henneguna*) встречаются у отдельных экземпляров рыб с незначительной интенсивностью инвазии (1–3 экз.).

**Сиг.** В оз. Б. Миассово у сига зарегистрировано 5 видов паразитов. В связи с низкой численностью сига в озере набор паразитов у вселенца ограничен. Необходимо отметить кишечно-го паразита *Sphaerostoma glabiporum*. Сиг подвержен заражению жаберным паразитом *Ergasilus briani* и глазными паразитами *Diplostomum spathaceum* и *Tylodelphys clavata*. Можно предположить, что видовой набор паразитов будет меняться.

Что касается других видов рыб – линь, язь, лещ, налим – необходимо отметить низкую численность видового состава паразитов. Среди паразитов ведущее место занимают глазные *Diplostomum commutatum*, *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata* и жаберные паразитические ракообразные *Ergasilus sieboldi*. Необходимо также отметить численный рост паразитов ерша, который может увеличиться в видовом составе при возрастании численности ерша и других хищных рыб.

### Систематический список паразитов рыб оз. Б. Миассово

#### **Класс Cnidosporidia Doflein, 1901**

#### **Сем. Myxididae Thelohan, 1892**

*Myxidium liberkuhni* Butschli, 1882 – щука (мочевой пузырь)

*Myxidium rhoidei* Leger, 1905 – плотва (почки)

*Zschokkella nova* Klokavceva, 1914 – золотой карась, язь (желчный пузырь)

#### **Сем. Sphaerosporidae, Davis, 1917**

*Sphaerospora cristata* Schulman, 1962 – налим (почки, мочевой пузырь)

**Сем. Myxobolidae Thelohan, 1892**

*Myxobolus pseudodispar* Gorbunova, 1936 – плотва (мышцы)

*Myxobolus dispar* Thelohan, 1895 – плотва (жабры)

*Myxobolus mulleri* Butschli, 1802 – плотва (мышцы)

*Myxobolus ellipsoides* Thelohan, 1892 – линь (жабры, мускулатура)

*Henneguya psorospermica* Thelohan, 1895 – щука (жабры)

**Класс Plasmosporidia Sprague, 1965**

**Сем. Haplosporidia Caulleryet et Mesnil, 1899**

*Dermocystidium percae* Reichenbach-Klinke, 1950 – окунь (плавник)

**Класс Ciliata Perty, 1852**

**Сем. Chlamydodontidae Claus, 1874**

*Chilodonella cyprini* Moroff, 1902 – окунь, налим (жабры)

**Класс Plasmosporidia Sprague, 1965**

**Сем. Ophryoglenidae Kent, 1872**

*Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 – ерш, плотва, щука (поверхность тела, жабры)

**Сем. Urceolariidae Stein, 1867**

*Tripartiella copiosa* (Lom, 1959) – плотва (жабры)

*Trichodina domerguei f.esocis* Lom, 1961 – щука (поверхность тела)

*Trichodina urinaria* Dogiel, 1940 – окунь (мочевой пузырь)

*Trichodina carassii* (Dogiel, 1940) – окунь, ерш, линь, плотва (поверхность тела)

*Trichodinella epizootica* (Raabe, 1950) – щука, ерш (жабры)

*Trichodinella percarum* (Dogiel, 1940) Kostenko, 1969 – окунь (жабры)

**Сем. Scyphididae Kahl, 1935**

*Aplosoma companulata* Timofeev, 1962 – окунь, ерш (поверхность тела, жабры)

*Aplosoma piscicola* Blanchard, 1885 – плотва (поверхность тела, жабры)

*Aplosoma megamicronucleata* Timofeev, 1962 – щука (жабры)

*Aplosoma esocina* Lubarskaja, 1968 – щука (жабры)

*Epistylis lwoffii* Faure-Eremiet, 1943 – ерш, окунь, щука (поверхность тела, жабры)

**Класс Suctoria Claparede et Lachmann, 1858**

**Сем. Dendrosomidae Butschli, 1889**

*Trichophrya intermedia* Prost, 1952 – щука (жабры)

**Класс Monogenoidea (Buneden) Bychowsky, 1937**

**Сем. Monogenoidea**

*Dactylogyrus crucifer* Wagener, 1957 – плотва (жабры)

*Dactylogyrus nanus* Dogiel et Bychowsky, 1934 – плотва (жабры)

*Dactylogyrus similis* (Wagener, 1909) – плотва (жабры)  
*Dactylogyrus sphyrna* Linstov, 1878 – плотва (един. экз. на жабрах)  
*Dactylogyrus vistulae* Prost, 1967 – плотва (жабры)  
*Ancyrocephalus percae* Ergens, 1966 – окунь (жабры)

**Сем. Tetraonchidae Bychowsky, 1937**

*Tetraonchus monenteron* Diesing, 1858 – щука (жабры)

**Сем. Gyrodactylidae (Beneden et Hesse, 1863, Cobbolt, 1964)**

*Gyrodactylus lucii* Kulakowskaja, 1952 – щука (поверхность тела)  
*Gyrodactylus magnificus* Malmberg, 1956 – плотва (поверхность тела)

**Сем. Discocotylidae Price, 1936**

*Diplozoon homaion* Bychowsky et Nagibina, 1959 – плотва (жабры)

**Класс Cestoidea Rudolphy, 1808**

**Сем. Caryophyllaeidae Leuckart, 1878**

*Caryophyllaeides fennica* (Schleider, 1902) – плотва (кишечник)

**Сем. Triaenophoridae Loennberg, 1889**

*Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) – окунь (печень); щука, ерш (кишечник)

**Сем. Diphyllobothriidae Luhe, 1910**

*Diphyllobothrium latum* (Luhe, 1758) – окунь, щука (мускулатура, органы полости тела)

**Сем. Ligulidae Claus, 1885, emend Dubinin, 1959**

*Ligula intestinalis* (Linstow, 1758) – плотва, карась, лещ (полость тела)

**Сем. Proteocephalidae La Rue, 1911**

*Proteocephalus dubius* La Rue, 1911 – окунь (кишечник)

*Proteocephalus percae* (Muller, 1780) – окунь (кишечник)

**Класс Trematoda Rud, 1808**

**Сем. Bucephalidae Poche, 1907**

*Rhipidocotyle illense* (Ziegler, 1883) – плотва (мускулатура, жабры)

**Сем. Allocreadiidae Stossich, 1904**

*Sphaerostoma glabiporum* (Rud, 1802) – плотва (кишечник)

*Bunodera luciopercae* (Muller, 1776) – окунь, линь (кишечник)

**Сем. Echinostomatidae Laoss, 1902**

*Eschinochasmus coaxatus* Dietz, 1909 – плотва (плавники, плавательный пузырь)

**Сем. Diplostomatidae Poirier, 1886**

*Diplostomum spathaceum* (Rud, 1819) – плотва, ерш (хрусталик)

*Diplostomum paraspithaceum* Schigin, 1965 – налим (хрусталик)

*Diplostomum flexicaudum* (Cort et Brooks, 1928) – плотва (хрусталик)

*Diplostomum indistinctum* (Guberlet, 1923) – плотва, ерш (хрусталик)

*Diplostomum commutatum* (Diesing, 1850) – плотва, щука, линь, язь (хрусталик)

*Diplostomum mergi* Dubois, 1932 – карась (хрусталик)

*Diplostomum baeri* Dubois, 1937 – окунь (донная часть глаз)

*Tylo delphys clavata* (Nordmann, 1832) – плотва, окунь, щука, налим, ерш (стекловидное тело глаз)

*Tylo delphys podicipina* Kozicka et Niwiadomska, 1960 – окунь (стекловидное тело передней камеры глаза)

*Posthodiplostomum brevicaudatum* (Nordmann, 1832) – окунь (стекловидное тело, пигментный слой глаз)

**Сем. Azygidae Odhner, 1911**

*Azygia lucii* (Muller), 1976 – щука (кишечник)

**Сем. Allocreadiidae Stossich, 1904**

*Allocreadium transversale* (Rud, 1802) – карась (кишечник)

*Bunoderia luciopercae* (Muller, 1776) – окунь, лещ (кишечник)

*Sphaerostoma glabiporum* (Rud, 1802) – сиг (кишечник)

**Сем. Strigeidae Railliet, 1919**

*Cotylurus pileatus* (Rud, 1802) – окунь, ерш (сердце, почки)

*Cotylurus variegatus* (Creplin, 1825) – окунь (почки)

**Сем. Cyathocotylidae Poche, 1925**

*Prohemistomum hughesi* (Markevitsch, 1934) – плотва (мускулатура)

**Класс Nematoda Rudolphi, 1828**

**Сем. Anisakidae Skrjabin et Karokhin, 1945**

*Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) – окунь, плотва (личинки)

**Сем. Camallanidae Railliet, et Henry, 1915**

*Camallanus lacustris* (Zoega), 1776 – окунь (кишечник)

**Сем. Capillariidae Noven-Lemaire, 1936**

*Capillaria bravispicula* (Linstow, 1873) – линь, плотва (кишечник)

**Класс Acanthocephala (Rud, 1808)**

**Сем. Neoechinorhynchidae van Cleave, 1919**

*Neoechinorhynchus rutili* (Muller, 1780) – плотва (кишечник)

**Класс Crustacea J. Lamarck, 1801**

**Сем. Ergasilidae, Thorell, 1859**

*Ergasilus sieboldi* (Nordmann, 1832) – линь, окунь, ерш, щука, плотва (жабры)

*Ergasilus briani* (Markewitsch, 1932) – язь (жабры)

**Сем. Argulidae (Linne, 1758)**

*Argulus foliaceus* (Linne, 1758) – плотва, карась (кожа, жабры)

## **Общий список видов, локализация паразитов рыб оз. Б. Миассово**

1. *Allocreadium transversale* – кишечник
2. *Aneyrocephalus percae* – жабры
3. *Apiosoma companulata* – жабры, плавники
4. *Apiosoma esocina* – жабры
5. *Apiosoma megamicronucleata* – жабры
6. *Apiosoma piscicola* – жабры
7. *Argulus foliaceus* – жабры
8. *Azygia lucii* – кишечник
9. *Bunodera luciopercae* – кишечник
10. *Camallanus lacustris* – кишечник
11. *Capillaria bravispicula* – кишечник
12. *Caryophyllaeides fennica* – кишечник
13. *Chilodonella cyprini* – жабры
14. *Cotylurus pileatus* – почки
15. *Cotylurus variegatus* – почки, плавательный пузырь
16. *Dactylogyrus erucifer* – жабры
17. *Dactylogyrus nanus* – жабры
18. *Dactylogyrus similis* – жабры
19. *Dactylogyrus sphyrina* – жабры
20. *Dactylogyrus vistulae* – жабры
21. *Dermocystidium percae* – плавник
22. *Diphyllobothrium latum* – полость тела
23. *Diplostomum baeri* – донная часть глаз
24. *Diplostomum commutatum* – хрусталик
25. *Diplostomum flexicaudum* – хрусталик
26. *Diplostomum indistinctum* – хрусталик
27. *Diplostomum mergi* – хрусталик
28. *Diplostomum paraspaghaceum* – хрусталик
29. *Diplostomum spathaceum* – хрусталик
30. *Diplozoon homaion* – жабры
31. *Epistylis lwoffii* – жабры, плавники
32. *Ergasilus briani* – жабры
33. *Ergasilus sieboldi* – жабры
34. *Eschinochasmus coaxatus* – плавательный пузырь
35. *Gyrodactylis magnificus* – поверхность тела
36. *Gyrodactylus lucii* – поверхность тела
37. *Henneguya psorospermica* – жабры
38. *Ichthyophthirius multifiliis* – жабры
39. *Ligula intestinalis* – полость тела
40. *Myxidium lieberkuhni* – мочевой пузырь

41. *Myxidium rhodei* – почки
42. *Myxobolus dispar* – жабры
43. *Myxobolus ellipsoides* – мускулатура
44. *Myxobolus mulleri* – жабры, почки
45. *Myxobolus pseudodispar* – жабры
46. *Neoechinorhynchus rutili* – кишечник
47. *Posthodiplostomum brevicaudatum* – стекловидное тело
48. *Prohemistomum hughesi* – мускулатура
49. *Proteocephalus dubius* – кишечник
50. *Proteocephalus percae* – кишечник
51. *Raphidascaris acus* – кишечник
52. *Rhipidocotyle illense* – мускулатура, жабры
53. *Sphaerospora cristata* – почки
54. *Sphaerostoma glabiporum* – кишечник
55. *Tetraonchus monenteron* – жабры
56. *Triaenophorus nodulosus* – кишечник
57. *Trichodina carassii* – поверхность тела
58. *Trichodina urinaria* – мочевой пузырь
59. *Trichodinella epizootica* – жабры
60. *Trichodinella percarum* – жабры
61. *Trichophrya intermedia* – жабры
62. *Trichodina domerguei fesociis* – полость тела
63. *Tripartiella copiosa* – жабры
64. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело
65. *Tylodelphys podicipina* – глазное яблоко
66. *Zschokkella nova* – желчный пузырь

### **Видовой состав, локализация**

#### **Плотва**

1. *Aplosoma piscicola* – жабры
2. *Argulus foliaceus* – жабры
3. *Capillaria brevispicula* – кишечник
4. *Caryophyllaeides fennica* – кишечник
5. *Dactylogyrus erucifer* – жабры
6. *Dactylogyrus nanus* – жабры
7. *Dactylogyrus similis* – жабры
8. *Dactylogyrus sphyraea* – жабры
9. *Dactylogyrus vistulae* – жабры
10. *Diplostomum commutatum* – хрусталик

11. *Diplostomum flexicaudum* – хрусталик
12. *Diplostomum indistinctum* – хрусталик
13. *Diplostomum spathaceum* – хрусталик
14. *Diplozoon homaion* – жабры
15. *Ergasilus sieboldi* – жабры
16. *Eschinochasmus coaxatus* – плавательный пузырь
17. *Gyrodactylis magnificus* – поверхность тела
18. *Ichthyophthirius multifiliis* – жабры
19. *Ligula intestinalis* – полость тела
20. *Myxidium rhodei* – почки
21. *Myxobolus dispar* – жабры
22. *Myxobolus mulleri* – жабры, почки
23. *Myxobolus pseudodispar* – жабры
24. *Neoechinorhynchus rutili* – кишечник
25. *Prohemistomum hughesi* – мускулатура
26. *Rhipidocotyle illense* – мускулатура, жабры
27. *Tripartiella copiosa* – жабры
28. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело

### **Окуни**

1. *Ancyrocephalus percae* – жабры
2. *Aplosoma complanulata* – жабры, плавники
3. *Bunoderia luciopercae* – кишечник
4. *Camallanus lacustris* – кишечник
5. *Chilodonella cyprini* – жабры
6. *Cotylurus pileatus* – почки
7. *Cotylurus variegatus* – почки, плавательный пузырь
8. *Dermocystidium percae* – плавник
9. *Diphyllothorium latum* – полость тела
10. *Diplostomum baeri* – донная часть глаз
11. *Diplostomum spathaceum* – хрусталик
12. *Epistylis lwoffi* – жабры, плавники
13. *Ergasilus sieboldi* – жабры
14. *Gyrodactylus lucii* – поверхность тела
15. *Posthodiplostomum brevicaudatum* – стекловидное тело
16. *Proteocephalus dubius* – кишечник
17. *Proteocephalus percae* – кишечник
18. *Raphidascaris acus* – кишечник
19. *Triaenophorus nodulosus* – печень
20. *Trichodina urinaria* – мочевой пузырь
21. *Trichodinella percarum* – жабры

22. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело
23. *Tylodelphys podicipina* – глазное яблоко

### ***Щука***

1. *Aplosoma esocina* – жабры
2. *Aplosoma megamicronucleata* – жабры
3. *Azygia lucii* – кишечник
4. *Diphyllobothrium latum* – полость тела
5. *Diplostomum commutatum* – хрусталик
6. *Epistylis lwoffi* – плавательный пузырь, жабры
7. *Ergasilus sieboldi* – жабры
8. *Gyrodactylus lucii* – поверхность тела
9. *Henneguya psorospermica* – жабры
10. *Ichthyophthirius multifiliis* – жабры
11. *Myxidium lieberkuhni* – мочевой пузырь
12. *Tetraonchus monenteron* – жабры
13. *Triaenophorus nodulosus* – кишечник
14. *Trichodinella epizootica* – жабры
15. *Trichophrya intermedia* – жабры
16. *Tricchodina domerguei fesocis* – полость тела
17. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело

### ***Линь***

1. *Bunodera lucipercae* – кишечник
2. *Capillaria bravispicula* – кишечник
3. *Diplostomum commutatum* – хрусталик
4. *Ergasilus sieboldi* – жабры
5. *Myxobolus ellipsoides* – мускулатура
6. *Trichodina carassii* – поверхность тела

### ***Ерш***

1. *Aplosoma complanulata* – поверхность тела, жабры
2. *Camallanus lacustris* – кишечник
3. *Diplostomum spathaceum* – хрусталик
4. *Ergasilus sieboldi* – жабры
5. *Ichthyophthirius multifiliis* – поверхность тела
6. *Triaenophorus nodulosus* – печень, полость тела
7. *Trichodina carassii* – поверхность тела
8. *Trichodinella epizootica* – жабры
9. *Trichophrya intermedia* – жабры
10. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело, глаз

### **Лещ**

1. *Bunoderma luciopercae* – кишечник
2. *Diplostomum paraspaghaceum* – хрусталик
3. *Ergasilus sieboldi* – жабры
4. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело

### **Язь**

1. *Diplostomum commutatum* – хрусталик
2. *Diplostomum spathaceum* – хрусталик
3. *Ergasilus briani* – жабры
4. *Zschokkella nova* – желчный пузырь

### **Сиг чудской**

1. *Diplostomum spathaceum* – хрусталик
2. *Ergasilus briani* – жабры
3. *Ergasilus sieboldi* – жабры
4. *Sphaerostoma glabiporum* – кишечник
5. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело

### **Налим**

1. *Allocreadium transversale* – кишечник
2. *Apiosoma megamicronucleata* – жабры
3. *Chilodonella cyprini* – жабры
4. *Sphaerospora cristata* – почки
5. *Trichodinella epizootica* – жабры
6. *Tylodelphys clavata* – стекловидное тело

### **Золотой карась**

1. *Allocreadium transversale* – кишечник
2. *Argulus foliaceus* – жабры
3. *Diplostomum flexicaudum* – хрусталик
4. *Diplostomum mergi* – хрусталик
5. *Ergasilus sieboldi* – жабры
6. *Ligula intestinalis* – полость тела
7. *Prohemistomum hughesi* – мускулатура
8. *Zschokkella nova* – желчный пузырь

## **Эколого-фаунистический анализ и эпизоотическая обстановка**

Материалы по паразитофауне плотвы, окуня, щуки, линя, сига, ерша, леща, язя и карася оз. Б. Миассово, приведенные на-

ми, дают представление об общем характере заражения паразитами рыб на протяжении 18 весенне-летних сезонов. Паразиты с прямым жизненным циклом не составляют обилия видов. Наиболее массовая группа со сложным жизненным циклом – трематоды (диплостомиды, стрегейды), развитие которых связано с моллюсками и рыбоядными птицами. Резких межгодовых колебаний состава и численности паразитов в озере не наблюдается.

