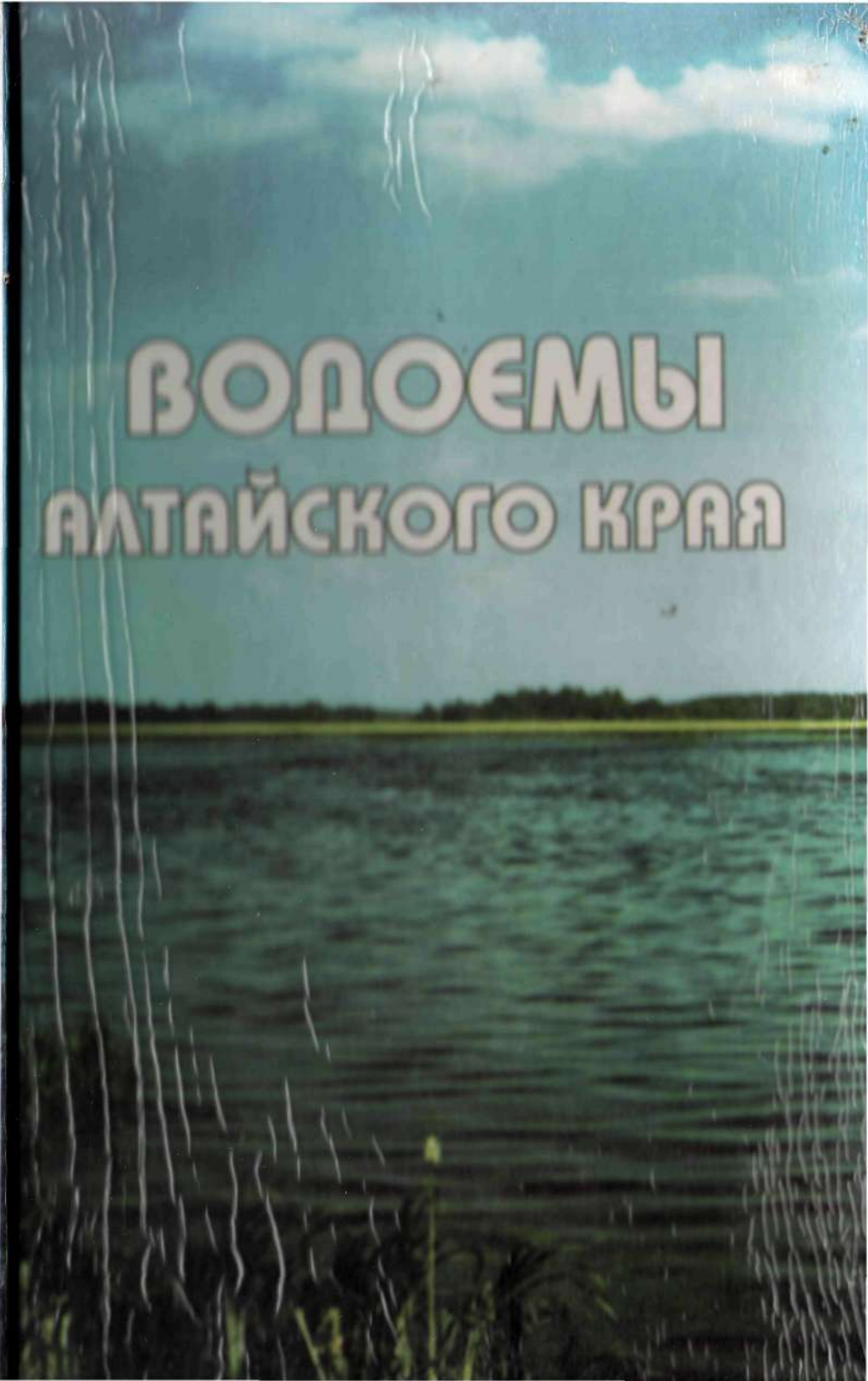
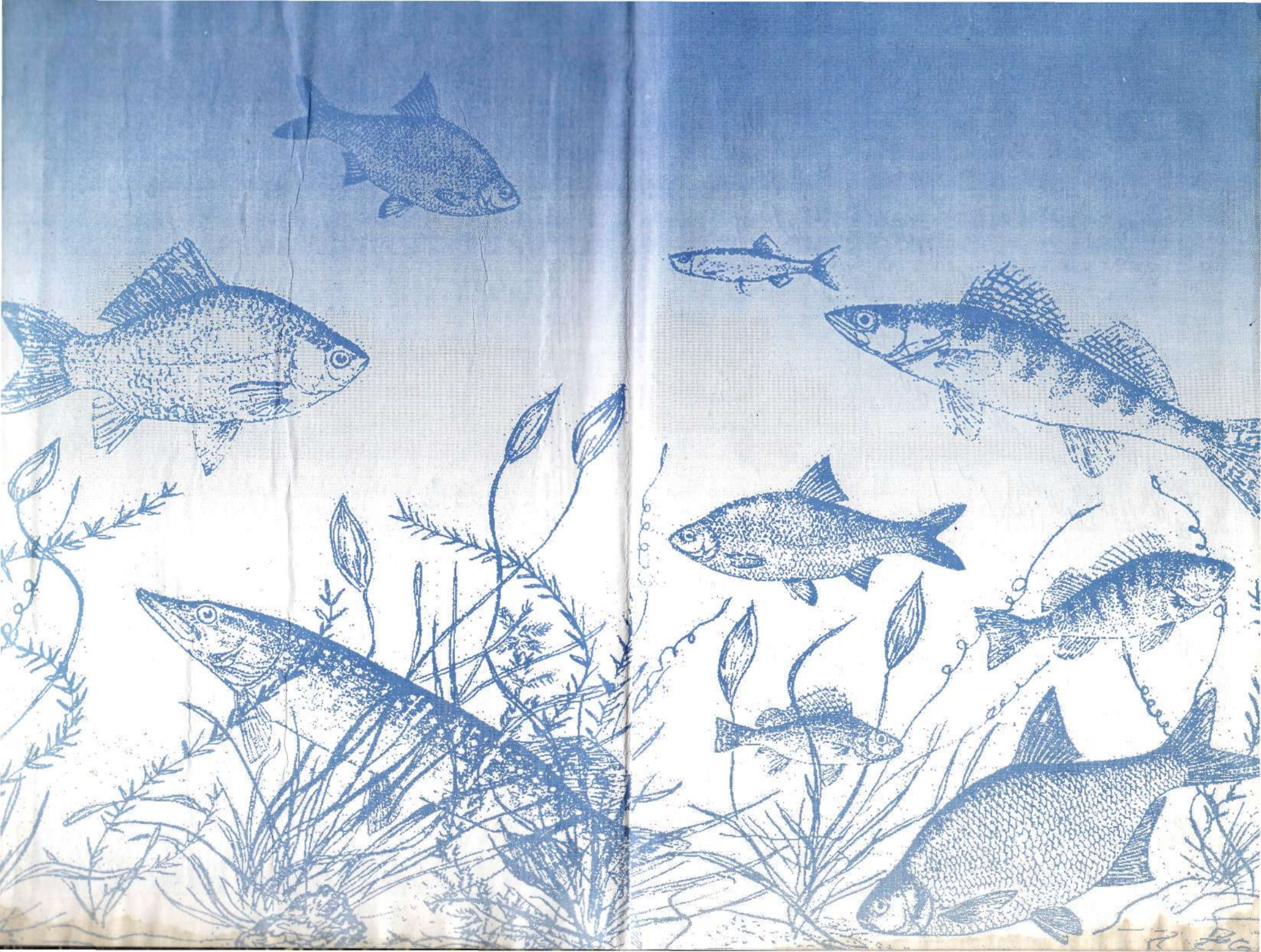


**ВОДОЕМЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

# **ВОДОЕМЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**





А. В. Сябоскину  
с пожеланиями авторства  
в скрупулезно изреченных  
мудростях

В  
не только в плане  
(используя) и уровень  
уровня в науке  
всего  
научности и четкости  
в "Финской" и в "Полонезах"  
полонезах и "Свердловских"  
каждый! Печать!

Ке доброга паметь хорошему  
уважаю от уважения и авторе  
В. П. Солов

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
СИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ  
ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА  
(СИБРЫБНИИПРОЕКТ)  
АЛТАЙСКИЙ ФИЛИАЛ

# ВОДОЕМЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

## Биологическая продуктивность и перспективы использования

Ответственный редактор  
кандидат биологических наук В. П. Солов



НОВОСИБИРСК  
«НАУКА»  
СИБИРСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ РАН  
1999

УДК 577.472.473.475.578.592.597.639

ББК 47.2

В 38

А в т о р ы

Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов, З.И. Новоселова,  
А.А. Ростовцев, В.П. Соловов, Т.Л. Студеникина

Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. — Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. — 285 с.

ISBN 5—02—031535—4.

В монографии изложены основные морфометрические характеристики естественных водоемов Алтайского края, имеющих хозяйственное значение, обобщены результаты многолетних исследований их биологической продуктивности (водная растительность, зоопланктон, бентос, фауна рыб), показаны перспективы использования ресурсов водного происхождения с учетом требований по их охране.

Монография предназначена для экологов, краеведов, гидробиологов, ихтиологов, работников рыбного хозяйства, специалистов по использованию природных ресурсов и охране окружающей среды, преподавателей и студентов вузов.

Ил. 13. Табл. 93. Библиогр.: 296 наим.

Редакционная коллегия

кандидаты биологических наук *В.П. Соловов, В.Р. Крохалевский, З.И. Новоселова*, кандидат сельскохозяйственных наук *А.А. Ростовцев*

Рецензенты

кандидаты биологических наук *В.И. Романов, Н.А. Залозный*

Утверждено к печати

Сибирским научно-исследовательским  
и проектно-конструкторским институтом  
рыбного хозяйства

Без объявления

ISBN 5—02—031535—4

© Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев,  
В.А. Новоселов и др., 1999  
© Оформление. СП "Наука" РАН,  
1999

Светлой памяти  
Бодо Германовича Иоганзена —  
Настоящего Учителя  
и Замечательного Человека

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В последнее время на фоне интенсивного антропогенного воздействия на природные экосистемы возрастает общественный интерес к их состоянию, охране и рациональному использованию. Это в полной мере можно отнести к водоемам и водотокам Алтайского края. К сожалению, в литературе существуют лишь разрозненные публикации по гидробиологической характеристике некоторых из них. За исключением работы З.А. Ивановой "Рыбы водоемов степной зоны Алтайского края" [1962], систематизирующей рыбохозяйственные исследования по озерам одной ландшафтной зоны, серьезных обобщающих изданий по этой тематике не существует.

В предлагаемой книге авторы, сотрудники Алтайской озерно-речной лаборатории СибрыбНИИпроекта, попытались решить эту проблему по результатам многолетнего изучения биоресурсов водных объектов Алтайского края. В значительной мере она посвящена ресурсным исследованиям на разнотипных водоемах, необходимым для решения задачи комплексного их использования и оптимизации взаимодействия в системе "экономика — экология — природный ресурс". В монографии представлен также справочный материал по морфометрии водных объектов, особенностям их гидрологического и гидрохимического режимов, по основным продукционным характеристикам биоресурсов водного происхождения, наиболее перспективным для заготовки и последующего хозяйственного использования.

При рассмотрении водных объектов (водоемов и водотоков) термин "водоем" употреблялся нами как естественное или

искусственное скопление стоячих вод — озеро, пруд, водохранилище; а термин "водоток" — как скопление текучих вод — река, канал. В некоторых случаях авторы термин "водоем" приравнивали к "водному объекту".

Учитывая назначение монографии и как справочного издания, считаем оправданным и необходимым приложение данных по видовому составу гидробионтов, фауне рыб, морфометрическим характеристикам фонда водных объектов, подробного списка публикаций по хозяйственному использованию биоресурсов водного происхождения. Книга не претендует на исчерпывающее изложение всех вопросов заявленной проблемы, и авторский коллектив с благодарностью примет критические замечания и пожелания.

Монография задумана и частично написана под патронажем профессора Томского университета Б.Г. Иоганзена. При разработке некоторых глав книги использованы материалы и публикации сотрудников озерно-речной лаборатории Л.С. Федоровой и В.П. Левченко, безвременно ушедших из жизни. В ней отражены и результаты исследований студентов Алтайского, Томского и Тюменского университетов, Алтайского аграрного университета, выполненных во время прохождения практики в озерно-речной лаборатории.