У акклиматизированных видов рыб: сига чудского, леща – состав паразитофауны малочисленный (5 видов), так как в озере ранее отсутствовали сиговые и их специфичные паразиты. Паразитофауна рыб-аборигенов представлена широко распространенными видами, характерными для окуня, плотвы, щуки. Наиболее разнообразна паразитофауна плотвы (28 видов), окуня (23 вида) и щуки (17 видов). Общей особенностью паразитофауны рыб оз. Б. Миассово является почти отсутствие паразитов таких систематических групп, как скребни (1 вид) и малочисленность нематод (2 вида). Подобное обеднение фауны отмечали В. А. Захваткин, М. А. Ажеганова (1940), В. В. Кашковский и др. (1974).

В результате исследования выделены патогенные паразиты рыб – триходины, диплостомиды, паразитические ракообразные (*Ergasilus sieboldi*, *E. briani*), они имеют эпизоотическое значение как для аборигенных рыб, так и для рыб-вселенцев. Для молоди сиговых, леща и других рыб определенную эпизоотическую опасность представляют паразитические ракообразные *Ergasilus sieboldi*, *E. briani*. Их интенсивное размножение может вызвать болезнь эргазилез. Для плотвы эпизоотическое значение имеет *L. intestinalis*, для окуня – *T. nodulosus*.

В отношении карповых рыб привлекает внимание разнобразие популяций дактилогирид (*Dactylogyrus crucifer*, *D. nanus*, *D. similis*, *D. sphyryna*).

Особенно опасным для рыб по интенсивности заражения являются глазные паразиты (*Diplostomum spathaceum*, *D. paraspatheraceum*, *D. commutatum*, *D. baeri*, *Tylodelphys podicipina*, *Postthodiplostomum brevicatulum*). Из остальных органов рыб более других заражены жабры. Характерно, что три группы паразитов образуют фауну жабр: миксоспоридии, моногенетические сосальщики и ракообразные.

Полученные данные показывают, что ряд видов паразитов может служить показателем антропогенного загрязнения. При этом наиболее объективными биоиндикаторами должны быть виды паразитов, высокоустойчивые к токсическому воздействию (Куперман, 1992). К ним относятся *Diplozoon homion* из моноге-

ней и *Caryophyllaeus laticeps* из цестод. Более чувствительные к загрязнению простейшие, пиявки и некоторые моногенеи (*Ancyloroecephalus percae*, *Dactylogyrus crucifer*, *D. natus*, *D. similis*, *Myxobolus pseudodispar*, *M. musculi*, *M. ellipsoïdes* и другие). Исследования Е. А. Богдановой (1991) показали, что ихтиопаразиты разных систематических групп отличаются определенной чувствительностью к многофакторному загрязнению.

В результате многолетних исследований в оз. Б. Миассово установлена паразитофауна для 10 видов рыб. Выявлено многообразие паразитов, принадлежащих к шести классам. Анализ исследований показал, что с 1985 г. по настоящее время ведущее место по видовому разнообразию и по встречаемости в паразитофауне рыб занимают трематоды. Выявлены локальные очаги заражения рыб трематодами и расселение паразитических ракообразных среди рыб в оз. Б. Миассово. Установлены затухающие очаги триенофороза, лигулеза. Проведенные исследования показали существенную разницу в зараженности паразитами сига, щуки, линя, леща, плотвы (см. табл. 52–57). Сезонные изменения зараженности рыб цестодами во многом определяются характером питания и пищевыми связями рыб в разные сезоны года. В отличие от оз. М. Миассово о паразитах рыб оз. Б. Миассово до последнего времени ничего не было известно. К настоящему времени у рыб оз. Б. Миассово отмечено 66 видов паразитов, а также обнаружено в моллюсках 15 новых для заповедника церкарий (форм) трематод.

Полное выявление ихтиопаразитофауны оз. Б. Миассово затруднено тем, что такие виды рыб, как щиповка, верховка, ротан, пескарь встречались редко и не подлежали паразитологическому анализу.

## **ГЛАВА 10. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА**

В оценке экологического состояния озера можно выделить следующие основные компоненты.

Во-первых, это эвтрофирование, то есть рост биопродуктивности озера в ходе естественной эволюции, ускоряемый хозяйственной деятельностью человека на берегах и водосборе. Главным «ускорителем» служит сток, приносящий в озеро соединения фосфора и азота. Скорость антропогенного эвтрофирования намного выше, чем естественного и измеряется не тысячелетиями, а десятками лет или годами, вследствие чего оно представляет особую опасность для водоема.

Во-вторых, это качество воды – ее питьевые и рекреационные свойства. Качество воды оценивается методами химического анализа и с помощью ряда гидробиологических характеристик, которые в настоящее время принято считать более показательными (Андроникова, 1988; Изменение структуры..., 1988; Крючкова, 1987; Теоретические вопросы..., 1993 и др.).

В-третьих, это рыбохозяйственная оценка, которая в условиях заповедного режима имеет лишь научное значение.

### **Антропогенное эвтрофирование**

Рост биопродуктивности озера – эвтрофирование – сопровождается уменьшением прозрачности, ростом дефицита кислорода, «цветением» воды, накоплением органического вещества в воде и осадках (Восстановление экосистем..., 1994). При этом снижается качество воды.

Уровень эвтрофирования оз. Б. Миассово определен с помощью разных гидробиологических показателей по комплексной оценочной шкале (Оксюк и др., 1993).

### **Гидрофизические и гидрохимические показатели эвтрофирования**

**Прозрачность воды.** Прозрачность озера Б. Миассово большую часть безледного периода колеблется в пределах 3–5 м и лишь незадолго до ледостава повышается до 6.5 м (см. гл. 2).

Расчет индекса трофического статуса Карлсона (TSI) по прозрачности воды дал среднегодовую величину  $TSI = 38$ , что соответствует типичной мезотрофии. Весной и летом, в периоды массового развития фитопланктона (см. гл. 4), а также в заливах уровень продуктивности, как правило, несколько выше –  $TSI = 44–45$ , но остается в пределах мезотрофии. Поздней осенью с ростом прозрачности воды трофический статус снижается до 33, т. е. до олигомезотрофности.

**Концентрация хлорофилла.** Данные по концентрации в воде хлорофилла «а» (см. гл. 4) позволяют дать предварительную (из-за малого числа наблюдений) оценку трофического статуса по этому показателю. Вычисления по формуле, предложенной В. В. Бульон (1987) дали величину TSI от 48 до 58, что соответствует водоемам мезотрофного типа.

**Растворенный кислород, окисляемость, биологическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>).** Среднегодовая величина насыщения верхних слоев воды кислородом составляет 89–99 % (гл. 3), что указывает на колебания трофического статуса в пределах от мезотрофного до олигомезотрофного (Оксинюк и др., 1993). Данные по перманганатной окисляемости соответствуют мезоэвтрофному уровню. Биологическое потребление кислорода, согласно сведениям С. Г. Захарова (Летопись природы..., 1996), менялось от 1.8 до 7.2 мгО<sub>2</sub>/л в 1995 г. (среднее – 3.3) и от 1.2 до 3.5 мгО<sub>2</sub>/л (среднее – 1.2) в 1996 г. Это соответствует эвтрофным условиям в 1995 г. и мезотрофным в 1996 г.

**Концентрация биогенных элементов.** По данным 1999 г. концентрация растворенных фосфатов колебалась в пределах от 0.03 до 0.13 мг/л и в среднем за период наблюдений составила 0.05 мг/л, что характерно для мезоэвтрофных вод. Как показано в главе 3, основным источником фосфора в оз. Б. Миассово могут служить донные отложения, т.е. происхождение растворенного фосфора автохтонное, поступление с водосбора и окружающих элементов Кисегач-Миассовской озерной системы вероятно, незначительное. Окончательные выводы требуют дополнительных исследований.

Содержание в воде нитратов и нитритов как правило, выше в заливах (гл. 3) и в целом находится на среднем уровне – мезотрофности в основном плесе и мезоэвтрофности – в крупных заливах.

**Итоговая оценка.** Несмотря на естественные межгодовые и сезонные колебания, а также недостаточный объем материала по некоторым показателям, гидрофизические и гидрохимические характеристики дают ясное представление об озере Б. Миассово,

как о типичном мезотрофном водоеме. В тех случаях, когда в нашем распоряжении имеются сведения 40–60-летней давности (Бондаренко, 1938; Таусон, 1940), сравнение с ними показывает отсутствие каких-либо существенных изменений уровня продуктивности за этот период. Следует отметить, что в крупных заливах по некоторым показателям отмечается более высокий уровень продуктивности, соответствующий мезоэвтрофным и даже эвтрофным условиям.

### Биологические показатели эвтрофирования

**Фитопланктон.** Общее увеличение численности и биомассы фитопланктона говорит о нарастающем эвтрофировании. Зафиксированная нами среднесезонная биомасса 2.96 г/м<sup>3</sup> попадает в диапазон 2–4 г/м<sup>3</sup>, обозначенный С. П. Китаевым (1984) для β-мезотрофного состояния водоема. По О. П. Оксюк с соавторами (1993), данная величина характерна для эвтрофных водоемов.

Средняя биомасса фитопланктона для водоемов зоны средней и южной тайги (куда были отнесены озера заповедника в исследованиях Института озероведения (Ландшафтный фактор..., 1978; Экологопродукционные..., 1978) в 1972–1974 гг.) равняется, по С. П. Китаеву (1984), 1.4 г/м<sup>3</sup>, что значительно ниже полученного нами значения биомассы. По современному геоботаническому районированию исследуемая территория относится не к южной тайге, а к подзоне сосново-березовых лесов, являющейся восточным аналогом подзоны смешанных лесов. Для озер зоны смешанных лесов С. П. Китаев приводит среднюю биомассу фитопланктона 10.3 г/м<sup>3</sup>, что в три раза превышает полученное нами значение средней биомассы.

По наличию видов – индикаторов сапробности также можно сделать вывод о нарастании мезотрофии. Большинство видов альгофлоры озера принадлежат к космополитам (Приложение 1) – они встречаются в водоемах различного трофического статуса. Однако значительное участие в фитопланктонных сообществах стал принимать типичный мезосапроб *Cyclotella comta*, не упоминаемый в исследованиях 1930-х гг. среди обычно и часто встречающихся диатомей. Мезосапроб, предпочитающий эвтрофные водоемы, – *Attheya zachariasii* – также достигал заметного развития. Встречаются вариации мезосапроба *Synedra ulna*, β-мезосапроба *Euglena acus*. Пока еще обилен вид-индикатор

олигосапробности *Ceratium hirundinella*, исчезающий при сильном развитии синезеленых в водоеме (Определитель пресноводных..., 1959–1986). Тем не менее, наличие видов-мезосапробов и их заметное участие в фитопланктонных сообществах говорит о нарастающей трофии озера. Величина индекса сапробности Пантле-Букка (см. ниже) – 1,7, рассчитанная для озера по наблюдениям 1999 г., соответствует мезоэвтрофным условиям в озере. Сравнение с результатами исследований О. А. Таусон (1940) показывает почти полное отсутствие изменений трофического статуса за истекшие 60 лет.

**Зоопланктон. Таксономическая структура.** Видовой состав зоопланктона Тургояка вполне типичен для озер восточных предгорий Южного Урала. Основу его составляют широко распространенные виды, среди которых много эврибионтных, однако основная масса – характерные обитатели холодных, главным образом олиготрофных озерных вод умеренного климата, избегающие минерализованных и загрязненных вод. Обращает на себя внимание наличие в озере целой группы видов – индикаторов эвтрофных условий: *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Cyclops kolensis*, *C. strenuus*, *Daphnia cucullata*, *Mesocyclops crassus*. При этом названные циклопоиды ранее не встречались в озере, а *Chydorus sphaericus*, некогда попавшийся в небольших количествах, резко увеличил численность. Следует отметить также уменьшение встречаемости или исчезновение ряда олиготрофных форм: *Asplanchna herricki*, *Conochilus hippocrepis*, *Bipalpus hudsoni*, *Bosmina longispina*, *Bythotrephes longimanus*. В то же время картина не так однозначна – в озере появились такие индикаторы олиготрофии, как *Cyclops abyssorum* и *C. scutifer*, увеличилось обилие *Daphnia longispina*, а из эвтрофных видов исчезла *Bosmina coregoni*, стала редкой *Trichocerca cylindrica*. В целом изменения видового состава свидетельствуют о нарастающей продуктивности озера, но темпы этого процесса невысоки и, вероятно, находятся в соответствии со скоростью естественного эвтрофирования.

Выше было показано, что в видовом составе планктонного сообщества за последние 60 лет произошли изменения (главы 4, 5). Согласно известной концепции (Экосистемы в критических..., 1989), переход ранее доминировавших в сообществе видов в разряд второстепенных или их полное исчезновение, а также выход на первые роли ранее второстепенных или даже редких видов являются признаками приближения критического состояния экосистемы. Смена руководящих форм указывает направление сис-

темной перестройки. В озере Большое Миассово идет постепенная смена доминантов, особенно она заметна в наиболее быстро эвтрофирующейся литоральной зоне. Однако направление этого процесса определить пока трудно, изменения видового состава не указывают на сколько-нибудь заметное эвтрофирование.

**Зоопланктон. Количество характеристики.** Средняя биомасса зоопланктона за период наблюдений составила  $3.99 \text{ г}/\text{м}^3$ , а плотность – более  $350\,000 \text{ ос.}/\text{м}^3$ . Как указано в сводке Китаева (1984), биомасса порядка  $4.0 \text{ г}/\text{м}^3$  является пограничной между мезотрофным и эвтрофным типом водоема. Согласно данным Бланше (Blancher, 1984), численность зоопланктона  $300\,000 \text{ ос.}/\text{м}^3$  характерна для водоемов переходного от мезотрофного к эвтрофному типу.

Говоря о таком индикаторном показателе, как количественные соотношения основных групп зоопланктона, следует отметить высокую относительную численность коловраток, особенно в литоральной зоне, в заливах, это считается признаком нарастающего эвтрофирования (Восстановление экосистем..., 1994; Karabin, 1985; Крючкова, 1987). Высокая численность ракообразных типична для мезотрофии, тем более, что это сочетается с копеподным аспектом зоопланктона (Karabin, 1985; Крючкова, 1987). Очень невелико индикаторное отношение биомасс Cyclopoida/Calanoida:  $B_{\text{Cyc}}/B_{\text{Cal}} = 0.12$ , что не превышает уровня мезотрофных озер. В литоральной зоне наблюдаются величины названных показателей, характерные для эвтрофных условий. Крупные заливы озера, особенно Липовая и Няшевская курьи, возможно, оказывают эвтрофирующее воздействие на озерную экосистему.

Описанная выше динамика основных групп зоопланктона типична для олигомезотрофных и мезотрофных водоемов (Ермолов, Прусевич, 1995; Эколого-продукционные..., 1978 и др.) и определяется динамикой пищевых ресурсов – фито- и бактериопланктона, а также с термическими условиями.

**Зоопланктон. Размерные характеристики гидробионтов, трофическая структура.** Большинство исследователей считает преобладание мелких размерных групп признаком эвтрофирования водоемов (Андроникова, 1988; Кузнецова, 1996; Макарцева, 1986; Макарцева, Лаврентьев, 1989). В олиготрофных озерах, ввиду низкой концентрации пищевых объектов, значительная роль принадлежит крупным селективным хищникам, в эвтрофных озерах, в условиях высокой концентрации взвешенных пищевых частиц преобладают мелкие фильтраторы. Обитатели планктона эвтрофных водоемов имеют среднюю массу по-

рядка 0.002–0.01 мг (Макарцева, 1986; Кузнецова, 1996 и др.) за счет доминирования коловраток и мелких ветвистоусых. Таким образом, более мелкие размеры гидробионтов в литоральной зоне и крупных заливах оз. Б. Миассово по отношению к пелагиали отражают эвтрофирующее влияние последних на экосистему озера и характерны для общего роста трофического статуса. В то же время относительно большая средняя масса особей зоопланктона в озере – 0.047 мг (для сравнения в олиготрофном оз. Тургояк – 0.064 мг (Экология озера..., 1998)), показывает, что процесс эвтрофирования нешел слишком далеко и Б. Миассово находится в состоянии мезотрофии.

Трофическая структура миассовского зоопланктона свидетельствует о принадлежности озера к мезотрофному типу.

**Зоопланктон. Структурные показатели, устойчивость сообщества.** Выше было показано, что мера разнообразия Шенона-Уивера, рассчитанная как для всего зоопланктонного сообщества, так и для основных его составляющих, имеет очень высокие значения и соответствует уровню олиготрофных и даже ультраолиготрофных озер. Это не совпадает с прочими индикаторными показателями, за исключением величин индекса для ракообразных, которые могут служить признаком мезотрофии озера (Karabin, 1985).

Сравнительно большое число доминирующих видов и выраженная структура доминирования ( $KC = 2.55$ ), вероятно, типичны для мезотрофных озер (см. гл. 5). Это относится и к другим показателям структурной сложности сообщества на популяционном уровне (ИЦЗ вида-супердоминанта, суммарный ИЦЗ зоопланктонного сообщества (Рогозин, 2000)), а также к структурным показателям второго уровня, рассчитанным для экологических групп – зоосинузий (см. гл. 5). Таким образом, большинство структурных показателей характеризует оз. Б. Миассово как водоем со средним уровнем продуктивности.