## Глава I

### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОЕМОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Первые научные сведения о водоемах Алтайского края относятся к началу XIX в. и связаны с деятельностью П.С. Палласа, Ф.В. Геблера, М.В. Певцова, В.В. Сапожникова, П.Г. Игнатова и других натуралистов. К середине XIX в. были накоплены обширные сведения по гидрографической сети водоемов, о видовом составе и распространении преимущественно промысловых рыб [Гундризер, Иоганзен, 1984]. В частности, Г. Аболтин (1811 г.) выполнил комплекс гидрологических работ на озерах в истоках р. Барнаулка; интересные сведения о водоемах края приводил И. Завалишин [1865]. Систематические гидробиологические исследования в крае начаты кафедрой зоологии Томского университета в конце XIX в. Так, профессор Н.Ф. Кашенко [1900] изучал рыб Катуня; В.П. Аникин [1898] описал рачка *Artemia salina* из соляных озер края; Г.Э. Иоганзен в 1902 и 1912 гг. провел комплексные гидробиологические сборы на озерах Кулунды и Барабы, изучил зараженность карасей лигулезом; Н.А. Варпаховский описал карликового алтайского османа и телецкого сига [1889, 1990].

М.Д. Рузский [1915] продолжил исследования рыб нижней Катуня. Основанная в 1931 г. в Томском университете кафедра ихтиологии и гидробиологии на долгие годы стала основным научно-методическим центром гидробиологических исследований в Западной Сибири, в том числе и в Алтайском крае. В течение 49 лет с небольшими перерывами ею руководил профессор Б.Г. Иоганзен — выдающийся ученый и педагог, воспитавший целую когорту докторов и кандидатов наук, прояв-

лявший большой интерес к изучению водоемов Алтая, особенно горных озер.

Систематические гидробиологические исследования водоемов края с конца 20-х годов проводились по двум направлениям: с целью изучения кормовой базы и фауны рыб равнинных озер, инвентаризации водного фонда для определения возможности интродукции и выращивания ценных видов рыб, прежде всего сазана и карпа. К подобным работам следует отнести исследования 1928, 1929 гг. О.С. Зверевой [1930] на Бурлинских озерах, которые послужили затем биологической основой для вселения в них балхашского сазана; изучение в 1931 г. бентоса и зоопланктона Барнаульских и Касмалинских озер Л.А. Благовидовой; инвентаризационные работы в 1933 г. на озерах Рубцовского района В.Н. Башмакова и А.Я. Башмаковой; комплексные гидробиологические исследования в 1939 г. Уткульских и Боровских озер экспедицией с участием Н.Н. Бобровой и В.Н. Грезе. Заметки об экспедиции в верховьях Барнаулки и некоторые данные об ихтиофауне озер опубликованы А.П. Велижаниным [1930].

Государственный гидрологический институт организовал стационарные гидробиологические наблюдения в верхнем течении Оби и совершил под руководством С.Г. Лепневой экспедицию от Новосибирска до Телецкого озера (1925 г.). Общие итоги изучения донной фауны Верхней Оби изложены в монографии С.Г. Лепневой [1930]; кроме того, по результатам экспедиции Н.Н. Липина [1929] описала фауну хирономид, Е.С. Неизвестнова-Жакина [1929] — планктон пойменных озер и притоков Оби.

Рыбохозяйственное направление исследований в 30-е годы осуществлялось Сибирской рыбохозяйственной станцией (ранее Сибирская ихтиологическая лаборатория, г. Красноярск) под руководством А.И. Березовского. В составе станции работали известные ученые П.Л. Пирожников, П.В. Тюрин, В.Н. Грезе, И.И. Грезе, Г.Д. Дулькейт, В.Н. Башмаков и А.Я. Башмакова.

Вторым направлением стали комплексные научно-промышленные исследования Оби, в том числе и ее верховьев, выполненные различными организациями в 1933—1936 гг. Изучалось состояние рыбного промысла, кормовой базы рыб, особенно-

стей биологии осетра и нельмы (Г.Д. Дулькейт, Ф.И. Вовк, Б.Г. Иоганзен, А.Я. Башмакова, Г.П. Романова).

Однако значительно большее внимание при организации экспедиций в бассейне Верхней Оби традиционно уделялось изучению водоемов Горного Алтая, особенно Телецкого озера (С.Г. Лепнева, Е.П. Радченко, Г.Д. Дулькейт, Б.Г. Иоганзен, Г.М. Кривошеков, В.М. Круглова, С.Д. Титова, О.А. Алекин). Следует отметить, что одновременно с инвентаризацией фонда рыбохозяйственных озер на равнинной территории края была развернута Кулундинская соляная экспедиция АН СССР под руководством профессора И.Н. Глядцина (1927—1932 гг.), в опубликованных материалах которой содержались сведения о флоре и фауне некоторых минерализованных озер. В частности, в оз. Кучукском описан новый вид водоросли *Dzensia*, составлен первый систематический список водорослей соляных озер Кулундинской равнины.

По окончании Великой Отечественной войны гидробиологические исследования на водоемах края были восстановлены и вскоре приобрели систематический и плановый характер. В 1949 г. совместная экспедиция Западно-Сибирского филиала АН СССР (Ф.И. Вовк, Т.Г. Попова, Г.П. Романова) и Барабинского отделения ВНИОРХ (А.Н. Петкевич, М.П. Долженко, Е.В. Юдина) на Верхней Оби изучала биологию полупроходных рыб, обратив особое внимание на состояние воспроизводства сибирского осетра и нельмы. В связи со строительством плотины Новосибирской ГЭС исследования фауны рыб были повторены в 1952 г. совместной экспедицией Барабинского отделения ВНИОРХ и Томского университета с привлечением новосибирских ученых (А.Н. Петкевича, Б.Г. Иоганзена, Г.М. Кривошекова, С.Д. Титовой, М.П. Долженко). Одновременно изучалась паразитофауна рыб: 1965 г. в оз. Бол.Уткуль и р. Бия — С.Д. Титовой, в 1958, 1959 гг. в Бурлинских озерах — В.Н. Никулиной [1963, 1964]. Обследование пойменных и степных озер края с целью обоснования мелиоративных работ и перспективы их шлюзования в 1957 г. выполнил М.В. Волгин.

В 1956 г. началась плодотворная работа в крае З.А. Ивановой. В начальном периоде она ограничивалась комплексным изучением наиболее перспективных в рыбохозяйственном от-

ношении озер равнинной территории (Бол. Уткуль, Бахматовское, Бакланье, Бол. Островное); после создания в 1958 г. отдела рыбоводства в Алтайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (АНИИСХ) гидробиологические исследования на водоемах края были расширены. За 1958—1962 гг. выполнен большой объем работ по паспортизации озер равнинной зоны, которые стали хорошей ретроспективой для сравнения данных по кормовой базе в последующие периоды (З.А. Иванова, Г.Ф. Лоскутова).

В 60-е годы отдел рыбоводства АНИИСХ постепенно перепрофилировался на решение задач, связанных с необходимостью развития в крае прудового рыбоводства (обоснование площадок для строительства прудов, рыбоводные и селекционные работы с карпом, интенсификационные мероприятия в прудах применительно к условиям Алтайского края). Результаты исследований З.А. Ивановой опубликованы в нескольких монографиях и многочисленных научных статьях [1962, 1973, 1981]. С 1968 г. З.А. Иванова продолжила свою деятельность в Сибирском научно-исследовательском и проектно-технологическом институте животноводства СО ВАСХНИЛ (СибАНИИПТЖ).

Разработки по биотехнике выращивания прудовых рыб в условиях края были продолжены в лаборатории рыбоводства АНИИПТЖ, особое внимание обращалось на поликультуру (А.М. Старостенко, В.П. Соловов, Г.Ф. Лоскутова). Внедрению научных разработок по прудовому рыбоводству способствовала организация в крае рыбоводно-мелиоративной станции (1962 г., А.А. Иванов). С 1974 г. начато внедрение в прудовую поликультуру рыб китайского равнинного фаунистического комплекса и буффало, создано первое в Сибири маточное стадо белого амура и получено его потомство (К.К. Филиппов, А.В. Филиппова); в конце 80-х годов показана перспективность прудового выращивания байкальского омуля и некоторых других сиговых рыб (И.В. Моружи).

С 1965 г. в крае было создано первое в Западной Сибири форелевое товарное хозяйство, пионерами в этой отрасли рыбоводства были В.Т. Скопинцева (1965—1985 гг.), Е.Ф. Титарев (1967—1970 гг.), А.А. Ростовцев (1973—1981 гг.). По разработанному биологическому обоснованию построено первое в

Западной Сибири полносистемное форелевое хозяйство в бассейне р. Кокши, начаты планомерные работы по расселению форели в озера Горного Алтая.

Необходимо отметить большой вклад в гидробиологическую изученность водоемов края ученых Сибирского отделения АН Г.М. Кривошекова, Г.Д. Левадной, А.В. Солоневской; преподавателей и студентов Новосибирского государственного педагогического университета А.Г. Поползина, Т.Я. Шипуновой, Л.А. Коневой, Н.В. Савченко и Алтайского университета Г.Н. Мисейко, С.Д. Кириллова, В.Б. Журавлева; сотрудников НИИ биологии и биофизики при Томском университете А.Н. Гундризера, О.С. Голубых, В.К. Полкова, В.А. Гундризера, Р.Е. Дашевского и др.; гидробиологов лаборатории водной экологии Института водных и экологических проблем СО РАН В.В. Кириллова, Г.И. Тушковой, Л.В. Рудневой, Е.Ю. Митрофановой и др.

Исследования озер равнинной территории в 60-е годы продолжили такие организации, как Новосибирское отделение СибНИИРХ с 1971 г. — Новосибирское отделение СибрыбНИИпроекта (М.П. Долженко, Л.А. Благовидова, Н.Д. Кириллов, Л.И. Бочарова), а с 1968 г. — Алтайский опорный пункт Новосибирского отделения СибрыбНИИпроекта (В.П. Соловов, Л.С. Федорова). С учетом современного состояния гидрологии и морфометрии были разработаны биологические обоснования реконструкции ихтиофауны основных озер равнинной территории: Мостового и Горько-Перешеечного (1960 г.), Бурлинских (1966 г.), Боровых (1967 г.) и Уткульской групп (1968 г.).

В 1975 г. Алтайский опорный пункт СибрыбНИИпроекта был преобразован в озерно-речную лабораторию, основным направлением научно-исследовательской деятельности которой стала разработка технологии выращивания товарной рыбы в озерах с неустойчивым гидрологическим режимом. За короткий период впервые в Сибири были внедрены в практику двукратное использование прудов-спутников для подращивания ранней весной личинок сиговых и выращивания летом молоди карповых рыб (З.И. Новоселова, В.П. Соловов, Л.В. Веснина); изучена перспектива и практически внедрена технология выращивания товарного карпа в малых озерах за один сезон с

использованием мер интенсификации — уплотненных посадок, минеральных удобрений, кормления (В.П. Соловов, З.И. Новоселова); технология раннего зарыбления озер личинками сиговых рыб с учетом наличия весной доступного зоопланктона (Л.В. Веснина); обобщен материал по натурализации восточного леща и судака в верховьях Оби (В.А. Новоселов); в равнинных разнотипных озерах изучены биологические особенности карасей и показана перспектива их промысла, внедрено прогнозное обеспечение промысла рыбы (В.Б. Журавлев).

Большую и полезную работу по внедрению сазана и карпа в поликультуру выращиваемых видов в озерах Бурлы выполнили аспирант Томского университета С.Н. Сатюков и директор Бурлинского рыбхоза И.С. Прилуцких.

С 1977 г. коллектив Алтайской озерно-речной лаборатории активно включился в проблему водных биокормов, прежде всего — использования сырьевых ресурсов артемии и гаммаруса (Т.Л. Студеникина, В.П. Соловов, В.А. Новоселов, В.П. Левченко). По разработанному биологическому обоснованию (В.П. Соловов, В.А. Новоселов, Т.Л. Студеникина) и при активной поддержке и участии Алтайрыбпрома (М.А. Подуровский, В.М. Сивер) впервые в бывшем СССР был построен специализированный цех по переработке зимних яиц рачка артемия и ликвидирован дефицит стартового корма для подращивания личинок ценных видов рыб.

В настоящее время в активе гидробиологов лаборатории — разработка методических основ гидробиологического мониторинга и кадастровых исследований на водоемах края (В.П. Соловов, Л.В. Веснина, З.И. Новоселова, Т.Л. Студеникина), прогнозное обеспечение и правила заготовки биокормов водного происхождения (В.П. Соловов, В.А. Новоселов), ресурсосберегающая биотехнология заготовки водных биокормов (В.А. Новоселов), предложения по особому охранному режиму акватории самого крупного в РФ соляного водоема — Кулундинского озера (З.И. Новоселова).