**Зоопланктон. Сапробность.** Величина сапробности  $S = 1.5$  (см. ниже) соответствует мезотрофному типу с незначительными признаками олиготрофии (Восстановление экосистем..., 1994).

**Высшие водные растения.** В работе В. А. Семина, А. В. Фрейдлинг (1988) приведены макрофиты – индикаторы трофности для озер Карелии. Большинство упомянутых ими видов из числа распространенных в Б. Миассово принадлежат к группе индикаторов мезотрофных и эвтрофных озер, которые

объединены в одну группу. Это осока пузырчатая, частуха подорожниковая, водокрас, ряски малая и трехраздельная, элодея, кувшинки чисто-белая и малая, рогоз узколистный, лютник водяной, рдест сплюснутый. Некоторые отнесены даже к показателям дистрофии (кубышка желтая, белокрыльник болотный, сабельник болотный, произрастающий в больших количествах на сплавинах, более редкая вахта трехлистная). С. М. Хэслам (1977) считает кубышку желтую видом, характерным для эвтрофных озер. Однако такой обычный для озера вид, как рдест блестящий, в центральной Европе считается обитателем олиготрофных озер, а на северо-западе нашей страны – мезотрофных.

В сводке «Макрофиты – индикаторы...» (1993) весьма полно охарактеризованы свойства видов, произрастающих на Украине и в Чехо-Словакии. Некоторые данные с оговоркой можно экстраполировать на Южноуральский регион. Так, уругь колосовидная индицирует в Б. Миассово достаточно высокий уровень минерализации воды. Рогоз широколистный, многокоренник обыкновенный, роголистник погруженный, сусак зонтичный могут указывать на процессы эвтрофирования в заливах, частуха подорожниковая – на формирование илистых отложений. Индикатором процессов заболачивания в совокупности с эвтрофированием и снижением уровня воды считается хвощ топяной. Нужно отметить, что прежде всего учитывается массовость развития, плотность произрастания видов (однако они могут и не быть доминантами), прохождение растениями полного жизненного цикла на тех или иных участках водоема.

Подводя итог, можно констатировать, что растительность Б. Миассово характеризует его как мезотрофное с признаками эвтрофии в заболоченных мелководных заливах.

**Рыбы.** По числу видов рыб, а также по преобладающим видам<sup>1</sup> (окунь, плотва, щука) оз. Б. Миассово может быть типизировано как эвтрофное (Биологический контроль..., 1989). Важной характеристикой трофического статуса является ихтиомасса. Режим заповедности не позволил определить ее величину непосредственно, путем неводных обловов или другими подобными способами. Она установлена косвенным путем (Китаев, 1994), по набору гидробиологических показателей (табл. 58).

---

<sup>1</sup>Значительную роль в ихтиоценозе озера играет также чудской сиг, однако он является акклиматизантом и в данном контексте не рассматривается.

Т а б л и ц а 5 8  
Ихтиомасса и рыбопродуктивность оз. Б. Миассово

Гидробиологические показатели*		Ихтиомасса, кг/га	Ихтиомасса, г/м <sup>3</sup>	Рыбопродуктивность, кг/га·год
Площадь, га	1140	93.6	3.11	—
Максимальная глубина, м	24	103.0	1.82	—
Средняя глубина, м	11.2	—	—	31
Прозрачность, м	4.5	73.0	1.34	27
Термическая группа	Метагипотермическая	46.8	0.93	—
Перманганатная окисляемость, мгО/л	8	—	—	63
Прозрачность/средняя глубина	0.40	84.3	—	—
Кислород, % насыщения	89–99	82.5	4.60	—
pH	8.3	94.1	—	—
МЭИ	18.9	112.1	3.75	—
Гидрокарбонаты, мг/л	140	115.0	3.00	—
Биомасса зоопланктона, г/м <sup>3</sup>	3.99	103.0	—	—
Доля карповых в ихтиоценозе, %	54	105.6	—	—
Доля хищников по ихтиомассе, %	26	94.0	—	27
Тип ихтиоценоза	плотвично-окуневый	—	4.88	—
Доля окуня по ихтиомассе, %.	7	—		—
Итого (среднее)	—	94.6	2.92	37

П р и м е ч а н и я . МЭИ – морфоэдафический индекс (МЭИ = общая минерализация, мг/л/средняя глубина, м).

\*Ввиду разнородности показателей их размерность не соблюдена.

Полученные величины ихтиомассы – 94.6 кг/га и 2.92 г/м<sup>3</sup> в общем соответствуют уровню мезотрофных озер, будучи немного меньше нижней границы показателя (100 кг/га, см. Биологический контроль..., 1989). Конечно, следует учитывать условный характер полученной величины.

Уровень сапробности (2.0), рассчитанный по ихтиологическим показателям (см. ниже), соответствует озерам мезоэвтрофного типа, находясь на границе эвтрофности.

### **Итоговая оценка трофического статуса**

Выше рассмотрены различные взаимосвязанные показатели трофического статуса озера. Все они свидетельствуют: озеро Б. Миассово – типичный мезотрофный водоем, то есть имеет средний уровень биологической продуктивности. Отмечены отдельные признаки эвтрофии и олиготрофии, однако общей картины они не нарушают. Сравнение современных данных с материалами исследований 40–60-летней давности показывает стабильность трофического статуса.

### **Качество воды**

#### ***Сапробность и другие гидробиологические показатели.***

Нами дана оценка сапробности вод озера Б. Миассово по методу Пантле и Букка, указывающая на степень загрязнения органическими и гнилостными веществами (Макрушин, 1974; Унифицированные методы..., 1977). Метод использует условную шкалу частоты встречаемости видов-индикаторов сапробности и поэтому удобен для оценки сапробности водоема. Индикаторные организмы относятся к четырем главным группам гидробионтов – фито-, зоопланктону, макрофитам, рыбам. Расчет индекса Пантле-Букка по 43 видам водорослей (Макрушин, 1974) дал величину  $S = 1.7$ , что соответствует  $\beta'$ -мезосапробной зоне с 3-м классом качества воды (разряд За – «достаточно чистая») (Оксюк и др., 1993).

Список видов-индикаторов зоопланктона приведен в табл. 59. Расчет сапробности воды по зоопланкtonу дал величину  $S = 1.4$ , что соответствует  $\alpha$ -олигосапробной зоне. Качество воды при этом соответствует 2-му классу («чистая»), подклассу 2б («вполне чистая») (Оксюк и др., 1993).

Таблица 59

Индикаторные организмы зоопланктона оз. Б. Миассово  
(по: Sladecek, 1983; Макрушин, 1974)

Вид-индикатор	Индикаторная значимость	Балл встречаемости
1	2	3
<i>Anuraeopsis fissa</i>	1.2	1
<i>Asplanchna priodonta</i>	1.5	7
<i>Bipalpus hudsoni</i>	1.2	1
<i>Bosmina longirostris</i>	1.5	2
<i>Bythotrephes longimanus</i>	1.0	1
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	1.1	7
<i>Chromogaster ovalis</i>	1.2	1
<i>Chydorus sphaericus</i>	1.8	5
<i>Colurella uncinata uncinata</i>	1.3	1
<i>Conochilooides natans</i>	1.0	1
<i>Conochilus unicornis</i>	1.3	4
<i>Cyclops strenuus</i>	2.3	2
<i>Cyclops vicinus</i>	2.1	1
<i>Daphnia cucullata</i>	1.7	9
<i>Daphnia longispina</i>	2.0	5
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1.4	7
<i>Euchlanis deflexa deflexa</i>	1.5	1
<i>Euchlanis dilatata lucksiana</i>	1.0	3
<i>Euchlanis dilatata macrura</i>	1.9	1
<i>Euchlanis incisa</i>	1.5	1
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	1.2	9
<i>Filinia longiseta limnetica</i>	1.5	1
<i>Gastropus stylifer</i>	1.0	1
<i>Kellicottia longispina</i>	1.2	5
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	1.7	5
<i>Keratella cochlearis hispida</i>	1.1	2
<i>Keratella irregularis</i>	1.1	1
<i>Keratella quadrata</i>	1.5	2
<i>Leptodora kindtii</i>	1.7	2
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1.2	7
<i>Mytilina ventralis brevispina</i>	1.5	1
<i>Notholca acuminata extensa</i>	1.4	2
<i>Platyias patulus</i>	1.8	1
<i>Platyias quadricornis</i>	1.8	1
<i>Polyarthra euryptera</i>	1.2	1

Окончание табл. 59

1	2	3
<i>Polyarthra longiremis</i>	1.0	1
<i>Polyarthra remata</i>	1.5	1
<i>Polyarthra vulgaris</i>	2.1	2
<i>Polyphemus pediculus</i>	1.3	2
<i>Proales fallaciosa</i>	1.9	1
<i>Ptygura velata</i>	1.0	2
<i>Sida crystallina</i>	1.3	1
<i>Simocephalus vetulus</i>	1.5	1
<i>Synchaeta grandis</i>	1.1	1
<i>Synchaeta kitina</i>	1.4	2
<i>Synchaeta pectinata</i>	1.7	2
<i>Trichocerca (D.) inermis</i>	1.3	1
<i>Trichocerca (D.) similis</i>	1.3	2
<i>Trichocerca (D.) weberi</i>	1.1	1
<i>Trichocerca (T.) capucina</i>	1.2	1
<i>Trichocerca (T.) cylindrica</i>	1.2	1

В оз. Б. Миассово встречаются многие индикаторные виды макрофитов. К олигосапробам относится рдест блестящий, часто встречающийся в озере. К  $\alpha$ -мезосапробам причислен гораздо менее распространенный рдест гребенчатый. Группа  $\beta$ -мезосапробов представлена шире, сюда входят кубышка желтая, обычная во всех заливах, рдест плавающий, ряска трехраздельная, элодея, фонтиналис (также часто встречающиеся виды), более редкие болотник болотный, рдест курчавый.

Виды рыб-индикаторов сапробности указаны в табл. 60. Расчет индекса дал величину  $S = 2.0$ , что соответствует  $\beta'$ -мезосапробной зоне (3-й класс качества воды, разряд 3а – «достаточно чистая») (Оксюк и др., 1993).

Таблица 60  
Рыбы-индикаторы сапробности оз. Б. Миассово

Вид-индикатор	Индикаторная значимость	Балл встречаемости
Щука	1.8	3
Окунь	1.8	5
Плотва	2.0	5
Линь	2.5	3
Лещ	1.9	3
Карась	2.5	1

Таким образом, по уровню загрязнения растворенными органическими веществами вода озера Б. Миассово соответствует  $\beta'$ -мезосапробной зоне и может быть отнесена к категории «удовлетворительно чистая» (Оксинок и др., 1993).

Рассмотрим соответствие этому выводу гидрохимических показателей сапробности – окисляемости, БПК, насыщения воды кислородом. Окисляемость и БПК соответствуют уровню  $\beta$ -мезосапробности, а концентрация кислорода – олиго- $\beta$ -мезосапробности (см. гл. 3), что соответствует результатам биологического анализа.

Чтобы выявить многолетние изменения сапробности был вычислен индекс для периода 1937–1940 гг. по материалам О. А. Таусон (1940). Для фитопланктона  $S_{1937} = 1.5$ , зоопланктона  $S_{1937} = 1.4$ . Таким образом, за последние 60 лет сколько-нибудь заметных изменений в загрязнении воды органическим веществом не произошло, класс качества ее не изменился. Заповедный режим озера, несомненно, сыграл в этом важную роль.

Для оценки качества воды немаловажную роль играют показатели развития фитопланктона, так как «цветение» воды – существенный фактор токсификации водоема (см. ниже). По биомассе фитопланктона (средняя за период исследований – 2,96 г/м<sup>3</sup>) вода озера принадлежит 3-му классу качества, разряду 3б – «слабо загрязненная», а в периоды сильного «цветения» – 4-му классу, разряду 4б – «сильно загрязненная» (по классификации Оксинока и др., 1993). Данные по содержанию хлорофилла «а» (гл. 4) позволяют отнести миассовскую воду ко 2-му классу качества («чистая» и «очень чистая»), но здесь следует учитывать малое количество измерений.

**Токсичность.** В главе 3 было показано, что воды озера содержат достаточно высокие концентрации тяжелых металлов. Согласно комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши (Оксинок и др., 1993), по экологотоксикологическим показателям вода оз. Б. Миассово соответствует 4-му классу качества – «загрязненная». По содержанию меди и хрома воды озера относятся к разряду 4б – «сильно загрязненные», по концентрации цинка, свинца, сурьмы и марганца – к разряду 4а – «умеренно загрязненные». По фторидам и железу воды озера принадлежат к разряду 3а («достаточно чистые»).

Содержание веществ азотной группы ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) и фосфатов невелико (см. гл. 3) и соответствует 3-му классу качества воды («удовлетворительно чистая»), разряду 3а («достаточно чистая»).

## **Рыбопродуктивность**

Несмотря на заповедный характер водоема, мы считаем необходимым привести данные по рыбопродуктивности, так как они являются необходимой составной частью оценки экологического состояния водоема. Все расчеты выполнены косвенным путем (см. табл. 58). С учетом площади озера, общие запасы рыбы составляют около 108 т, а рыбопродуктивность оценивается величиной 37 кг/га·год. Следует отметить, что все эти величины – лишь потенциально обеспечиваемые существующими возможностями водоема, реальную величину рыбных запасов и рыбопродуктивность можно было бы определить только прямыми методами, неприемлемыми в заповеднике.

## **Эволюция озера и проблемы его охраны**

### **Главные факторы антропогенного воздействия на экосистему оз. Б. Миассово**

Ход естественной эволюции водоема может серьезно нарушаться действием основных антропогенных факторов: ацидификацией (закисление вод), нуклидизацией (наличие радионуклидов, ионизирующая радиация), сапробизацией (органическое загрязнение), термоинфекцией (брос теплых сточных вод), токсификацией (поступление токсикантов), эвтрофикацией (воздействия, приводящие к росту продуктивности) (Брагинский, 1998). Ввиду полного отсутствия промышленных предприятий на площади водосбора озера и тем более на его берегах, можно априорно исключить нуклидизацию и термофикацию. Рассмотрим вероятность воздействия на экосистему остальных факторов.

**Ацидификация.** Единственным источником антропогенного закисления вод оз. Б. Миассово могут служить кислотные дожди, связанные с деятельностью Карабашского медеплавильного комбината (впрочем, простоявшего последние годы). Индикаторами данного процесса, помимо низких значений pH воды, могут служить такие биологические характеристики, как доминирование в планктоне десмидиевых водорослей, низкое видовое богатство зоопланктона, угнетение ихтиофауны. Все это совершенно нехарактерно для оз. Б. Миассово: наблюдается преимущественно щелочная реакция среды (см. гл. 3), высокое видовое богатство зоопланктона (гл. 5), доминирование диатомовых во-

дорослей (гл. 4)<sup>1</sup>, нормальное состояние ихтиофауны (гл. 7), следовательно, ацидификация не наблюдается.

**Сапробизация.** Рост органического загрязнения воды сопровождается высокими значениями окисляемости, БПК, появлением дефицита кислорода и регистрируется с помощью биоиндикаторов сапробности (см. выше). Наши исследования показывают (см. гл. 3), что окисляемость, биологическое потребление кислорода имеют сравнительно невысокие значения, соответствующие β-мезосапробности, это же показывает индекс сапробности Пантеле-Букка, рассчитанный по разным группам гидробионтов-индикаторов (см. выше). Дефицит  $O_2$  в верхних слоях воды никогда не регистрируется. Не отмечено также никаких многолетних изменений уровня сапробности (см. выше, а также: Рогозин, 1998). Следовательно, можно утверждать, что сапробизация в оз. Б. Миассово имеет естественные темпы и проходит в рамках геологического времени. Это легко объясняется почти полным отсутствием бытовых и сельскохозяйственных стоков (два кордона и научный стационар «Миассово», населенный лишь в летнее время, могут не приниматься во внимание ввиду ничтожного объема стоков). Влияние оз. М. Миассово не наблюдается вследствие направления общего водотока в Кисегач-Миассовской озерной системе.

**Токсификация.** Источники антропогенной токсификации водоемов – сточные воды промышленных и сельскохозяйственных предприятий, авиаобработки хозяйственно освоенного водосбора, атмосферные осадки, а также токсины водорослей, отмирающих в периоды «цветения» воды. В нашем случае имеет смысл рассматривать лишь два последних фактора.

Специальные исследования по содержанию в воде водорослевых токсинов нами не были проведены. Тем не менее, можно предположить, что в периоды массового «цветения» воды синезелеными и золотистыми водорослями в конце июня, когда биомасса тех и других превышала 10 г/м<sup>3</sup>, а степень «цветения» менялась от III до IV («умеренное»-«сильное», см. гл. 4) имела место токсификация озера. Однако этот период был кратковременным и не выходил за рамки естественных процессов, тем более, что антропогенное эвтрофирование в оз. Б. Миассово не выражено (см. ниже). Следовательно, водорослевую токсификацию озера можно считать незначительной.

---

<sup>1</sup> В сентябре 1999 г. отмечено массовое развитие десмидиевой водоросли *Staurastrum gracile*, однако она не является ацидофилом.

Согласно данным Г. Г. Кораблева (1994), в марте 1992 г. на акватории оз. Б. Миассово отмечена сильная степень загрязнения снегового покрова и инфильтрата висмутом, железом (северная часть озера), кадмием, медью, рубидием, цинком (район залива Няшевская курья). Отмечены зоны сильного загрязнения снегового покрова висмутом, кадмием, медью, молибденом, мышьяком, свинцом, цинком на водосборной площади к востоку и юго-западу от озера (восточный склон Ильменского хребта, поймы рек Белой и Няшевки). Несомненно, что в период снеготаяния значительная часть минеральной пыли поступает в озеро как непосредственно со снегового и ледового покрова, так и в результате стока талых вод и с главными притоками – реками Белой, Няшевкой, ручьями восточного склона Ильменского хребта. Главным источником атмосферного загрязнения этого района является Карабашский медеплавильный комбинат. Несмотря на малый объем материала, можно предположить, что атмосферные осадки вносят определенный вклад в токсификацию водоема и способствуют высокому содержанию тяжелых металлов в водах озера (см. гл. 3).

Что касается концентрации биогенных соединений групп азота и фосфора, то они невысоки и соответствуют типу водоема и природному фону.