## Глава 2

### ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ И ЕЕ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ВОДОЕМОВ

Понимание любых процессов, происходящих во внутренних водоемах, невозможно без оценки условий формирования стока на водосборной площади [Муравейский, 1984]. Однако большинство публикаций по биоресурсам водоемов обычно ограничено сведениями о физико-географических условиях формирования стока, и роль антропогенных факторов в лучшем случае прослеживается только в водной среде [Сидоров, 1974; Мамонтов, 1977; Драбкова, Сорокин, 1979; Антропогенное воздействие..., 1979; и др.].

Даже в фундаментальной работе В.Н. Абросова [1982] влияние антропогенных факторов на водосборе показано фрагментарно, хотя автор справедливо подчеркивает, что "... стоку с водосборов принадлежит очень важная роль, так как он определяет характер геологического круговорота веществ и тем самым — тип лимногенеза" (с. 8).

Особенно важна роль водосборной площади в формировании объема и качества стока в генезисе водоемов на равнинной территории Алтайского края, антропогенная нагрузка которой максимальна в условиях Сибири в связи с активным освоением территории.

#### 2.1. Физико-географические условия водосборной площади

**Рельеф.** Большая часть территории Алтайского края расположена на равнине в юго-восточной части Западной Сибири. С северо-востока ее ограничивают западные отроги Салаирско-



го кряжа, с юга и юго-востока — предгорья Алтайской горной области, представленные Колыванским, Чергинским, Ануйским, Башчелакским и Тигирецким хребтами. Площадь равнины с прилегающими предгорьями составляет 167,8 тыс. км<sup>2</sup>.

По характеру поверхности на рассматриваемой территории выделяются следующие геоморфологические районы: Кулундинская равнина, Приобское плато с ложбинами древнего стока, широкая террасированная долина Верхней Оби, Бийско-Чумышская возвышенность, низкогорье Салаира и Предалтайская предгорная равнина. Юго-восточную и восточную периферию края занимают части горных систем Алтая и Салаира.

Для Кулундинской равнины характерен плосковогнутый рельеф, слабо изрезанный водотоками, с минимальными абсолютными отметками в центральной части депрессии. Формирование поверхности равнины происходило под влиянием крупного последовательно сокращающегося четвертичного водного бассейна. По мере уменьшения его акватории освобождающиеся участки суши подвергались водной эрозии, и внешние террасы с наибольшими абсолютными высотами размывались сильнее и приобретали гривистый рельеф.

К пониженной части равнины приурочены крупные озера: Кулундинское, Кучукское, Бол. Яровое — и ряд малых — остаточная акватория ранее существовавшего крупного водоема. Равнина отличается сравнительно слабым эрозионным расчленением и оврагообразованием; основу дренирующей системы образуют реки Кулунда, Кучук, Суетка и их притоки.

Выделяются следующие геоморфологические районы: Кучукско-Кулундинская озерная котловина, Бурлинское понижение, Славгородская и Каипская равнины.

Приобское плато представляет собой систему крупных, вытянутых в юго-западном направлении грядово-увалистых возвышенностей, отделенных друг от друга ложбинами древнего стока и расчлененных системой оврагов и речек. На восточной окраине плато крутым уступом обрывается к долине Оби.

Максимальные абсолютные вершины Приобского плато (250—310 м) находятся вблизи левого берега Оби, отметки постепенно понижаются в западном и северо-западном направлениях.

Ложбины древнего стока с плоскими днищами и бугристым грядовым рельефом на сопредельных участках Приобского плато имеют ширину от 8 до 12 км. Днища ложбин выложены песками с прослойками глины, в них заложены современные реки, которые текут в Обь (Алей, Барнаулка, Касмала) или в сторону Кулундинской депрессии (Бурла, Кулунда, Кучук). В долинах древнего стока много озер, в некоторых местах они образуют непрерывную цепочку проточных или временно проточных водоемов.

Долина р. Оби и ее древние террасы пересекают равнинную часть края широкой полосой с юго-востока на северо-запад. Долина асимметрична и включает широкое русло с протоками, пойму и пять надпойменных террас. Древние террасы Оби представляют собой широкие, слабо наклоненные к руслу песчаные равнины, расчлененные густой сетью логов и водотоков.

Бийско-Чумышская возвышенность расположена в междуречье Чумыша, Бии и Оби, имеет пологоувалистую поверхность с хорошо развитой гидрографической сетью; глубина вреза основных рек составляет более 150 м, долин рек второго порядка — 80—100 м, речек и балок — 40—60 м. Юго-восточная часть возвышенности менее расчленена, характерная особенность дренирующей ее сети — господство двух основных перпендикулярных друг другу потоков: речные долины вытянуты с северо-востока на юго-запад, а значительная часть их притоков — с юго-востока на северо-запад. К окраинам возвышенности примыкают слабонаклонные аккумулятивные равнины.

Низкогорье Салаира сильно расчленено речными долинами и балками с общим понижением к Оби. Абсолютные высоты низкогорья 400—500 м, увалистой равнины на юго-западе — 250—300 м, характерны широкие речные долины.

Предгорные равнины примыкают к юго-западной и северо-западной окраинам Алтайской горной области, их абсолютные высоты от 300 до 500 м на северо-западе и до 1000—1500 м на юге. Распространен увалистый и увалисто-мелкосопочный рельеф, для которого характерно наличие горных вершин, гребней и глубоко врезанных долин крупных рек — Ануй, Песчаная, Чарыш, Белая, Иня.

**Климат.** Равнинная территория Алтайского края отличается жарким, но коротким летом и холодной малоснежной зимой с сильными ветрами и метелями. Континентальность климата подчеркивается недостаточным увлажнением, преобладанием летних осадков над зимними, резкими колебаниями температуры воздуха в течение года и суток. В целом за год поступает 100—140 ккал/см<sup>2</sup> суммарной солнечной радиации; годовые суммы рассеянной радиации около 50 ккал/см<sup>2</sup>.

Средняя температура воздуха в июле 18—21 °С, максимальные ее значения в отдельные годы могут достигать в западной части равнины 40—41 °С, в восточной 37—39 °С. Самый холодный месяц — январь, его средняя температура —16...—18 °С. Абсолютные минимумы снижаются в Кулундинской и Алейской степях до —44...—48 °С, к востоку от долины Оби — до —52...—54 °С. Амплитуда колебаний экстремальных температур воздуха достигает в западной части равнины 85—90 °С, в восточной 90—95 °С.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 0 °С на рассматриваемой территории Алтайского края — 190—205 сут.

Количество солнечного тепла в 2—3 раза больше, чем требуется на испарение всех выпавших за год осадков. Тепловой баланс положительный и составляет 25—30 ккал/см<sup>2</sup>·год, около 70 % тепловых ресурсов расходуется на испарение и снеготаяние.

На равнинной территории края метод интегрального описания климата четко фиксирует увеличение количества осадков в общем направлении на северо-восток с одновременным уменьшением суммы положительных температур (рис. 1). Характерны локальные различия в степени увлажненности и прогрева воздуха: количество осадков увеличивается на северной стороне ленточных боров, а их утепляющее влияние — на южной.

Агроклиматическое районирование Алтайского края выполнено с учетом двух основных показателей: суммы активных температур воздуха более 10 °С и оценки влагообеспеченности по гидротермическому коэффициенту Селянинова (ГТК). На

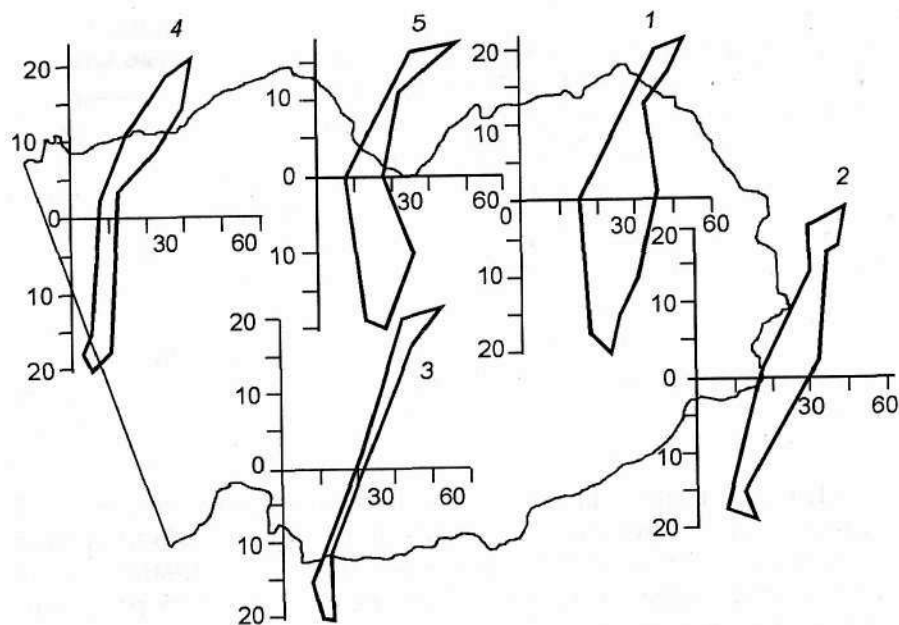


Рис. 1. Схематическая карта и климограммы равнинной зоны Алтайского края.

1 — Барнаул; 2 — Бийск; 3 — Рубцовск; 4 — Славгород; 5 — Камень-на-Оби. По оси ординат — температура воздуха, °С; по оси абсцисс — количество осадков, мм.

территории края выделяются следующие агроклиматические районы:

- 1 — умеренно теплый, увлажненный, охватывающий территорию Бийско-Чумышской возвышенности, отроги Салаирского края и предгорья Алтая;
- 2 — теплый, недостаточно увлажненный, занимающий большую часть Приобского плато и долины Оби;
- 3 — теплый, слабо увлажненный, охватывающий северо-восточную часть Кулундинской равнины;
- 4 — теплый, засушливый, расположенный в центральной части Кулундинской равнины;
- 5 — жаркий, сухой, занимающий западную и юго-западную части Кулундинской равнины (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Теплообеспеченность и увлажненность территории Алтайского края  
[Агроклиматические ресурсы..., 1971]

Агроклиматический район	Сумма активных температур, °С			Осадки (мм) за		ГТК
	>5 °С	>10 °С	>15 °С	год	IV—X	
1	2200	1900	1300	500	350	1,4—1,2
2	2300	2000	1500	450	300	1,2—1,0
3	2350	2100	1550	400	250	1,0—0,8
4	2500	2250	1700	300	200	0,8—0,6
5	2650	2500	1900	200	150	<0,6

**Почвы.** Разнообразие природных факторов почвообразования (климат, рельеф, подстилающие породы) обуславливает сложное сочетание различных почвенных комбинаций, которых в крае выделено более 200, объединенных в 25 почвенных групп [Бульчев и др., 1976].

Каштановые почвы распространены в зоне сухих степей, в Кулундинской равнине и ложбинах древнего стока; эти же почвы характерны для склонов плоских увалов и приозерных котловин. Южные черноземы, формировавшиеся в условиях засушливых типчako-ковыльных степей, располагаются к востоку от Кулундинского озера, между долинами рек Бурла и Алей. В области предгорных равнин они занимают ограниченную площадь, примыкающую к самым западным их окраинам. Выщелоченные черноземы характерны для Бийско-Чумышской возвышенности, обыкновенные — для Приобского плато.

Темно-серые лесные почвы можно встретить в понижениях рельефа Бийско-Чумышской возвышенности и северной части Приобского плато, а дерново-подзолистые — на древнеаллювиальных песках ложбин древнего стока. Эти виды почв чаще находятся под лесом и почти не распаиваются.

Солонцы занимают значительные площади левобережной равнины, встречаясь в зоне каштановых и черноземных почв. Солончаки приурочены к самым низким местам — приозерным или приболотным участкам, днищам высохших озер — и занимают сравнительно небольшие площади. В крае имеется

589,6 тыс. га засоленных, 1004 тыс. га солонцеватых и 765,7 тыс. га почв с повышенной кислотностью [Бурлакова, Пудовкина, 1995].

В пределах равнинной территории Алтайского края выделены четыре природно-производственных класса земель [Николаев, 1979]: А — степные и лугово-степные пахотные земли; Б — подтаежные, лесостепные и степные пахотные земли в сочетании с естественными кормовыми угодьями; В — степные, луговые, солонцово-солончаковые естественные кормовые угодья; Г — лесохозяйственные земли (табл. 2).