**Эвтрофикация.** Выше было показано, что оз. Б. Миассово на протяжении более полувека сохраняет неизменным трофический статус. Это свидетельствует о том, что ход естественного эвтрофирования не ускорен антропогенным влиянием и протекает в рамках геологического времени.

Несмотря на почти полное отсутствие сведений, касающихся поступления в озеро главного эвтрофирующего элемента – фосфора, – можно сделать предположение о малой фосфорной нагрузке ввиду проточности озера и наблюдаемых небольших концентраций фосфатов в заливах, принимающих сток с водосбора (см. гл. 3). Незначительная эвтрофирующая роль водосбора определяется его высокой облесенностью (гл. 1) и хозяйственной неосвоенностью. Следует учитывать также массовое развитие мощного фосфорного буфера – прибрежной и высшей водной растительности в местах впадения в озеро основных притоков (гл. 6). Имеющиеся данные позволяют предполагать, что основная часть растворенного фосфора – автохтонного происхождения, выносимая из донных отложений в мелководных заливах в результате интенсивного перемешивания воды при отсутствии температурной стратификации (см. гл. 2).

**Водорегулирующие мероприятия.** Озеро Б. Миассово гидрологически представляет собой единый водоем с оз. М. Миассово, которое было до 1996 г. зарегулировано Верхнекарасинским отделением Чебаркульского рыбхоза. Управляя стоком из оз. М. Миассово для поддержания определенного уровня воды в рыболовных прудах, рыбхоз, вероятно, усиливал естественные колебания уровня оз. Б. Миассово, однако мы не имеем возможности дать количественную оценку этому влиянию.

Наблюдавшиеся резкие колебания уровня воды (гл. 2), приводившие к периодическому затоплению прибрежной зоны, вероятно, способствовали поступлению в воду биогенных элементов главным образом в заливах, имеющих в большинстве своем низкие и заболоченные берега (см. гл. 1) и внесли свой вклад в эвтрофикацию. Заметное влияние уровневый режим озера такжеоказал на состояние нерестилищ рыб, численность полуводных млекопитающих (см. главы 7, 8). Отмечено его неблагоприятное влияние на состояние прибрежных лесонасаждений, так как они приводят к частичному усыханию деревьев и их вывалу при повышении уровня и последующему зарастанию этих площадей ольхой при его снижении (см. гл. 1).

**Лесные пожары.** Еще одним специфическим видом антропогенного воздействия на озерную экосистему являются лесные пожары в прибрежной зоне, в подавляющем большинстве случаев – «рукотворные». За 47 лет с 1950 по 1996 гг. не зарегистрировано пожаров в бассейне озера только в пяти кварталах в долине и примыкающих склонах среднего течения р. Няшевки, а в кварталах, примыкающих к Штанной, Травяной и Няшевской курьям, было от 5 до 20 пожаров средней площадью 7,1 га. Пожары способствуют выносу в акваторию озера выщелачиваемых из золы элементов и снижению водоохранно-водорегулирующих свойств леса.

**Браконьерство.** Объектами браконьерства в оз. Б. Миассово являются рыбы и полуводные млекопитающие (бобр, ондатра). Как было показано в гл. 7, отмечены структурные изменения в ихтиоценозе озера, возможно, связанные с браконьерским выловом щуки. Помимо «омоложения» и измельчания популяции самого хищника, это приводит к разрастанию популяций плотвы и окуня с преобладанием мелких, медленно растущих особей. Такие изменения, безусловно, являются неблагоприятными и нарушают естественно сложившийся баланс в экосистеме озера. Что касается полуводных млекопитающих, то браконьерство снижает численность этих животных (гл. 8), хотя вряд ли это оказывает влияние на экосистему озера в целом. Браконьерство и

незаконное посещение заповедника имеет и некоторые неочевидные на первый взгляд последствия. Как показали, например, исследования бриофитов (гл. 6), на западном берегу озера, как более доступном для городского населения, исчезают естественные местообитания мхов, возрастает количество нарушенных – незадернованные почвы и костровища, на которых произрастают космополиты: *Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica* и другие. В результате происходит обеднение бриофлоры как прибрежно-водной зоны озера, так и всей территории заповедника.

### **Антropогенное воздействие и проблема устойчивости озерной экосистемы**

Выше было показано, что действие основных факторов антропогенного влияния на экосистему оз. Б. Миассово выражено слабо. Практически не удается зарегистрировать какие-либо существенные изменения за последние 50–60 лет. В связи с этим создается впечатление о стабильном состоянии экосистемы оз. Б. Миассово. Вопрос о связи сложности, разнообразия экосистемы и ее отдельных компонентов с устойчивостью достаточно дискуссионен, традиционная точка зрения – сложно организованные системы более устойчивы. Сообщества фито- и зоопланктона озера (гл. 4, 5) имеют высокий уровень видового разнообразия и весьма сложную организацию. Уровень флористического богатства, разнообразие и сложность структуры сообществ макрофитов также могут свидетельствовать об относительной устойчивости и ненарушенности озерной экосистемы. Отмечена постоянная за многие годы численность полуводных млекопитающих и водоплавающих птиц (см. гл. 8). Однако эти общие положения не совсем подтверждаются количественными расчетами, измеряющими устойчивость зоопланктонного сообщества. Оценка дана по соотношению колебаний биомасс второстепенных и доминирующих видов:  $S_m/S_d = 1.04$ . Согласно литературным данным (Андреяшкин, Козлова, 1981), это довольно низкая величина, свидетельствующая о нестабильном состоянии экосистемы. Тем не менее, данные о многолетних изменениях видового состава, структуры, количественных характеристик фито- и зоопланктонных сообществ показывают: в них происходят только частные, незначительные перестановки доминирующих видов и групп, но какие-либо существенные изменения в экосистеме не регистрируются. Учитывая несовершенство и неотработанность методов измерения устойчивости/неустойчивости биосистем,

все-таки следует признать, что складывается общее впечатление об относительной стабильности экосистемы оз. Б. Миассово.

## Проблемы охраны озера

Из перечисленных выше основных факторов антропогенного воздействия на экосистему оз. Б. Миассово только три поддаются управлению: регулирование стока из оз. М. Миассово, лесные пожары в прибрежной зоне и браконьерство. Рассмотрим возможности заповедника по уменьшению или ликвидации действия этих факторов.

**Зарегулированность озерной системы.** До 1996 г. руководство заповедника в лице директоров А. Д. Гурьева, П. М. Вализера, начальника лесного отдела заповедника А. П. Батраева при участии сотрудников Лаборатории мониторинга водных экосистем предпринимало неоднократные и безуспешные попытки добиться от руководства Верхнекарасинского отделения Чебаркульского рыбхоза согласования водорегулирующих мероприятий на оз. М. Миассово с целями и задачами Ильменского заповедника по охране водных объектов. Однако в 1996 г. проблема разрешилась сама собой: Верхнекарасинское отделение прекратило свое существование ввиду бесперспективности в условиях рыночной экономики. С 1996 г. сток из озер Большое и Малое Миассово происходит естественным путем и объем его больше не регулируется. Таким образом, данный фактор антропогенного воздействия прекратил свое существование.

**Лесные пожары.** Лесные пожары в прибрежной зоне озера возникают как побочный результат незаконного посещения заповедника и браконьерства. Лесная охрана заповедника ведет с ними интенсивную борьбу с переменным успехом: слишком большая нагрузка на заповедник, лежащий вдоль границ г. Миасса и слабая материальная база не позволяют и в обозримом будущем не позволят ликвидировать действие этого фактора. Однако в последнее пятилетие наметились определенные успехи в борьбе с лесными пожарами: хотя число возгораний не уменьшается, средняя площадь, охватываемая ими, сократилась. Этому способствуют более эффективные действия лесной охраны.

**Браконьерство и незаконное посещение заповедника.** Борьба с браконьерством как высшей формой незаконного посещения заповедника всегда стояла в ряду первоочередных задач лесной охраны. Выполнение этой задачи усложнено в заповедни-

ке двумя обстоятельствами. Во-первых, западный берег озера, являющийся центром браконьерского лова рыбы, является наиболее удаленной частью обходов лесников, которые не в состоянии регулярно его контролировать. Во-вторых, в заповеднике сложилась практика, когда лов рыбы не рассматривается как столь же серьезное нарушение, как, например, отстрел птиц или млекопитающих. Ежегодно Лесным отделом заповедника выдаются десятки пропусков на лов рыбы, при этом объекты и объем вылова никак не регламентируются и не контролируются. Избирательному вылову многие годы подвергается щука, как наиболее «интересный» объект ихтиофауны, это не могло не способствовать тому, что популяция рыбы находится в удручающем состоянии (см. гл. 7). Грешат постановкой сетей в избыточных размерах и некоторые лесники, и члены добровольной пожарной дружины.

Не вызывает сомнения, что такое положение должно быть изменено. Объекты и размеры лова в тех случаях, когда это допустимо, должны определяться специалистами Лаборатории мониторинга водных экосистем на основе ежегодных оценок состояния ихтиофауны.

### **Итоговая экологическая оценка (вместо заключения)**

Полученные результаты показывают, что перспективы озера как биогеосистемы весьма благоприятны. Эволюция его проходит естественными темпами в рамках геологического времени. Основные факторы антропогенного воздействия на озеро выражены слабо или вовсе отсутствуют. Какие-либо отрицательные изменения в его экосистеме в настоящее время не регистрируются.

## ЛИТЕРАТУРА

- Абатуров Ю. Д. Краткая характеристика почв основных типов леса Ильменского заповедника // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. Вып. 25. 1961. С. 47–58.
- Авчин А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А. Макроэлементы человека. М.: Медицина, 1991. 496 с.
- Аглямзянов Р. С., Лагунов А. В. Фауна полужесткокрылых Ильменского заповедника (*Heteroptera, Insecta*) // Материалы по флоре и фауне Челябинской области. Миасс: ИГЗ, 1994. С. 30–47.
- Алекин О. А. Гидрохимия рек СССР // Труды ГГИ. Вып. 10. 1948. С. 64.
- Аленицин В. А. Очерк Троицко-Челябинских озер (Оренбургской губернии) и их ихтиологической фауны // Тр. С.-Петербургского о-ва естествоисп. 1874. Т. 5, вып. 1. С. 12–46.
- Андреева Е. Н. Влияние атмосферного загрязнения на моховый покров северо-таежных лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука. 1990. С. 159–172.
- Андреева М. А. Газовый режим озер Челябинской области // Докл. науч.-краевой конф. Челябинск, 1966. Вып. 2. С. 15–21.
- Андреева М. А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1973. 269 с.
- Андреяшкин Ю. Г., Любимова Т. С., Ярушина М. И. Структура планктонного сообщества рыбоводных прудов Южного Урала // Экология. 1974. № 4. С. 53–60.
- Андреяшкин Ю. Г., Козлова И. В. Структурные особенности сообществ пелагического зоопланктона в разнотипных озерах Урала и Зауралья // Экология. 1981. № 2. С. 72–78.
- Андроникова И. Н. Использование структурно-функциональных показателей зоопланктона в системе мониторинга // Гидробиологические исследования морских и пресных вод. Л.: Наука, 1988. С. 47–53.
- Бакунин В. А. Комплексный доклад о состоянии окружающей природной среды Челябинской области в 1993 г. Челябинск, 1994. 146 с.
- Бартенев А. Н. Коллекция стрекоз из окрестностей оз. Увильды Екатеринбургского уезда Пермской губернии // Труды общества естествоиспытателей при Казанском университете. 1908. Т. 41, вып. 1. С. 1–40.
- Бартенев А. Н. Материалы по фауне стрекоз Сибири, № 1–5 // Известия Томского ун-та. 1909. Т. 37. С. 17–56.
- Бартенев А. Н. Материалы по фауне стрекоз Сибири, № 6–14 // Работы лаборатории зоологического кабинета Варшавского университета. Варшава, 1910. С. 1–24.
- Батурин Г. Н. Геохимия марганцевых конкреций океана. М.: Наука, 1986. 328 с.

Башенина Н. В. Палеография и четвертичная история формирования рельефа рыхлых отложений Южного Урала // Материалы совещания по изучению четвертичного периода. Т. 3. М. 1961. С. 408–414.

Баянов Н. Г. Зоопланктоценозы разнотипных карстовых озер Пинежского заповедника и их использование в целях мониторинга. Автoref. дисс. ... канд. биол. наук. М., 1997. 18 с.

Беляев В. И. Анализ состояния популяции щуки оз. Миассово // Круговорот вещества и энергии в водоеме. Рыбы и нерпа. Вып. 4. Иркутск, 1985. С. 14–15.

Беляев В. И. Динамика возрастной структуры популяции щуки оз. Миассово // Горные экосистемы Урала и проблемы рационального природопользования. Свердловск: УрО АН СССР, 1986. С. 8.

Беляев В. И. Динамика популяций щуки оз. Миассово на фоне антропогенного воздействия // Рационализация хозяйственного использования биологических ресурсов Западной Сибири. Тюмень, 1988а. С. 99–101.

Беляев В. И. Динамика возрастной структуры и роста популяции щуки оз. Миассово // Анализ размерной и возрастной структуры популяций позвоночных. Свердловск: УрО АН СССР, 1988б. С. 21–31.

Беляев В. И. Динамика возрастной структуры на фоне изменения численности промысловой части популяции щуки оз. Миассово // Ресурсы животного мира Сибири: Рыбы. Новосибирск, 1990а. С. 123–126.

Беляев В. И. Избирательность отлова самок и самцов щуки в оз. Миассово разными орудиями лова // Проблемы охраны природных ресурсов Южного Урала. Челябинск, 1990б. С. 6–8.

Беляев В. И. Механизм перегруппировки рыб в элементарных популяциях // Животный мир Южного Урала. Оренбург, 1990в. С. 60–62.

Беляев В. И. Особенности изменения ихтиофауны Ильменской группы озер в XX веке // Экологические исследования в Ильменском государственном заповеднике. Миасс: ИГЗ, 1994. С. 63–69.

Биологический контроль качества вод. М.: Наука, 1989. 144 с.

Биохимические карбонаты антропогенных озер и источников. Межвуз. сб. научных трудов. Пермь: Пермский политехнический институт, 1989. 153 с.

Боган Ф. Е. Ихтиофауна Ильменского заповедника и некоторых озер прилегающих районов // Труды Ильменского государственного заповедника им. В. И. Ленина. 1959. Вып. 7. С. 33–69.

Боган Ф. Е. Результаты и дальнейшие задачи изучения ихтиофауны Ильменского заповедника // Труды Ильменского государственного заповедника им. В. И. Ленина. 1973. Вып. 10. С. 69–82.

Боган Ф. Е. Озера и их обитатели // Ильменский заповедник. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1975. С. 125–163.

Богданова Е. А. Паразитофауна рыб меняется // Рыбное хозяйство. 1991. № 6. С. 47–49.

Богословский Б. Б. Озероведение. Л.: Гидрометеоиздат, 1960. 335 с.

- Бондаренко Н. В. Биология горных озер. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2, д. № 7. 1938. 65 с.
- Бондаренко Н. В., Осипов С. К. Озера, их флора и фауна // Ильменский заповедник. Челябинск: Челябгиз, 1940. С.125–142.
- Брагинский Л. П. Принципы классификации и некоторые механизмы структурно-функциональных перестроек пресноводных экосистем в условиях антропогенного пресса // Гидробиол. журнал. 1998. Т. 34, № 6. С. 72–94.
- Бульон В. В. Первичная продукция планктона и классификация озер // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем. Л.: Наука, 1987. С. 45–51.
- Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга. М.: Изд-во Московского ун-та, 1985. 158 с.
- Бушляков И. Н., Баженов А. Г. Геохимия галогенов в гранитоидах и метаморфитах Ильменогорского комплекса. Екатеринбург. 1999. 70 с.
- Быховская-Павловская И. Е. Паразитологические исследования рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 64 с.
- Быховская-Павловская И. Е. Паразитологическое исследование рыб. Л.: Наука, 1969. 107 с.
- Вейсберг Е. И. К изучению макрофитной растительности оз. Б. Миассово // Водные и околоводные экосистемы Ильменского заповедника Екатеринбург: УрО РАН, 1992. С. 3–10.
- Вейсберг Е. И. Роль водных макрофитов в системе регионального экологического мониторинга на Южном Урале // Проблемы экологии Южного Урала. Челябинск: ЮУрГУ, 1998. С. 12–19.
- Вейсберг Е. И. Структура и динамика сообществ макрофитов озер Ильменского заповедника. Миасс: ИГЗ, 1999. 122 с.
- Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. 328 с.
- Восстановление экосистем малых озер. СПб.: Наука, 1994. 144 с.
- Временные методические указания по прогнозированию состояния фитопланктона в малых водохранилищах и проточных озерах Южного Урала. Челябинск: ЮжУралВНИИОРХ, 1985. 30 с.
- Гажа Нечерноземной зоны СССР. Пермь: Пермский политехнический институт, 1989. 178 с.
- Гиляров А. М., Горелова Т. А. Корреляция между трофической структурой, видовым разнообразием и биомассой зоопланктона северных озер // Зоол. журнал. 1974. Т. 53, вып. 1. С. 25–33.
- Гинецинская Т. А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. Л.: Наука. 1968. 411 с.
- Глушкова М. А., Пашкова И. М. Аккумуляция тяжелых металлов тканями рыб озер Псковско-Чудского и Выртсьярв // II Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. Т. 1. СПб., 1991. С. 116–117.
- Горбунов П. Ю., Лагунов А. В., Ольшванг В. Н., Ниппонен К. Чешуекрылые Ильменского заповедника. Миасс: ИГЗ, 2000 (в печати).
- Гордиенко Н. С. Современное состояние численности и распределения водоплавающих птиц Ильменского заповедника // Орнитологи-

ческие исследования в Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН. 1993. С. 36–44.

Гордиенко Н. С., Назаров В.С., Алимбеков Э. Фауна и население водоплавающих птиц Ильменского заповедника // Водные и околоводные экосистемы Ильменского заповедника. Екатеринбург: УрО РАН. 1992. С. 47–53.

Горновский К. В. Болота Ильменского заповедника. Архив Ильменского гос. заповедника, оп. 2. 1950.

Горновский К. В. Водная растительность озер Б. Миассово и Б. Таткуль // Тр. Ильменского гос. заповедника им. В. И. Ленина. Вып. 8. Свердловск, 1961. С. 57–84.