Почвы края по возрастанию потенциального плодородия располагаются следующим образом: каштановые — южные черноземы — выщелоченные черноземы — оподзоленные черноземы. Наиболее бедные — серые и светло-серые лесные почвы, вовлекаемые в использование после раскорчевки леса и кустарников. За 50—70-е годы в почвах края отмечено повсеместное уменьшение гумуса вследствие высокой антропогенной и эрозийной нагрузки. Л.М. Бурлакова [1989] подчеркивает, что в среднем за год потери гумуса в выщелоченных черноземах составляли 1,8—2,0 т/га; в черноземах обыкновенных — 0,7—2,2 т/га, в том числе потери за счет эрозии достигали в среднем 83 %. В 70—80-е годы потери гумуса в почвах края несколько сократились в результате внедрения противоэрозийной системы земледелия и безотвальной обработки почв. Была исключена и вспашка полей вдоль склонов.

Т а б л и ц а 2

Земельная структура равнинной территории Алтайского края, тыс. км<sup>2</sup>  
[по Николаеву, 1979]

Агрорландшафтная провинция	Природно-производственные классы земель				Общая площадь
	А	Б	В	Г	
Кулундинская	24,04	1,86	6,88	6,16	40,59
Верхнеобская	16,59	24,79	9,73	12,21	64,44
Салаирская	1,91	4,41	0,88	6,66	13,86
Северо-Предалтайская	12,24	1,80	3,64	0,58	18,27
Итого...	54,78	32,86	21,13	25,61	137,16

Всего сельскохозяйственных угодий на территории края насчитывается 10916,3 тыс. га, что составляет 65 % его общей земельной площади, среди них 7009,3 тыс. га принадлежит пашне; 2674,7 тыс. га — пастбищам; 1219,2 тыс. га — сенокосам. Из всех областей Западной Сибири край имеет самую высокую распаханность [Бурлакова, Пудовкина, 1995].

**Растительный покров.** По данным Н.В. Ревякиной [1995], на территории края произрастает 1656 видов растений, которые относятся к 122 семействам и 615 родам. Он складывается из нескольких типов растительности степей, лесов, лугов, болот и тундр. Степная флора менее разнообразна и чаще представлена ковыльно-разнотравными и ковыльно-типчачковыми степями и галофильными лугами. Облесенность степей незначительна, только на бугристо-грядовых песках долин древнего стока растут ленточные сосновые боры. Растительный покров лесостепи Приобского плато представлен осиновыми и березовыми колками, луговыми разнотравно-злаковыми степями.

Леса занимают около 30 % территории края. На значительной части лесных массивов расположены уникальные ленточные боры. Они протянулись с северо-востока на юго-запад пятью лентами шириной от 3 до 12 км: самая северная — Бурлинская (Алеуская), затем следуют Кулундинская, Касмалинская, Барнаульская и за пределами края — Локтевская. Обь-Чумышское междуречье занято лесостепью, изредка встречаются сосновые и сосново-березовые леса. На западе и юго-западе к лесостепи, разрывая ее, примыкают сосновые боры. Самый южный — Верхнеобской бор — простирается по правым террасам Оби. Ближе к отрогам Салаира к лесостепи примыкает пояс березовых лесов и остепненных лугов, выше — пояс черневых лесов.

Растительный покров горных подобластей представлен остепненными лугами, сосновыми и лиственничными борами, в верхней части лесного пояса располагается пихтово-лиственничная тайга с полянами высокотравных лугов. Выше 2200 м находится горная тундра (каменистая, мохово-лишайниковая, кустарниковая), часто встречаются заросли низкорослой березы и кедровый стланик.

## 2.2. Эколого-ландшафтная типизация водосборов

Водосборная площадь гидрографической сети Алтайского края представляет собой типично предгорную аллювиальную равнину, оформившуюся под воздействием блуждающих крупных потоков по плоской низменной поверхности; она сложена мощной толщей рыхлых четвертичных и неогеновых континентальных отложений. По физико-географическому районированию Алтайского края водосборная площадь на равнине располагается в пяти провинциях, объединенных в две зональные области (степную и лесостепную). Водосборы горной и предгорной периферии находятся в четырех провинциях, составляющих две горные области (Алтайскую и Салаиро-Кузнецко-Алатаусскую).

К.В. Филатов [1961] считает основным источником солей в озерах и водотоках грунты, засоленность которых обычна в пределах 0,1—1,5 %. Механизмом, собирающим соли при их большой рассеянности, служат грунтовые воды и реки, сносящие их в бассейновые котловины, где они накапливаются вследствие бессточности и сухости климата.

Только три реки (Бурла, Кулунда, Кучук) с общего водосбора площадью 178 тыс. км<sup>2</sup> приносят в озера ежегодно 184 тыс. т различных солей [Ковалев и др., 1967].

По комплексу ландшафтных, климатических и гидрологических условий формирования стока на территории края можно выделить три типа водосборов (табл. 3).

**Обской правобережный** тип, включающий Верхнеобскую и Предсалаирскую провинции Лесостепной области, объединяет водотоки, берущие начало с западных отрогов Салаирского кряжа и Бийско-Чумышской возвышенности, входящие в состав гидрографической сети р. Чумыш и системы правобережных притоков Оби (Бол. Речка, Петровка, Бобровка, Повалиха и др.).

Характерная особенность Обского правобережного типа водосборов — хорошая инфильтрационная способность грунтов, постепенно снижающаяся к западу. Во все периоды вода гидрокарбонатная, с преобладанием среди катионов кальция. Сток формируется в условиях высокой влажности и относительно хорошей зарегулированности лесистостью и заболоченностью территории. Гидрограф стока характеризуется

Эколого-рыбохозяйственная типизация водосборов Алтайского края

Тип и подтип водосбора	Агроклиматический подрайон	Гидротермическая характеристика		Модуль стока, л/(с · км <sup>2</sup> )	Солевой сток		Мутность, г/м <sup>3</sup>
		t > 10 °C	ГТК		Сумма ионов	Доминирующий ион, %экв.	
Обской правобережный: Бийский	Умеренно теплый, увлажненный	1900—2100	1,4—1,2	6,0	50—500	НСО <sub>3</sub> , 55	500—600
		1800—2000	1,4—1,2				
		1900—2100	1,3—1,1				
Обской левобережный: Приобский левобережный	Умеренно теплый, недостаточно увлажненный	2000—2200	1,2—1,0	4,0	200—800	НСО <sub>3</sub> , 40	800—1000
		2100—2300	1,0—0,8				
Алейско-Чарышский	Теплый, слабо увлажненный	<1800	> 1,6	6,0	50—150	НСО <sub>3</sub> , 60	100—150
		2000—2300	0,8—0,6				
Кулундинский: Бурлинско-Кулундинский	Умеренно прохладный, увлажненный	2100—2400	0,8—0,6	0,8	200—1000	НСО <sub>3</sub> , 30	50—200
		2400—2600	< 0,6				
Западно-Касмалинский	Теплый, засушливый	2000—2300	0,8—0,6	1,0	150—800	НСО <sub>3</sub> , 30	50—150
		2100—2400	0,8—0,6				
Западно-Кулундинский озерный	Более теплый, сухой	2400—2600	< 0,6	0,2	400—1500	Сl, 30	50

одноволновым весенним половодьем, на которое приходится 45—65 % годового стока, и устойчивой низкой меженью; дождевые паводки отмечаются только в бассейне р. Чумыш.