Григорьев С. В. О некоторых определениях и показателях в озероведении // Материалы по гидрологии (лимнология Карелии). 1959. Вып. 13. С. 29–45.

Давыдов О. Н., Исаева Н. М. Паразиты рыб при воздействии токсикантов в природе и в эксперименте // Гидробиол. журнал. 1997. Т. 33, № 3. С. 70–80.

Даниланс И. Я. Голоценовые пресноводные отложения Латвии. Рига: Изд-во АН Латвийской ССР, 1957. 151 с.

Дашун Л. Б. Вещественный состав донных отложений пресноводных озер Среднего Урала // Гажа Нечерноземной зоны СССР. Пермь: Пермский политехнический институт, 1989. С. 145–157.

Дворникова Н. П. Динамика популяций и биоценотическая роль речного бобра на Южном Урале: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Свердловск: УрО АН СССР, 1987. 23 с.

Дитмар Б. Озера Ильменского заповедника // Землеведение. 1930. Т. 28, вып. 3–4. С. 129–154.

Догель В. А. Приемы исследований паразитологии рыб (Методика и проблематика паразитологических исследований) // Тр. Ленингр. обв. естествоисп. 1962. Т. 62. С. 247–268.

Дубинина Г. А., Дерюгина З. П. Электронно-микроскопическое исследование железо-марганцевых конкреций из Пуннус-Ярви // Докл. АН СССР. 1971. Т. 21, № 3. С. 301–306.

Евтушенко Н. Ю., Данилко О. В. Особенности накопления металлов в тканях рыб Кременчугского водохранилища // Гидробиол. журнал, 1996. Т. 32, № 4. С. 58–66.

Егорова Л. И., Стрижова Т. А. Современная гидрохимическая характеристика р. Ангары в зоне создания Богучанского водохранилища // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Гидрохимия. Иркутск: Изд-во СО АН СССР, 1985. С. 33.

Ермолаев В. И., Прусевич Л. С. Соотношение биомассы фито- и зоопланктона в мезотрофном озере // Гидробиол. журнал. 1995. Т. 31, № 1. С. 21–25.

Жариков С. С. Озера, реки и грунтовые воды Ильменского заповедника. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2, д. № 150. 1951. 206 с.

Жариков С. С. Климат района Ильменского гос. заповедника и сопредельных пространств Южного Урала // Труды Ильменского государственного заповедника им. В. И. Ленина. 1959. Вып. 7. С. 3–32.

Жебенев О. И. Заобентос // Эколого-продукционные особенности озер различных ландшафтов Южного Урала. Л.: Наука, 1978. С. 189–205.

Жолнерович В. А. Биоминералообразование и его роль в формировании озерных осадков // Тезисы I республиканской конференции (Выездная сессия Украинского минералогического общества) по биоминералогии. Луцк: Луцкий гос. педагогический ин-т, 1988. С. 21.

Запорожский О. В. К фауне плавунцов водоемов центральной горной провинции Южного Урала // Фауна, экология беспозвоночных животных Челябинской области. Свердловск: УрО РАН, 1987. С. 25–26.

Запорожский О. В. К фауне плавунцов водоемов восточного склона Южного Урала // Насекомые в биогеоценозах Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 21.

Запорожский О. В. Экологические группировки плавунцов (*Coleoptera, Dytiscidae*) водоемов Ильменского заповедника // Материалы по флоре и фауне Челябинской области. Миасс: ИГЗ, 1994. С. 24–29.

Запорожский О. В., Коробейников Ю. И. К изучению фауны плавунцов озер Ильменского заповедника // Вопросы экологии животных: Отчетная сессия зоологических лабораторий Института экологии животных и растений. Свердловск: ИЭРиЖ, 1982. С. 40.

Захваткин В. А., Ахеганова М. А. Паразиты рыб озер Ильменского заповедника на Урале // Ученые записки Молотовского государственного университета. Пермь, 1940. Т. 4, В. 5. С. 3–36.

Зубкова Б. И., Бирюкова С. А. Металлы в органах и тканях промысловых видов рыб Дубоссарского водохранилища // II Всесоюзная конференция по рыболово-промышленной токсикологии. Т. 1. СПб., 1991. С. 227–228.

Иванов П. В. Классификация озер мира по величине и средней глубине // Бюлл. ЛГУ. 1949. № 21. С. 78–90.

Игнатов М. С., Афонина О. М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. Бриологический журнал. 1992. Т. 1 (1–2). С. 1–85.

Игнатова Е. А., Игнатов М. С. Мхи Башкирии: предварительный список видов и фитогеографические заметки // МОИП. 1993. Т. 98. Вып. 1. С. 103–111.

Изменение структуры экосистем озер в условиях возрастающей биогенной нагрузки. Л.: Наука, 1988. 312 с.

Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение». Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.

Канюкова Е. В. Водомерки (*Heteroptera, Gerridae*) фауны СССР // Систематика равнокрылых и полужесткокрылых насекомых фауны СССР / Труды Зоологического института АН СССР. Т. 105. Л.: ЗИН АН СССР, 1981. С. 62–93.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов. Методика изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.

- Кашин В. В. Цинк в основных компонентах ландшафтов бассейна оз. Байкал // Геохимия. 1999. № 1. С. 57–68.
- Кашин В. К., Иванов Г. М. Особенности накопления свинца в растениях бассейна озера Байкал // Экология. 1998. № 4. С. 316–318.
- Кашковский В. Н., Размашкин Д. А., Скрипченко Э. Г. Болезни и паразиты рыб рыбоводных хозяйств Сибири и Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 154 с.
- Кашулин Н. А. Реакция сиговых рыб на загрязнение субарктических водоемов тяжелыми металлами // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 1994. 24 с.
- Кашулин Н. А., Решетников Ю. С. Накопление и распределение никеля, меди и цинка в органах и тканях рыб в субарктических водоемах // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, № 5. С. 687–697.
- Кернер фон Марилайн А. Жизнь растений. Т. 1. СПб: Товарищество «Просвещение», 1903. 771 с.
- Киселев И. А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод. Т. IV. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1956. С. 226.
- Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.
- Китаев С. П. Ихтиомасса и рыбопродукция малых и средних озер и способы их определения. СПб.: Наука, 1994. 177 с.
- Ковальчук А. И. Гидрогеологические и гидрохимические предпосылки образования континентальных карбонатов на Урале // Озерные карбонаты Нечерноземной зоны СССР. Межвуз. сб. научных трудов. Пермь: Пермский политехнический институт, 1985. С. 36–42.
- Колесников Б. П. Лесорастительные условия и лесохозяйственное районирование Челябинской области // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. 1961. Вып. 26. С. 3–44.
- Колупаев Б. И. Нормальные и патологические изменения у гидробионтов // Биол. науки. 1989. № 4. С. 51–55.
- Кораблев Г. Г. Геохимическая оценка экологического состояния территории города Миасса и его окрестностей // Экологические исследования в Ильменском заповеднике. Миасс: ИГЗ, 1994. С. 148–177.
- Корнилов Ю. Б., Веретенникова Т. Ю. Марганцевые конкреции оз. Большое Миассово (Южный Урал) // Минералогия Урала. Материалы III регионального совещания. Т. I. Миасс: ИМин УрО РАН, 1998. С. 150–152.
- Коробейников Ю. И. Жужелицы Ильменского заповедника и их сезонная динамика активности // Структурно-функциональные связи в биогеоценозах Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. С. 44–62.
- Коршиков О. А. Підклас протококові (Protococcineae) // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Т. V. Київ: Ізд-во АН УРСР, 1953. 421 с.
- Косинская Е. К. Коньюгаты или сцеплянки. Десмидиевые водоросли // Флора споровых растений. Т. 5. Вып. 1. Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 706 с.

Красная книга СССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Т. 1. М.: Лесная промышленность, 1984. 392 с.

Кривенко В. Г. Водоплавающие птицы и их охрана. М.: Агропромиздат, 1991. 271 с.

Крючкова Н. М. Структура сообществ зоопланктона в водоемах разного типа // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем. Л.: Наука, 1987. С. 184–198.

Кузнецова М. А. Структурные перестройки в зоопланктонном сообществе эвтрофированных водоемов с позиций представлений о сукцессии // Экология. 1996. № 1. С. 77–80.

Кулагин Ю. З. Типы болотных лесов Ильменского заповедника и их динамика // Тр. Ин-та биологии. 1962. Вып. 28. С. 45–56.

Куперман Б. И. Паразиты рыб как биоиндикаторы загрязнения водоемов // Паразитология. 1992. Т. 26, № 6. С. 479–481.

Курдин В. П. Грунты Белого озера // Труды ин-та биологии водохранилищ АН СССР. 1960. Вып. 3 (6). С. 301–306.

Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.

Лагунов А. В. Фауна водных полужесткокрылых (*Hemiptera*) Ильменского государственного заповедника // Водные и околоводные экосистемы Ильменского заповедника. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. С. 21–24.

Лагунов А. В. Видовое богатство энтомофауны Челябинской области // Проблемы экологии и экологического образования Челябинской области. Челябинск, 1999. С. 77–78.

Лагунов А. В., Новоженов Ю. И. Fauna жесткокрылых Ильменского заповедника. Миасс: ИГЗ, 1996. 105 с.

Лагунов А. В., Соколов Г. И. Библиографический указатель по насекомым Челябинской области (1879–1986 гг.). Свердловск: УрО РАН, 1989. 51 с.

Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. Л.: Наука, 1978. 284 с.

Лапин И. А., Красюкова В. Н., Едигарова И. А. Растворенное органическое вещество как фактор устойчивости пресноводных экосистем к загрязнению тяжелыми металлами // Комплексный глобальный мониторинг состояния биосферы. Тез. докл. III Межд. симпозиума. М., 1985. С. 105–106.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1986 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 381, 1987. 218 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1987 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 384, 1988. 289 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1988 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 385, 1989. 211 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1989 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 386, 1990. 204 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1990 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 387, 1991. 285 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1991 г. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2, д. № 388. 1992. 285 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1992 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 399, 1993. 271 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1993 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 400, 1994. 168 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1994 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 401, 1996. 130 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1995 г. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2 (4), д. № 405. 1997. 227 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1996 г. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2, д. № 406. 1997. 258 с.

Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1997 г. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2, д. № 410. 1998. 227 с.

Линник П. Н., Набиванец Б. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеоиздат: 1986. 240 с.

Линник П. Н., Искра И. В. Кадмий в поверхностных водах: содержание, формы нахождения, токсическое действие // Гидробиол. журнал. 1997. Т. 33, № 6. С. 72–88.

Лукашев К. И. Геохимическое поведение элементов в гипергенном цикле миграций. Минск: Наука и техника, 1964. 462 с.

Лысюк Г. Н. Роль биогенного фактора в образовании океанических железо-марганцевых конкреций // Минералогия и жизнь: биоминеральное взаимодействие. Сыктывкар: Геопринт, 1996. С. 56.

Макарцева Е. С. Оценка общей стабильности зоопланктонного сообщества и его отдельных показателей при антропогенном евтрофировании водоемов // Гидробиол. журнал. 1986. Т. 22, № 5. С. 33–37.

Макарцева Е. С., Лаврентьев П. Я. Продукция мезо- и микрозоопланктона // Трансформация органического и биогенного веществ при антропогенном евтрофировании озер. Л.: Наука, 1989. С. 117–128.

Маковский В. И. Растворимость и стратиграфия торфяной залежи болот в окрестностях озер Большое Миассово, Большой и Малый Таткуль (Ильменский заповедник) // Биоценологические исследования на Южном Урале. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1978. С.35–52.

Макрофиты-индикаторы изменений природной среды. Киев, 1993. 413 с.

Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Библиографический указатель. Список организмов-индикаторов загрязнения // Л.: ЗИН АН СССР, 1974. 53 с.

Макунина А.А. Ландшафты Урала. М.: Наука, 1974. 157 с.  
Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые ракчи (Cladocera) фауны СССР. М.-Л.: Наука, 1964. 327 с.

- Мартин Р. Биоэнергетическая химия токсичных ионов металлов. М.: Мир, 1993. С. 25–61.
- Мартынов А.В. *Trichoptera* Сибири и прилежащих местностей. Часть II. // Ежегодник Зоологического музея Академии наук. 1910. Т. 15, вып. 4. С. 351–429.
- Мартынов А. В. К познанию фауны *Trichoptera* Урала в пределах Уфимской и Оренбургской губерний // Труды Русского энтомологического общества в Петрограде. 1914. Т. 41, № 5. С. 1–22.
- Маслов В. П. Водоросли и карбонатообразование // Известия АН СССР. Сер. геол. 1961. № 2. С. 81–86.
- Метелев В. В., Канаев А. Н., Дзасохова Н. Г. Водная токсикология. М.: Колос, 1971. 247 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов гидробиологических исследований на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 34 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 31 с.
- Методы определения металлов в растениях. М.: ВИМС, 1991. 112 с.
- Миронов Б. А. Гидрологические особенности лесов Ильменского заповедника // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. 1961. Вып. 25. С. 33–46.
- Миронов Б. А. Микроклиматические особенности горных лесов Ильменского заповедника // Докл. Второй научно-технич. конф. молодых специалистов лесного производства Урала по итогам работ 1961 г. Свердловск, 1962. С. 17–22.
- Миронов Б. А. О водоохранно-защитном значении горных лесов Ильменского государственного заповедника // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. 1963а. Вып. 36. С. 93–102.
- Миронов Б. А. О смене сосняков на березняки в гидрологических условиях в горных лесах Южного Урала. // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. 1963б. Вып. 36. С. 31–33.
- Миронов Б. А. Гидрологическая роль лесов Ильменского заповедника // Тр. Ильменского заповедника. 1973. Вып. X. С. 29–37.
- Миронов Б. А. Поступление и разложение опада в сосняках и березняках в зависимости от гидротермического режима почв // Тр. ИЭРиЖ УФАН СССР. 1978. Вып. 108. С. 3–15.
- Миронов Б. А. Некоторые вопросы структурно-функциональной организации и устойчивости лесных биогеоценозов Южного Урала // Тр. ИЭРиЖ УФАН СССР. 1979. Вып. 130. С. 91–97.
- Миронов Б. А. Изучение гидрологической роли лесов при комплексных биогеоценологических исследованиях на Южном Урале // Экологогеографические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С. 135–140.

Миронов Б. А. Антропогенные изменения гидрологических функций горных лесов Урала // Экологические основы рационального использования и воспроизводства лесов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1986а. С. 11–13.

Миронов Б. А. Особенности структурно-функциональной организации лесных биогеоценозов Южного Урала // Общие проблемы биогеоценологии. Тез. докл. II Всесоюзного совещания. М., 1986б. С. 87–89.

Молчанова И. В., Караваева Е. Н. Распределение  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в мохово-торфянистых отложениях верхового болота // Экология. 1981. № 5. С. 5–10.

Мэггарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М: Мир, 1992. 184 с.

Насыйров Р. А. Некоторые гематологические показатели окуня оз. Б. Миассово Ильменского заповедника // Проблемы охраны природных ресурсов Южного Урала. Челябинск, 1990. С. 46.

Никаноров А. М., Жулидов А. В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 312 с.

Никаноров А. М., Жулидов А. В., Покаржевский А. Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеоиздат, 1995. 143 с.

Никольский Г. В. Экология рыб. М.: Наука, 1974. 289 с.

Новоселов А. В. Угрозы экологической безопасности Челябинской области и деятельность органов управления // Проблемы экологии Южного Урала. Челябинск: ЮУрГУ, 1998. С. 29–42.

Одум Ю. Экология. Т. 2. М.: Мысль, 1986. 373 с.

Оксюк О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П., Линник П. Н., Кузьменко М. И., Кленус В. Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журнал. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–76.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Наука, 1977. 290 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России. СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 1994. 396 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР в 14 томах / Под ред. М. М. Голлербаха. ТТ. 2–4, 6–8, 10, 11. Л.: Изд-во АН СССР. 1951–1986.

Осипов С. К. Отчет по гидробиологическому изучению озер Ильменского заповедника. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2. д. № 388. 1938. 285 с.

Основы палеонтологии. Водоросли, мохообразные, псилофитовые, плауновидные, членистостебельные, папоротники. М.: Изд. АН СССР, 1963. 698 с.

Отчет ильменогорского геологосъемочного отряда о результатах геологического доизучения масштаба 1:50000 Ильменогорской площа-ди. 1982, ПГО «Уралгеология», ЧГРЭ. Юрецкий В. Н., Петров В. И., Кузнецов Г. П., Левин В. Я., Пунегов Б. Н. и др.

Отчет ильменогорского геологосъемочного отряда о результатах геологического изучения средней части Ильменогорского комплекса масштаба 1:50000. 1974, ПГО «Уралгеология», ЧГРЭ, ИГЗ. Левин В. Я., Петров В. И., Кузнецов Г. П., Муркин В. Г. и др.

Папченков В. Г. О классификации макрофитов водоемов и водной растительности // Экология. 1985. № 6. С. 8–13.

Пермяков Б. Н. Кисегачский гранитный массив. Миасс: ИГЗ, 1999. 224 с.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.

Петрова И. А. Высшая водная растительность и ее продукция // Эколого-продукционные особенности озер различных ландшафтов Южного Урала. Л.: Наука, 1978. С. 50–106.

Пидгайко М. Л. Зоопланктоценозы водоемов различных почвенно-климатических зон // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 135. С. 3–109.

Плотников В. В. Генезис малых озер Ильменского заповедника (предлесостепное Зауралье) // Биогеоценологические исследования на Южном Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. С. 15–34.

Подлесный А. В. К характеристике озер Аргаяшского кантона и рыбного хозяйства на них // Хозяйство Башкирии. 1929. № 4–5. С. 170–199.

Подлесный А. В. Озера Среднего и Южного Зауралья // Материалы лимнологической характеристики: Башкирская экспедиция АН СССР, 1928–1932. Архив УралВНИИОРХ. 1933.

Подлесный А. В. Акклиматизация рыб на Урале и ее результаты // Тр. УралВНИИОРХ. 1939. Т. 1. С. 86–140.

Подлесный А. В., Троицкая В. И. Ильменские озера и их рыбохозяйственная оценка // Тр. УралВНИИОРХ. 1941. Т. 3. С. 121–174.

Попов А. Н., Шутова И. В. Биология рыб оз. М. Миассово // Уч. зап. Пермского ун-та. 1940. Т. 4, вып. 1. С. 94–123.

Размашкин Д. А. О личинках трематод, паразитирующих у рыб водоемов Обь-Иртышского бассейна // Болезни и паразиты рыб Ледовитоморской провинции (в пределах СССР). Свердловск, 1976. С. 80–103.

Рогозин А. Г. К экологии пресноводных турбеллярий. Поиск методов выделения синэкологических групп // Зоол. журнал. 1992. Т. 71. Вып. 6. С. 5–10.

Рогозин А. Г. Коловратки (*Rotifera*) Челябинской области. Миасс: ИГЗ, 1995. 126 с.

Рогозин А. Г. Сравнительная сапробиологическая характеристика озер Тургояк и Большое Миассово // Изв. Челябинского Научного Центра. 1998. Вып. 1. С. 81–85.

Рогозин А. Г. Особенности структурной организации зоопланктонного сообщества в озерах разного трофического статуса. Видовые популяции // Экология. 2000. № 6.

Рогозин А. Г., Щетинина О. В. Кадастр коловраток Ильменского заповедника // Фауна и флора Ильменского заповедника. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 42–52.

- Рогозин А. Г., Щетинина О. В. К морфометрической характеристике чудского сига из оз. Б. Миассово // Зоологические исследования в Ильменском заповеднике и его окрестностях. Миасс, 1994. С. 51–60.
- Россолимо Л. Л., Федорова Е. И. Олиготрофия озер Южного Урала // Антропогенный фактор в развитии озер. М.: Наука, 1967. С. 5–43.
- Рылов В. М. К сведениям о планктоне Зауральских озер. Архив ГосНИОРХ. 1932.
- Савенко В. С. О процессах формирования железо-марганцевых конкреций (физико-химический анализ) // Геохимия. 1990. № 8. С. 1151–1159.
- Самойлова Н. М. Некоторые результаты акклиматизации ондатры в Ильменском заповеднике // Проблемы рационального ведения охотниччьего хозяйства на Южном Урале: препринт. Свердловск, УрО АН СССР, 1992. С. 61–62.
- Сапропели и их лечебное применение / Под ред. Оранского И. Е., Федорова А. А. Челябинск: Челябинский дом печати, 1984. 135 с.
- Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990. 597 с.
- Сафонова Т. А. Альгология. Новосибирск: Наука. 1996. С. 42–48.
- Сементовский В. Н. Озера и реки Ильменского хребта // Уч. зап. Казанского ун-та. 1907. Кн. 10. С. 45–70.
- Сементовский В. Н. Исследование горных озер Урала летом 1913 года // Известия Русского Географического Общества. Т. XI. 1914.
- Сементовский В. Н. Горные озера Урала // Изв. Императорского геогр. о-ва. 1917. Т. 50, вып. 5–6. С. 277–340.
- Семин В. А., Фрейндлинг А. В. Макрофиты и их место в системе экологического мониторинга // Научные основы биомониторинга пресноводных экосистем. / Труды советско-французского симпозиума. Астрахань, 3–12 сентября 1985 г. Л.: Гидрометеоиздат, 1988 г. С. 95–104.
- Серенькая Е. П. Химический состав воды Кисегач-Миассовской озерной системы в зимний период // Водные и околоводные экосистемы Ильменского заповедника. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. С. 11–20.
- Сигов А. П., Шуб В. С. Геоморфологическое районирование Урала // Материалы по геоморфологии и новейшей тектонике Урала и Поволжья. Сб. 3. Уфа, 1972. С. 44–51.
- Скабичевский А. П. Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР. М.: Изд. МГУ, 1960. 349 с.
- Смирнов Н. Н. Chydoridae фауны мира: Фауна СССР, нов. сер., № 101. Ракообразные, т. 1, вып. 2. Л.: Наука, 1970. 531 с.
- Смирнов В. П., Кортикова Н. М. К вопросу о патогистологическом изучении рыб в водной токсикологии. Петрозаводск, 1988. С. 72–76.
- Снитько Л. В. О накоплении тяжелых металлов доминирующими видами растительности // Изв. ЧНЦ УрО РАН, сер. Биология. 1999. № 1. С. 1–10.
- Справочник по водным ресурсам СССР // Урал и Южное Приуралье. Т. XII. Ч. I. М.: 1936.

Судариков В. Е., Шигин А. А. К методике работы с метаперкариями трематод отряда *Strigeida*. Труды гельминтологической лаборатории АН СССР, 1965 Т. 15. С. 158–166.

Таусон О. А. Гидробиология Ильменских озер и их рыбохозяйственная оценка. Архив Ильменского государственного заповедника, оп. 2, д. № 37. 1940. 316 с.

Теоретические вопросы классификации озер. СПб.: Наука, 1993. 192 с.

Ткачев В. А. Изучение популяции *Ergasilus sieboldi* на оз. Б. Миассово // Водные экосистемы Урала, их охрана и рациональное использование. Свердловск: УрО АН СССР, 1989а. С. 136–139.

Ткачев В. А. К выяснению паразитологической ситуации рыб в водоемах Ильменского заповедника // Гельминтология сегодня: проблемы и перспективы. Т. 2. М., 1989б. С. 138.

Топачевський О. В., Оксіонок О. П. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae) // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Т. XI. Київ: Ізд.-во АН УРСР, 1960. 412 с.

Уильямс Д. Металлы жизни: Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 250 с.

Унифицированные методы определения качества вод // М.: Изд-во СЭВ, 1977. С. 6–103

Ушков Л. С. Промысловая фауна Ильменского заповедника // Труды Ильменского заповедника. 1947, вып. 111, ч. 1. С. 87–159.

Ушков Л. С. Звери и птицы Ильменского заповедника. Екатеринбург: Наука, 1993. 268 с.

Федоров К. П. О биоценотической целостности сообществ паразитов и хозяев // Сибирский экологический журнал. 1996. № 6. С. 341–553.

Ферштатер Г. Б., Бородина Н. С., Раппорт М. С., Осипова Т. А., Смирнов В. Н., Левин В. Я. Орогенный гранитоидный магматизм Урала. Миасс: ИГЗ, 1994. 350 с.

Филов В. А. Неорганические соединения элементов V–VII групп // Вредные химические вещества. Л.: Химия, 1989. С. 313–445.

Фильрозе Е. М. Типы леса Ильменского государственного заповедника и их динамика // Тр. по лесному хозяйству Сибири. 1958. Вып. 4. С. 157–163.

Фильрозе Е. М. Схема генетической классификации типов леса тайги восточного макросклона Южного Урала и северной лесостепи восточно-уральского пенеплена // Тр. ИЭРИЖ УФАН СССР. Свердловск, 1967. С. 119–158.

Форш Л. Ф., Варенцов Л. Н. Термический режим и тепловой баланс // Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. Л.: Наука, 1978. С. 154–180.

Харитонов А. Ю. Распространение стрекоз на территории Челябинской области // Научно-краеведческая конференция Челябинского отделения Географического общества СССР: Тез. докл. Челябинск, 1972. С. 51–52.

- Харитонов А. Ю. Стрекозы Ильменского заповедника // Вопросы зоологии. Челябинск: ЧГПИ, 1975. Вып. 4. С. 63–65.
- Харитонов А. Ю. Фауна стрекоз (*Insecta, Odonata*) Урала и Восточного Приуралья // Научные труды Биологического института СО АН СССР. Новосибирск, 1976. Вып. 18. С. 157–161.
- Харитонов А. Ю. Жизненные циклы некоторых видов стрекоз в восточном Приуралье // Изв. СО АН СССР, серия биологических наук. Новосибирск, 1977. Вып. 1, № 5. С. 55–60.
- Харитонов А. Ю. Зоогеографическое районирование Восточного Приуралья на основании распространения стрекоз (*Insecta, Odonata*) // Научные труды Биологического института СО АН СССР. Новосибирск, 1978. Вып. 34. С. 47–54.
- Харитонов А. Ю. Широтные изменения фенологии стрекоз (*Insecta, Odonata*) Зауралья и Казахстана // Экология. 1980. № 2. С. 93–96.
- Харитонов А. Ю. Стрекозы Ильменского заповедника // Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1986 г. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 381, 1986. 218 с.
- Харитонов А. Ю. Урал и Приуралье // Фауна и экология стрекоз. Новосибирск: Наука, 1989. С. 11–13.
- Хитров М. Л., Холина Ю. Б. Формы нахождения марганца в океанической воде // Очерки соврем. геохимии и аналитической химии. М.: Наука, 1972. С. 493–500.
- Хьюз М. Неорганическая химия биологических процессов. М.: Мир, 1983. 414 с.
- Хэслам С. М. Макрофиты и качество водотока // Научные основы качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., 1977. С. 215–220.
- Чащина О. Е. Новые виды жестокрылых // Летопись природы Ильменского государственного заповедника за 1998 год. Архив ИГЗ, оп. 2, д. № 381, 1998. 218 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. Л.: Изд-во АН СССР. 1981. 510 с.
- Численко Л. Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела Л.: Наука, 1968. 287 с.
- Шапорев И. А., Кокаровцев В. К. Выявленные и потенциальные ресурсы карбонатной гажи Нечерноземья и сопредельных территорий // Озерные карбонаты Нечерноземной зоны СССР. Межвуз. сб. научных трудов. Пермь: Пермский политехнический институт, 1985. С. 3–20.
- Шигин А. А. К изучению жизненного цикла *Diplostomum mergi* (Trematoda Diplostomidae) – нового возбудителя диплостомозов рыб // Тр. Гельминтологической лаборатории АН СССР. 1965. Т. 16. С. 64–65.
- Шляпников Д. С., Демчук И. Г., Окунев П. В. Минеральные компоненты донных отложений озер Урала. Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1990. 102 с.
- Эдельштейн Я. С. Основы геоморфологии. М.: Недра, 1947. 339 с.
- Экология озера Тургояк. Миасс: ИГЗ, 1998. 153 с.

Экологопродукционные особенности озер различных ландшафтов Южного Урала. Л.: Наука, 1978. 212 с.

Экосистемы в критических состояниях. М.: Наука. 1989. 155 с.

Юрецкий В. Н. Геохимическая карта Ильменского заповедника. М., 1982.

Яковлева Л. В., Сергеева Л. В. Химический состав озерных отложений // Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. Л.: Наука, 1978. С. 51–62.

Bartenev A. N. Noch einmal über die Artengruppen *Aeschna juncea* (*Odonata*) in der Palearctic // Zool. Anz. 1930. Bd. 89, h. 7 10. S. 229–245.

Blancher E. Zooplankton-trophic state relationships in some north and central Florida lakes // Hydrobiologia. 1984. Vol. 109, № 3. P. 251–263.

Boros A. Bryogeographie und Bryoflora Ungarns. Akademiai Kiado. Budapest. 1968.

Ewerall N. C., Macfarlane N. A., Seidwick R. W. The effects of water hardness upon the uptake, accumulation and excretion on of zinc in the brown trout. Salmotrutta L. // J. Fish. Biol. 1989. V. 33. P. 881–892.

Goering P. L., Mystry P., Fovler B. A. Mechanisms of metalinduceit cell injury // Hand book of toxicology (Eds Haley T. Berndt W. O.). New York: Hemisphere, 1987. P. 384–425.

Handy R. D. The assessment of episodic metal pollution. J. Uses limitation of tissue contaminant analysis in rainbow trout (*Ocorhynchus mykiss*) after short waterborne exposure to cadmium or copper // Arch. Environ. contam. Toxicol., 1992, Vol. 22, № 1. P. 34–81.

Huber-Pestalozzi. Chrysophycean, Farblose Flagellaten, Heterokonten // Die Binnengewasser Band XVI, t. 2, h. 1. 1941.

Huston M. A general hypothesis of species diversity // Am. Nat. 1979. P. 81–101.

Karabin A. Pelagic zooplankton (Rotatoria + Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. I. Structural and quantitative features // Ecol. pol. 1985. Vol. 33, № 4. P. 567–616.

Marcus M., David W. Seasonal concentration changes of Hg, Cd, Cu and in a population of roach // Heavy Metals Environ. Int. Conf. Athens. Sept, 1985. V. 1. Edinburgh. 1985. P. 709–711.

Margalef R. Perspectives in Ecological Theory // Chicago: University of Chicago Press. 1968. 112 p.

Meusel H. Wuchsformen und Wuchstypen der europäischen Laubmoose // Nova Acta Leopoldina. 1935. Bd. 3. № 12. 277 s.

Sladeczek V. Rotifers as indicators of water quality // Hydrobiologia. 1983. Vol. 100. P. 169–201.

Wood J. Biological cycles for toxic elements in the environment // Sciens. 1974. Vol. 183. P. 1049–1059.

## **Приложение 1**

### **Аннотированный список планктонных водорослей озера Большое Миассово**

Синонимия дана по «Определителю пресноводных водорослей СССР» под ред. М. М. Голлербаха; хлорококковые водоросли (*Chlorophyta*, *Chlorococcales*) даны по «Визначнику прісноводних водоростей Української РСР» (Коршиков, 1953); десмидиевые (*Desmidiales*, *Closteriaceae*) даны по «Флоре споровых растений» Е. К. Косинской; отдельные виды золотистых (*Chrysophyta*) – в соответствии с «Die Binnengewässer» Bd. 16 (Huber-Pestalozzi, 1941).

Комментарий к виду дан в следующем порядке:

- автор и дата первой находки в оз. Б. Миассово (название озера не указано) или других озерах Ильменского заповедника, имеющих с ним постоянную или времененную связь посредством проток, рек, ручьев, болотных урочищ;
- ссылка на работу автора первой находки и синонимия (если в данной работе она отличается от современной); количественные характеристики по данным первого автора (если имеются);
- собственные данные по этому виду;
- экологические свойства и географическое распространение.

Оценка обилия видов в цитируемой работе Таусон О. А. (1940) дана по шкале Шеффера и Робинсона: массовый вид – встречаемость в пробах 60–100 %, много – 30–60 %, порядочно – 5–30 %, мало – 1–5 %, единично <1 %.

#### ***C Y A N O P H Y T A* – синезеленые водоросли**

##### **Класс *Chroococcophyceae***

##### **Порядок *Chroococcales***

##### **Семейство *Holopediaceae***

1. *Holopedia geminata* Lagerh. Снитько Л. В., 1999 г., залив Няшевская курья, единственная колония в майской пробе. Типичный вид стоячих вод, отмечен для Европейской части России и Южного Урала.

### **Семейство *Microcystidaceae***

2. *Microcystis aeruginosa* Kutz emend Elenk. Таусон О. А., 1937 г. (мало – много). По акватории в 1999 г. встречаемость 15.6 %, в малом количестве. Обычный вид, часто вызывающий «цветение» воды.
- Microcystis aeruginosa* f. *viridis* (A. Br.) Elenk. (= *M. viridis* (A. Br.) Lemm., Бондаренко Н. В., 1936 г.) По акватории в 1999 г. единичными колониями. Форма *viridis* встречается местами в Европейской части России.
3. *Microcystis pulvrea* (Wood) Forti emend Elenk. (= *M. pulvrea* (Wood) Mig. Таусон О. А., 1937 г., оз. М. Миассово (мало). По акватории в 1999 г. встречаемость 9.2 %. Обычный вид планктона стоячих вод, обрастаний и в почве.
4. *Microcystis firma* (Breb. et Lenorm.) Schmidle. Снитько Л. В., 1999 г., главный плес, Зимник. Указан Танаевой Г. В. для Челябинской обл. По акватории 1999 г. встречаемость колоний 8.3 %. Типичный вид стоячих вод, встречается редко в Европейской части России и Северном Кавказе.
5. *Aphanothece clathrata* W. et G.S.West. Таусон О. А., 1937 г., М. Миассово (мало, единично), Б. и М. Кисегач (мало). В 1999 г. отмечена единично, встречаемость – 2.8 %. Планктонный озерный вид, встречается местами в европейской части России, Сибири, Средней Азии.

### **Семейство *Gloeocapsaceae***

6. *Gloeocapsa limnetica* (Lemm.) Hollerb. (= *Chroococcus limneticus* Lemm. Таусон О. А., 1937 г., в оз. Б. и М. Миассово, Б. и М. Кисегач, единично и мало. В 1999 г. найден на станции «Кораблик», единичные колонии. Типичный планктонный вид, встречается повсеместно.

### **Семейство *Coelosphaeriaceae***

7. *Coelosphaerium kuetzingianum* Nag. Таусон О. А., 1937 г., найден в оз. М. Кисегач (мало), Ильменском (мало). Распространенный в 1999 г. по акватории вид, встречаемость 17.4 %. Распространенная планктонная водоросль.
8. *Coelosphaerium dubium* Grun. Таусон О. А., 1937 г., М. и Б. Миассово (порядочно). По акватории в 1999 г., в малых количествах, встречаемость 5.5 %. Широко распространенный вид загрязненных водоемов, галофил.

### **Семейство *Gomphosphaeriaceae***

9. *Gomphosphaeria lacustris* Chod. Снитько Л. В., 1999 г., станция «Кораблик» единичные колонии, встречаемость 3.7 %. Типичный планктонный вид стоячих вод.
10. *Snowella rosea* (Snow) Elenk. Танаева Г. В., Захаров С. Г., 1995 г. (устное сообщение) отметили массовое развитие вида в оз. Б. Миассово. По всей акватории 1999 г. обычный вид, иногда в значительных количествах, встречаемость 34.9 %. Планктонный озерный вид, вероятно широко распространен, но смешивался с *Coelosphaerium kuetzingianum*.

### **Класс Hormogoniophyceae**

#### **Порядок *Nostocales***

##### **Семейство *Anabaenaceae***

11. *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb. Таусон О. А., 1937 г. во всех озерах заповедника (очень много – порядочно). По акватории в 1999 г. встречаемость 7.3 %. Один из самых распространенных европейских видов, вызывающих «цветение» воды, индифферент.  
*Anabaena flos-aquae* f. *gracilis* (Kleb.) Elenk. Снитько Л. В., 1999 г., форма вида развившаяся в 1999 г. в массовых количествах по всей акватории и вызывавшая «цветение» воды озера. Входил в доминирующий комплекс в 1999 г. Планктонный вид стоячих вод и рек, встречается в различных районах бывшего СССР.
12. *Anabaena hassalii* (Kutz.) Wittr. Бондаренко Н. В., 1936 г. массовый вид. В 1999 г. встречаемость колоний 8.3 %. Широко распространенный планктонный вид.
13. *Anabaena spirooides* Kleb. Таусон О. А., 1937 г., малое количество. По акватории в 1999 г. попадались единичные колонии, встречаемость 8.3 %. Широко распространенный вид.
14. *Anabaena lemmermannii* P. Richt Снитько Л. В., 1999 г., отмечено массовое развитие в курье Липовой, встречаемость 0.9 %. Один из наиболее широко распространенных видов стоячих вод, часто вызывающий «цветение» воды.

### **Семейство *Aphanizomenonaceae***

15. *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralf. Таусон О. А., 1937 г., в Б. Кисегаче (мало) и Б. Ишкуле (немного). В 1999 г. встречена единичная колония в курье Зимник. Повсеместный вид, вызывающий «цветение» воды.

### **Семейство *Rivulariaceae***

16. *Gloeotrichia echinulata* (J. S. Smith) P. Richt. Бондаренко Н. В., 1936 г., Таусон О. А., 1937 г., в единичном количестве. В 1999 г. отмечено массовое развитие по всей акватории в стадии *Pseudorivularia* V. Poljansk. Встречаемость 57.8 %. Вид входил в доминирующий комплекс. Единственный типично планктонный вид рода, в стоячих водах часто обуславливает «цветение» воды, широко распространен в СССР.

### **Порядок *Oscillatoriales***

#### **Семейство *Oscillatoriaceae***

17. *Oscillatoria sp.* Вид *O. sp.* Встречен Таусон О. А., 1937 г., в единичном количестве, Танаевой Г. В. и Захаровым С. Г. в 1995 г. *O. limosa* отмечена в значительном количестве. В 1999 г. встречены единичные трихомы по акватории.

## ***C H L O R O P H Y T A* – зеленые водоросли**

### **Класс Chlorococcophyceae**

#### **Порядок *Chroococcales* (*Protococcales*)**

##### **Семейство *Chlorococcaceae***

18. *Desmatractum indutum* Pasch. (Geitl.) Снитько Л. В., 1999 г., встречен единичный экземпляр в курье Зимник близ устья впадающего ручья, редкий европейский планктонный вид.

### **Семейство *Hydrodictyaceae***

19. *Pediastrum duplex* Meyen. Таусон О. А., 1937 г., единично. Встречаемость 7.3 % в 1999 г. Широко распространен.
20. *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh. Таусон О. А., 1937 г. (мало). Встречаемость в 1999 г. – 8.3 %, единичными колониями. Широко распространен.
21. *Pediastrum simplex* Meyen. (= *P. clathratum* Lemm, Бондаренко Н. В., 1936 г. Таусон О. А. 1937 г., единично). В 1999 г. встречена единичная колония на станции «Кораблик». Повсеместный вид. Широко распространен.

### **Семейство *Oocystaceae***

22. *Chlorella sp.* Виды рода часто в малых количествах встречались в пробах (25.7 %). Классификация видов рода затруднена из-за отсутствия определителя по роду *Chlorella*.
23. *Tetraedron incus* (Teiling) G.M. Smith (= *T. regulare* var. *incus* Teiling., *T. regulare* var. *torsum* Turn.) Таусон О. А., 1937 г.

Вид *T. regulare* Kutz отмечен в оз. Карматкуль (мало), различные виды рода встречены Таусон О. А. в других озерах заповедника. В 1999 г. вид встречен единственный раз в курье Зимник.

24. *Oocystis solitaria* Wittrook. Таусон О. А., 1937 г., указан для оз. М. Кисегач (мало). Встречаемость в оз. Б. Миассово в 1999 г. – 7.3 %, единично. Один из наиболее широко распространенных видов рода.
25. *Oocystis lacustris* Chod. Таусон О. А., 1937 г., указан для оз. М. Кисегач (мало). Встречаемость 3.7 % в 1999 г. в курье Зимник. Широко распространенный вид.

#### **Семейство *Protococcaceae***

26. *Coenococcus planctonicus* Korschik. Снитько Л. В., 1999 г. Часто встречающийся (11.9 % проб) в летнем планктоне в малых количествах. Распространенный европейский вид.
27. *Coenochloris ovalis* Korschik. Снитько Л. В., 1999 г. Встречаемость 4.6 % по всей акватории. Широко распространенный вид.

#### **Семейство *Dictyosphaeriaceae***

28. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood. Таусон О. А., 1937 г. отмечен в оз. М. Кисегач (мало). В 1999 г. единично встречен в курье Зимник. Вид, широко распространенный вид в водоемах различного трофического статуса.
29. *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Naeg. Таусон О. А., 1937 г., отмечен в оз. Б. Кисегач (мало), в 1999 г. единично встречен в курье Зимник. Широко распространенный вид.

#### **Семейство *Botryococcaceae***

30. *Botryosphaera sudetica* (Lemm.) Chod. (= *Botryococcus sudeticus* Lemm.) Снитько Л. В., 1999 г., единственная находка колонии на станции «Кораблик» в сентябрьской пробе. Часто встречается в олиготрофных и дистрофных водоемах.

#### **Семейство *Coelastraceae***

31. *Coelastrum cubicum* Naeg (= *C. naegelii* Rabenh, *C. cubicum* var. *salinarum* Hansg., *C. cornutum* Lemm). Виды рода отмечены Бондаренко Н. В., 1936 г., Таусон О. А., 1937 г. во многих озерах заповедника. В 1999 г. встречена одна колония в курье Зимник.
32. *Coelastrum microporum* Naeg (= *C. robustum* Hantzsch, *C. sphaericum* var. *compactum* Moeb., *C. inditum* Turn) Бонда-

ренко Н. В., 1936 г., отмечен для оз. М. Кисегач, Таусон О. А., 1937 г., указан в оз. Ишкуль. В 1999 г. встречался единичными колониями в Няшевской курье и центральном плесе. Широко распространенный вид водоемов различного типа.

#### **Семейство *Scenedesmaceae***

33. *Scenedesmus quadricauda* (Turp) Breb. Бондаренко Н. В., 1936 г. отмечен в оз. М. Миассово, Таусон О. А. 1937 г. обнаружен в оз. Б. и М. Кисегач (мало), М. Миассово (единично). В 1999 г. встречаемость вида – 1.8 %, единично по акватории. Широко распространенный вид водоемов различного типа.
34. *Didymocystis planctonica* Korschik. Снитько Л. В., 1999 г., по всей акватории, встречаемость 9.2 %. Планктонный вид водоемов различного типа.

#### **Класс *Ulotrichophyceae* – улотриксовые водоросли**

##### **Порядок *Ulotrichales***

###### **Семейство *Ulotrichaceae***

35. *Elakatothrix genevensis* (Reverd.) Hind. Ярушина М. И., Снитько Л. В., 1999 г., отмечен один раз в зимней пробе, станция «Кораблик». Вид проточных и стоячих водоемов различного трофического статуса и болот.
36. *Elakatothrix gelatinosa* Wille. Таусон О. А., 1937 г., отмечен в оз. М. Кисегач (мало). В 1999 г. колония встречена однажды в курье Зимник. Планктонный вид, нередко встречающийся в различных районах.

#### **Класс *Conjugatophyceae***

##### **Порядок *Desmidiales* – десмидиевые водоросли**

###### **Семейство *Desmidiacea***

37. *Staurastrum subgracillimum* Ralf. Снитько Л. В., 1999 г., встречаемость 1.8 %. Планктонный вид.
38. *Staurastrum gracile* Ralf var. *gracile*. Бондаренко Н. В., 1936 г. Таусон О. А., 1937 г., единично. Распространенный в озере вид (встречаемость 23.9 %), в сентябрьских пробах попадался в значительных количествах. Один из наиболее широко распространенных видов десмидиевых, планктонный вид водоемов различного трофического статуса и болот.
39. *Cosmarium sp.* Таусон О. А., 1937 г., встречался единично. Единично отмечен 1999 г. в Штанной курье.

### **Семейство *Closteriaceae***

40. *Closterium aciculare* Tuffen West. Бондаренко Н. В., 1936 г. отмечен в оз. Ильменское, Аргаяш., *C. sp.* Таусон О. А., 1937 г. отмечен в М. Миассово. В 1999 г. встречен единично в Нишевской курье. Планктонный вид водоемов различного трофического уровня и сфагновых болот, европейского распространения, также в Австралии и Южной Америке.
41. *Closterium inaequale* Ehrenb. Снитько Л. В., 1999 г. Встречен единично в курье Зимник. Европейский вид стоячих водоемов разного трофического статуса и болот.

### **Класс *Volvocophyceae* – вольвоксовые водоросли**

#### **Порядок *Chlamydomonadales***

##### **Семейство *Phacotaceae***

42. *Phacotus lenticularis* Ehren. Танаева Г. В., Захаров С. Г., 1995 г. указан преобладающим из зеленых водорослей. Встречаемость в 1999 г. 2.8 % в малых количествах. Распространенный вид водоемов различного трофического статуса.

### **Семейство *Polytomaceae***

43. *Polytoma* sp. Бесцветные двухжгутиковые одноклеточные малоизученного рода со слабо разработанной систематикой нередко встречались в малых количествах по всей акватории озера 1999 г., могли быть диагностированы ранее как *Chlamydomonas*.

#### **Порядок *Volvocales***

##### **Семейство *Volvocaceae***

44. *Pandorina morum* (Mull) Bory. Таусон О. А., 1937 г. указана для оз. М. Кисегач (мало). Встречена в 1999 г. единственная колония в курье Зимник. Широко распространенный планктонный вид различных водоемов.
45. *Eudorina elegans* Ehr. Бондаренко Н. В., 1936 г., Таусон О. А., 1937 г. (мало, единично). Встречаемость в 1999 г. – 0.9 %. Широко распространенный планктонный вид.

### ***C H R Y S O P H Y T A* – золотистые водоросли**

#### **Класс *Chrysophyceae***

#### **Порядок *Chrysomonadales***

##### **Семейство *Ochromonadaceae***

46. *Uroglénopsis americana* Lemm. Бондаренко Н. В., 1936 г., в оз. М. Миассово отмечен вид *Urogléna volvox* (*Uroglénopsis*

Lemm.= *Uroglena Skuja*). В 1995 г. вид отмечен в массовом количестве Танаевой Г. В. и Захаровым С. Г. (Летопись природы..., 1995). В 1999 г. колонии отмечены дважды в курье Проходной и Зимник. Вид водоемов различного трофического статуса, болот и прибрежных зарослей. Широко распространен.

### Семейство *Synuraceae*

47. *Mallomonas caudata* Iwan. Таусон О. А., 1937 г., указан для оз. М. Кисегач (мало). В 1999 г. встречаемость 24.8 % по всей акватории, в сентябрьских пробах – в значительных количествах. Вид водоемов разного трофического статуса. Широко распространен.
48. *Mallomonas acaroides* Perty. Снитько Л. В., 1999 г., встречаемость 0.9 %. Широко распространенный вид водоемов различного трофического статуса.

### Семейство *Dinobryonaceae*

49. *Dinobryon sociale* Ehr. Снитько Л. В., 1999 г., встречена одна колония в курье Зимник. Планктонный вид озер и болот.  
*Dinobryon sociale* var. *americanum* Binnengewasser – форма вида, диагностируемая нами в соответствии с «Die Binnengewasser» Band XVI: Huber-Pestalozzi, 2 Teil. Европейская форма вида (см. рис. 25). В 1998–2000 гг. именно эта форма вида была доминантом фитопланктона сообществ в июне (встречаемость 45.9 %). Преобладающий вид 1936–37 гг. (Таусон, 1940; Бондаренко, 1938). *Dinobryon stipitatum* Stein = *D. bavaricum* Imh. (Определитель ..., 1951–86 г.) не встретился в пробах. По диагнозу вида *D. sociale* var. *stipitatum* (stem) Lemm, в Определителе под ред. Голлербаха М. М. (1951–86 гг.) и синонимии можно сделать вывод, что *D. sociale* var. *americanum*, отмечаемый нами, определялся ранее как *D. stipitatum* (Stein) – преобладающий по О. А. Таусон (1940). То есть смены доминанта фитопланктона за 60 лет не произошло.
50. *Dinobryon divergens* Imh. Бондаренко Н.В., 1936 г., Таусон О. А., 1937 г., в количестве «очень много» отмечен в оз. М. Кисегач, в оз. Б. Кисегач – «порядочно». Один из преобладающих видов на протяжении всего лета. Распространенный планктонный вид водоемов различного трофического уровня и болот.  
*Dinobryon divergens* var. *angulatum* (Sel.) Brunnth. Таусон О. А., 1937 г. (немного). В 1999 г. встречаемость 8.3 %. Повсеместно распространенная планктонная форма.

51. *Dinobryon cylindricum* Imh var. *palustre* Lemm. Танаева Г. В., Захаров С. Г., 1995 г., вид отмечен в больших количествах. В 1999 г. – единичные колонии в курье Зимник. Повсеместно распространенный планктонный вид водоемов различного трофического статуса, болот.
52. *Dinobryon sertularia* Ehr. Таусон О. А., 1937 г., вид отмечен в количестве «порядочно». В 1999 г. встречаемость вида 1.8 % в курье Липовой. Планктонный вид водоемов различного трофического уровня и болот. Эвритеческий космополит, к солям менее чувствителен, чем другие виды.

## **B A C I L L A R I O P H Y T A – диатомовые водоросли**

### **Класс Centrophyceae**

#### **Порядок *Discoïdales***

##### **Семейство *Melosiraceae***

53. *Melosira islandica* O. Mull subsp. *helvetica* O. Mull (= *Melosira granulata* subsp. *helvetica* O. Mull) Таусон О. А., 1937 г., Бондаренко Н. В., 1936 г. отмечена в озере как *M. granulata* Ehrbr. (единично, мало). В 1999 г. – доминирующий в сентябре по всей акватории вид, встречаемость 33.9 %. Типичная планктонная форма реликтового вида, широко распространенная и развивающаяся в массе в эвтрофных озерах, нередко и в олиготрофных.
54. *Melosira ambigua* (Grun.) O. Mull (= *M. italica* f. *ambigua* Grun.). Таусон О. А., 1937 г., указана для озера Б. Миассово как *M. italica* Kutz (единично, мало). В 1999 г. встречаемость 12.8 %, вместе с предыдущим видом, в сентябрьских пробах. Космополитный вид, распространенный преимущественно в европейской части России, Европе и тропиках.

##### **Семейство *Aulacosiraceae***

55. *Aulacosira granulata* (Ehr) Sim. (= *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs). Таусон О. А., 1937 г. (*M. granulata* Ehrbr), Бондаренко Н. В., 1936 г. (*M. granulata*), отмечена для озера Б. Миассово. В 1999 г. встречаемость в пробах 21.1 %, вместе с предыдущими видами в сентябрьских пробах, в больших количествах. Космополитный вид, широко распространенный в эвтрофных водоемах, реже в олиготрофных.
- Aulacosira granulata* (Ehr) Sim. var. *curvata* (Grun) Hust. Снитько Л. В., 1999 г., эта форма вида постоянно встречалась вместе

с типичной в пропорции 1\3 численности по всей акватории. Встречаемость ее значительно меньше.

56. *Aulacosira italica* (Ehr.) Sim. var. *tenuissima* (Grun.) O. Mull. Таусон О. А., 1937 г., отмечена как *Melosira italica* var. *tenuissima* Grun. в оз. М. Кисегач (мало). В пробах 1999 г. встречае- мость 1.8 %. Широко распространенный вид, преимуществен- но в литоральной зоне, олигосапроб, у этой вариации вида встречаеомость значительно ниже, чем у типичной.

### **Семейство *Stephanodiscaceae***

57. *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun. var. *minutulus* (Kutz) Grun. Летанская Г. И., 1973 г., оз. Б. Кисегач, в составе доминирую- щего комплекса. Встречаемость 5.5 % в 1999 г. Распростра- ненный пресноводно-солоноватоводный планктонный вид, индифферент, β-мезосапроб.
58. *Cyclotella comta* (Ehr.) Kutz. Бондаренко Н. В., 1936 г., Таусон О. А., 1937 г. (единично, мало). В 1999 г. встречаеомость 32.1 % по всей акватории в небольших количествах. Истинно планктонный, широко распространенный пресноводно-солоноватоводный вид, галофил, предпочитающий эвтрофные водоемы и озера с щелочной реакцией воды.
59. *Cyclotella operculata* (Ag.) Kutz. Таусон О. А., 1937 г. в оз. М. Кисегач (мало); указан в доминирующем комплексе оз. Б. Миассово в 1995 г. Танаевой Г. В. и Захаровым С. Г. Вид встречался в заливах в 1999 г. реже предыдущего (встречает- мость 9.2 %), но в больших количествах. Широко распростра- ненный пресноводный литоральный вид, индифферент.
60. *Cyclotella meneghiniana* Kutz. Таусон О. А., 1937 г., оз. М. Ми- ассово (мало). Встречаемость в 1999 г. 7.3 %, единично. Широко распространенный литоральный вид, пресноводный, но переносящий засоление – чаще относимый к индифферентам, олигосапроб.
61. *Cyclotella kuetzingiana* Thw. Таусон О. А., 1937 г., оз. Ишкуль (немного). В 1999 г. встречаеомость 3.7 %, единично. Распространенный литоральный вид, встречающийся в придонном планктоне, бентосе и в обрастаниях, индифферент, олигосапроб.
62. *Cyclotella bodanica* Eulenst var. *lemanensis* O. Mull. Летанская Г. И., 1973 г. в составе доминирующего комплекса оз. Б. Ки- сегач. Форма вида в 1999 г. имела встречаеомость 11.9 %. Ред- кий пелагиальный вид горных и северных озер.

**Порядок *Biddulphioidea***  
**Семейство *Biddulphioideae***

63. *Attheya zachariasii* Brun. Снитько Л. В., 1999 г., вид достигал значительного развития в конце лета и встречался в 3.7 % проб по всей акватории 1999 г. Планктонный пресноводный вид преимущественно эвтрофных водоемов, широко распространен.

**Класс Pennatophyceae**

**Порядок *Araphinales***

**Семейство *Diatomaceae***

64. *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag. Бондаренко Н. В., 1936 г. Вид встречался единично в Няшевской курье в 1999 г., после прорыва плотины на Няшевский Прудок. Планктонный, широко распространенный вид, галофил, олиго-β-мезосапроб.

**Семейство *Fragilariaeae***

65. *Fragilaria crotonensis* Kitt. Таусон О. А., 1937 г. (немного). В 1999 г. вид имел наибольшую встречаемость (67.0 %) летом, часто попадался в массовом количестве. Широко распространенный планктонный вид, в чистых водах часто в массе, галофил, эвригалинный, олигосапроб.
66. *Fragilaria capucina* Desm. Таусон О. А., 1937 г. для оз. М. Миассово (мало), М. Кисегач (мало), Б. Кисегач (порядочно). В 1999 г. встречена одна колония. Космополит, эвригалинный олигосапроб.
67. *Synedra acus* Kutz. Таусон О. А., 1937 г. (мало). В 1999 г. вид имел встречаемость 8.3 % по всей акватории в малых количествах. Вид планктонный и эпифитный, кальцефильный, широко распространенный, олигосапроб.  
*Synedra acus* var. *radians* Kutz. Снитько Л. В., 1999 г., встречаемость 10.1 %. Истинно планктонная вариация вида, вызывающая иногда цветение воды, олигосапроб, при массовом развитии β-мезосапроб.
68. *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. Таусон О. А. 1937 г. (мало). В 1999 г. типичная форма вида имела встречаемость 1.8 % в небольших количествах. Один из наиболее широко распространенных космополитных видов, преимущественно эвтрофных и богатых известью вод, планктонный и эпифитный, мезосапроб.

*Synedra ulna* var. *danica* Kutz Снитько Л. В., 1999 г. встречае-  
мость 10.1 % единично. Широко распространенная истинно-  
планктонная форма вида.

*Synedra ulna* var. *aequalis* (Kutz) Hust Снитько Л. В., 1999 г.  
Форма вида имела встречаемость 3.7 % по акватории 1999 г.

*Synedra ulna* var. *oxyrhynchus* (Kutz) V.H. f. *mediocontracta*  
Forti. Снитько Л. В., 1999 г., форма имела встречаемость 2.8 %  
в 1999 г.

69. *Synedra tabulata* (Ag.) Kutz var. *obtusa* Pant. (= *S. affinis* Kutz.,  
Таусон О. А., 1937 г. в оз. Б. Кисегач – мало). В 1999 г. еди-  
нично, встречаемость 2.8 %. Эпифитный и реже планктонный  
вид, широко распространен, галофил.
70. *Synedra capitata* Ehr. Таусон О. А., 1937 г., оз. М. Кисегач  
(немного). В 1999 г. вид встречен однажды в Няшевской кур-  
ье. Широко распространенный литоральный вид.
71. *Asterionella formosa* Hass. Таусон О. А., 1937 г. Колонии  
встречались в зимних и летних пробах (21.1%) в малых коли-  
чествах. Планктонный озерный вид, эвритеческий, широко  
распространен, часто встречается в массе, олигосапроб.
72. *Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heib. Бондаренко Н. В., 1936  
г. В 1999 г. звездчатые колонии встречались на протяжении  
всего года в малых количествах, зигзагообразная колония (= *A.  
zigzagostellata* Elenkin, *A. gracillima* var. *zigzagostellata* (Elen-  
kin) Wisl) встречена однажды в Няшевской курье, вид имеет  
большую встречаемость в пробах – 25.7 %. Планктонный  
озерный, широко распространенный вид, часто в массе, оли-  
госапроб, эвритеческий, индифферентный по отношению к  
солености.

### Порядок *Naviculales*

#### Семейство *Naviculaceae*

73. *Navicula minuscula* Grun. Снитько Л. В., 1999 г., вид встречен  
однажды в пробе после шторма. Широко распространенный  
пресноводный вид, меропланктонный и бентосный, в  
обрастаниях.
74. *Navicula pupula* Kutz var. *mutata* (Krasske) Hust. Тау-  
сон О. А., 1937 г. В 1999 г. встречен единично в пробе взятой  
во время шторма. Бентосный, широко распространенный пре-  
сноводно-солоноватоводный вид.
75. *Navicula placentula* (Ehr) Grun. Таусон О. А., 1937 г. в оз.  
Б. Кисегач (мало). В 1999 г. вид единично встретился в пробе  
после штормов. Очень широко распространенный космо-

политный вид, особенно в литорали щелочных водоемов, олигогалоб, индифферент.

76. *Navicula* sp. Единично в пробах после шторма.
77. *Neidium dubium* (Ehr) Cl. Таусон О. А., 1937 г., единично. В 1999 г. встречен на станции «Кораблик». Широко распространенный меропланктонный вид пресных и солоноватых вод.
78. *Caloneis silicula* (Ehr) Cl. Таусон О. А., 1937 г. Встречен единично в курье Зимник в пробе после шторма. Широкораспространенный доннопланктонный и бентосный вид.  
*Caloneis silicula* var. *tumida* Hust. Снитько Л. В., 1999 г. форма вида встречена один раз в курье Зимник в штормовой пробе.
79. *Gyrosigma* sp. Виды рода отмечены Таусон О. А., 1937 г. в оз. М. Миассово. В 1999 г. вид встречен единично в Няшевской курье. Меропланктоные и бентосные виды.

#### **Семейство *Achnanthaceae***

80. *Achnanthes exigua* Grun. Снитько Л. В., 1999 г., встречен единично в курье Зимник в пробе, взятой при шторме. Пресноводный вид, характерный для глубоководных биоценозов озер.

#### **Семейство *Cymbellaceae***

81. *Cymbella ventricosa* Kutz. Таусон О. А., 1937 г. для оз. Б. и М. Кисегач (мало). В 1999 г. встречаемость 1.8 %, единично. Широко распространен в обрастаниях в водоемах разных типов.
82. *Cymbella tumidula* Grun. Таусон О. А., 1937 г. в оз. Б. Кисегач (мало). В 1999 г. встречаемость 2.8 %. Литоральный вид, широко распространен.
83. *Cymbella* sp. встречался единично.
84. *Amphora ovalis* Kutz. Таусон О. А., 1937 г., в оз. Б. Миассово – единично, в оз. М. Миассово, Б. и М. Кисегач – мало. Встречаемость в 1999 г. – 1.8 %, в курье Зимник. Широко распространен на дне литоральной части водоемов разных типов с пресной и солоноватой водой, индифферент.
85. *Amphora perpusilla* Grun (= *A. ovalis* f. *exilis* Grun). Снитько Л. В., 1999 г., встречен единично. Широко распространенный вид обрастаний пресных и солоноватоводных водоемов различных типов, индифферент.

86. *Amphora veneta* Kutz. Снитько Л. В., 1999 г., встречен единично в курье Зимник. Широко распространенный литоральный пресноводно-солоноватоводный вид.

#### **Семейство *Eunotiaceae***

87. *Eunotia* sp. Таусон О. А., 1937 г., встречен единично в курье Зимник. Виды литоральные и обростаний.

#### **Семейство *Nitzchiaceae***

88. *Nitzschia recta* Hantzsch. Снитько Л. В., 1999 г. встречен единично. Широко распространен, литоральный вид.
89. *Nitzschia dissipata* (Kutz) Grun Снитько Л. В., 1999 г. В пробах 1999 г. встречаемость 1.8 %. Широко распространенный вид обростаний и на дне литоральной зоны, β-мезосапроп.
90. *Nitzschia holsatica* Hust. Таусон О. А., 1937 г. (мало). В 1999 г. звездчатые колонии были отмечены в значительных количествах в сентябрьских пробах, встречаемость 9.2 %. Планктонный пелагиальный вид. Встречается редко, местами. В определителях (Определитель..., 1951–1986; Топачевский, Оксюк, 1960; Скабичевский, 1960) вид предполагается идентичным *Synedra astinastroides* Lemm., широко распространенным и отмеченным в озерах Свердловска.
91. *Nitzschia* sp. встречен один раз в Няшевской курье.

#### **Порядок *Aulonoraphinales***

#### **Семейство *Surirellaceae***

92. *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm. Таусон О. А., 1937 г. отмечен в оз. М. Миассово (единично), Б. и М. Кисегач (мало). В 1999 г. встречаемость 0.9 % в пелагиали, единично. Бентосный и литоральный доннопланктонный вид, встречается также на дне пелагиали водоемов разных типов, широко распространен, идифферент.  
*Cymatopleura solea* var. *gracilis* Grun. Снитько Л. В., 1999 г., вариация вида встречена единично в придонном слое пелагиали.
93. *Surirella biseriata* Breb. Таусон О. А., 1937 г. отмечен вид в оз. Ильменское (единично), вариации вида в оз. М. Миассово (единично). В 1999 г. встречена единично в пробах взятых во время шторма на станции «Кораблик». Доннопланктонный и бентосный вид, индифферент к солености, олигосапроп.

**C R Y P T O P H Y T A – криптофитовые**

**Класс Cryptomonadineae**

**Порядок Cryptomonadales**

**Семейство Cryptomonadaceae**

94. *Cryptomonas* sp. встречен Снитько Л. В. несколько раз в малых количествах в 1999 г.

**D Y N O P H Y T A – динофитовые (пирофитовые) водоросли**

**Класс Peridineae**

**Порядок Peridinales**

**Семейство Peridinaceae**

95. *Glenodinium berolinense* (Lemm) Lind. (= *Peridinium berolinense* Lemm). Снитько Л. В. 1999 г. Вид *Peridinium* sp. указан Таусон О. А. 1937 г. для оз. М. Миассово (мало). В 1999 г. встречаемость вида была 18.3 %, попадался в небольших количествах по всей акватории. Планктонный вид, предпочитает водоемы со светлой водой средней жесткости и средней щелочности, олиго-мезосапроб.

*Glenodinium berolinense* var. *apiculatum* Lemm. Снитько Л. В., 1999 г., форма встречалась вместе с видом, встречаемость 2.8 %.

96. *Glenodinium* sp. Вид рода с сильно сжатыми дорзовентрально клетками, один раз встретился в пробе.

97. *Peridinium cinctum* (O.F.M.) Ehr. Таусон О. А., 1937 г., Б. Миассово (мало), М. Кисегач (порядочно). В 1999 г. встречаемость 33.0 %, иногда в большом количестве. Один из самых распространенных в СССР эвритопных видов, с неограниченной способностью к приспособлению.

*Peridinium cinctum* f. *angulatum* (Lind.) Lef. Снитько Л. В., 1999 г. Форма встречалась вместе с типичной, встречаемость 1.8 %, в пелагиали. Имеет редкое распространение.

98. *Peridinium bipes* Stein. Снитько Л. В., 1999 г., вид встретился единично. Эвритопный вид с неограниченной приспособляемостью, повсеместно распространенный.

99. *Peridinium willei* Hustf.-Kaas. Бондаренко Н. В., 1936 г. Самый распространенный вид рода, встречался редко и единично (встречаемость 0.9 %). Эвритопный вид с большой приспособляемостью.

100. *Peridinium volzii* Lemm. Снитько Л. В., 1999 г. Встречаемость 6.4 % (в сентябрьских пробах в небольшом количестве). Повсеместно распространенный вид, предлагающий чистую и слабощелочную воду.

101. *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh. Таусон О. А., 1937 г., в количестве «немного». В 1999 г. отмечен, иногда в значительном количестве, по всей акватории. Встречается в виде указанных ниже форм. Широко распространенный теплолюбивый вид, галофоб – не может жить в воде содержащей более 0.7 % солей, исчезает при сильном развитии синезеленых, олигосапроб *Ceratium hirundinella* f. *gracile* Bachm. В 1999 г. массово встречающаяся в озере форма вида (52.3 %). Форма вида входила в доминирующий комплекс 1999 г. *Ceratium hirundinella* f. *austriacum* (Zederb) Bachm. Редко встречающаяся в озере форма вида. Встречаемость 0.9 %. *Ceratium hirundinella* f. *piburgense* (Zederb) Bachm. Изредка встречающаяся в озере форма вида. Встречаемость 0.9 %.

## ***E U G L E N O P H Y T A* – эвгленовые водоросли**

### **Класс Euglenophyceae**

#### **Порядок Euglenales**

##### **Семейство Euglenaceae**

102. *Trachelomonas volvocina* Ehr. Таусон О. А., 1937 г., оз. Сириккуль (мало). В 1999 г. встретился единично в Няшевской курье после прорыва плотины Прудка 1999 г., а также на станции «Главная промерная вертикаль». Широко распространенный вид, при большой численности характеризуется как  
β-мезосапроб-олигосапроб.
103. *Euglena acus* Ehr. Бондаренко Н. В., 1936 г., указан в оз. Ильменское. В 1999 г. одиночно встречался в литоральных пробах – встречаемость 4.6 %. Широко распространенный вид, олигогалоб, β-мезосапроб.

##### **Семейство Astasiaceae**

104. *Gyropaigne kosmos* Skuja. Снитько Л. В., 1999 г. Встречаемость 9.2 % в пробах, единично.

**Список планктонных водорослей, отмеченных в озере  
Большое Миассово при исследованиях 1936–37 гг.  
и не найденных в пробах 1999 г.**

**Cyanophyta – синезеленые водоросли**

1. *Anabaena scheremetievi* Elenk. (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
2. *Aphanothece saxicola* Nag. F. *nudulans* (P. Richt.) Elenk. (= *Aphanothece nudulans* Rich. Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), мало)
3. *Merismopedia glauca* (Ehr.) Nag. (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938), Таусон О. А. 1937 г. (Таусон, 1940) – мало)
4. *Microcystis ichtioblae* Kutz. (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
5. *Woronichinia naegelianana* (Ung.) Elenk. (= *Coelosphaerium Nae-gelianum* Ung. Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938), Таусон О. А. 1937 г. (Таусон, 1940), мало)

**Chlorophyta – зеленые водоросли**

1. *Botryococcus Braunii* Kutz (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938), Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), мало)
2. *Crucigenia rectangularis* (A. Br.) Gay. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)
3. *Coelastrum recticulatum* (Dang.) Senn. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)
4. *Sphaerocystis schroeteri* Chodat. (= *Gloeococcus schroeteri* Lemm. Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
5. *Rizchneriella lunaris* – современная синонимия не определена (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
6. *Cosmarium Botrytis* Menegh (Таусон О. А. 1937 г., очень мало)
7. *Staurastrum paradoxum* Meyen (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938). Вид близок к *S. gracile* Ralf., проявляет сильную изменчивость, предполагается (Определитель пресноводных..., 1959–1986), что *S. paradoxum* как единого вида не существует. Автор придерживается этой точки зрения и отмечает несомненное присутствие двух видов рода *Staurastrum* – см. таблицу 14).
8. *Staurastrum sexangulare* (Bulnh.) Lund. (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))

9. *Staurastrum furcigerum* Breb. (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
10. *Staurastrum dejectum* – современная синонимия не определена (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
11. *Xanthidium antilopaeum* (Breb.) Kutz. (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
12. *Volvox sp.* (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
13. *Volvox aureus* Ehr. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)
14. *Spirogyra sp.* (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)

**Bacillariophyta – диатомовые водоросли**

1. *Campylodiscus sp.* (Бондаренко Н.В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
2. *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), мало)
3. *Fragilaria virescens* Ralfs. (Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938))
4. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.)Kutz. (= *T. fenestrata* Kutz. Бондаренко Н. В., 1936 г. (Бондаренко, 1938), Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), мало, единично)
5. *Pinnularia major* Kutz. (= *P. major* (Kutz.) Cl. Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)
6. *Navicula exigua* (Greg.) O. Mull. (= *N. exigua* Gregory Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)
7. *Rhoicosphenia curvata* (Kutz.) Grun. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)
8. *Epithemia zebra* (Ehr.) Kutz. var. *saxonica* (Kutz.) Grun. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)
9. *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Mull. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), единично)

**Euglenophyta – эвгленовые**

- Trachelomonas intermedia* Dang. (Таусон О. А., 1937 г. (Таусон, 1940), мало)

## Содержание

<b>Введение .....</b>	4
<b>Глава 1. Структура природного комплекса озера.</b>	
Снитько Л. В., Миронов Б. А., Медведева Е. В., Корнилов Ю. Б. ....	7
<b>Глава 2. Гидрологическая характеристика. Рого- зин А. Г., Андреева М. А., Гаврилкина С. В. ....</b>	38
<b>Глава 3. Гидрохимическая характеристика. Гаврил- кина С. В., Ткачев В. А., Корнилов Ю. Б. ....</b>	54
<b>Глава 4. Фитопланктон. Снитько Л. В. ....</b>	94
<b>Глава 5. Зоопланктон. Рогозин А. Г. ....</b>	128
<b>Глава 6. Водная и прибрежно-водная растительность.     Вейсберг Е. И., Савельева Н. А. ....</b>	166
<b>Глава 7. Экология рыб. Перескоков А. В. ....</b>	201
<b>Глава 8. Околоводные животные. Лагунов А. В., Горди- енко Н. С., Самойлова Н. М. ....</b>	221
<b>Глава 9. Паразиты рыб в природном комплексе озера.     Ткачев В. А. ....</b>	243
<b>Глава 10. Оценка экологического состояния озера. Ро- гозин А. Г., Вейсберг Е. И., Гаврилкина С. В., Пере- скоков А. В., Снитько Л. В., Савельева Н. А. ....</b>	266
<b>Литература .....</b>	285
<b>Приложение 1 .....</b>	300
<b>Приложение 2 .....</b>	316

Научное издание

## Экология озера Большое Миассово

Под редакцией А. Г. Рогозина, В. А. Ткачева

*Рекомендовано к изданию  
Ученым советом Ильменского государственного заповедника  
и НИСО УрО РАН*

ЛР № 020764  
от 24.04.98

Технический редактор В. В. Слета  
Корректор И. В. Синяковская  
Компьютерная верстка Л. Б. Новокрещенова  
Обложка О. Л. Заушицина

Оригинал-макет подготовлен  
в Ильменском государственном заповеднике УрО РАН

---

НИСО УрО РАН № 116 (2000). Сдано в набор 20.05.2000.

Подписано к печати 28.07.2000. Формат 61×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. печ. листов 19.0. Уч-изд. листов 19.6. Тираж 200 экз.

---

Отпечатано в информационно-издательской группе  
Ильменского государственного заповедника

456300, г. Миасс, Челябинской области,  
Ильменский государственный заповедник