На указанном типе водосбора выделяются три подтипа: Бийский, Чумышский и Приобский правобережный.

Б и й с к и й подтип водосбора включает правые притоки р. Бии (Неня, Бехтемир), по физико-географическому районированию выделяются Яминский и Нижнебийский районы, представляющие собой увалисто-холмистую равнину, расчлененную долинами рек и логами. Пойма в верхнем течении рек отсутствует, долины заболочены, русла извилистые, чаще неразветвленные. Берега крутые или обрывистые, заросшие кустарником.

Ч у м ы ш с к и й подтип водосбора асимметричен и делится руслом р. Чумыш на две части: правобережную, занимающую 68 % общей его площади на предгорьях Салаира и Предсалаирской возвышенности, и узкую левобережную, располагающуюся по северо-восточным склонам Бийско-Чумышской возвышенности. Объединяет два физико-географических района — Среднечумышский и Нижнечумышский. Характерны летние и особенно осенние поднятия уровня воды в правобережных притоках и высокая мутность поверхностного стока.

П р и о б с к и й п р а в о б е р е ж н ы й подтип объединяет правые притоки Оби, истоки которых находятся на западных склонах Бийско-Чумышской возвышенности (физико-географические районы: Обско-Боровлянский, Чемровский, Большереченский, Черемшанский, Повалихинский, Аллакский). Долины рек в верхнем течении заболочены, в среднем — хорошо выражены, с крутыми супесчаными склонами, в нижнем — располагаются в пойменных террасах Оби.

Русла рек хорошо разработаны, извилистые; уровни в нижнем течении обычно находятся в подпоре от Оби. Облественность отдельных водосборов колеблется от 8 до 35 %, заболоченность — от 1 до 8 %, распаханность — от 25 до 55 %.

Обской левобережный тип, располагающийся в двух провинциях Лесостепной области (Предалтайской и Верхнеобской) и одной провинции Степной области (Южно-Приалей-

ской), объединяет водотоки, впадающие в р. Обь с левого берега, истоки их находятся на Приобском плато или в Алтайской горной области. В водосборе выделяются также три подтипа: Приобский левобережный, Алейско-Чарышский равнинный и Приалтайский горный. Характерной особенностью является дальнейшее снижение инфильтрационных свойств почв, увеличение засоленности водосбора к западу от долины Оби, постепенное снижение в стоках карбонатов и увеличение магния. В водосборе выделяются три подтипа, заметно различающиеся гидрографом стока.

Первый подтип — Приобский левобережный — объединяет водотоки Приобского плато, стекающие к Оби и располагающиеся на бугристо-грядовой его поверхности, прорезанной долинами древнего стока (районы Верхнебурлинский, Ветрено-Телеутский, Касмалинский, Барнаульский). Основные водотоки — реки Касмала, Барнаулка, Бол. Калманка. Доля весеннего стока в их объемах составляет 65—75 %, летне-осеннего — 20—25 %. Весеннее половодье проходит одной волной, за ним наступает устойчивая межень с редкими дождевыми паводками.

Второй подтип — Алейско-Чарышский — включает водосборы нижнего и среднего течений двух крупных притоков Оби: Чарыша и Алея, а также нижнее течение рек Песчаная и Ануй. Южная часть расположена в предгорной равнине и сильно расчленена сухими балками и логами, а северная — примыкает к водосбору р. Барнаулка и находится в засушливом климате. Физико-географические районы: Нижнеалейский, Среднеалейский, Среднечарышский. Для гидрографа стока характерно сложное продолжительное весенне-летнее половодье с рядом подъемов уровня снегового и дождевого происхождения. Летом и осенью реки сохраняют значительную водность, доля стока в этот период может составлять 30—40 % годового объема.

Приалтайский горный подтип водосборов объединяет истоки и горные притоки верхнего течения рек Ануй, Песчаная, Чарыш и Алей. Водотоки относятся к алтайскому типу и характеризуются высокими скоростями течения, низкой биопродуктивностью и малой минерализацией воды. Гидро-

граф стока отличается невысоким растянутым половодьем, повышенным летне-осенним стоком и низким стоком зимой. Включает Нижнекатунский, Нижнеануйский и Верхнеалейский физико-географические районы.

Кулундинский тип — включает Кулундинскую и частично Южно-Приалейскую провинции Степной области. Он объединяет все водотоки, расположенные на территории Кулундинской депрессии и текущие на юго-запад от Оби, а также все озера Кулундинской равнины. Выделяются три подтипа: Бурлинско-Кулундинский, Западно-Касмалинский и Западно-Кулундинский озерный (см. табл. 3).

Этот тип водосборов объединяет водотоки, сбегаящие с западных и северо-западных склонов Приобского плато и текущие в сторону Кулундинской депрессии. Для почв водосборов характерен рост к западу засоленности, что обуславливает повышение минерализации меженных вод до 1000—1500 мг/л. Изменяется минерализация воды и по длине водотоков: в верховьях она не превышает 400—600 мг/л; в нижнем течении увеличивается до 1200—1500 мг/л. Одновременно изменяется доминирующий анион, вода в межень становится сульфатной или хлоридной. Для гидрографа всех водотоков характерно резко выраженное половодье, на которое приходится от 65 до 100 % объема годового стока. Дождевых паводков почти не бывает.

Бурлинско-Кулундинский подтип располагается на водосборах двух крупнейших рек равнины — Бурла и Кулунда, верхняя его часть приходится на Приобское плато, средняя и нижняя — на увалистую равнину. Включает Суетский и Кучукский районы.

Западно-Касмалинский подтип объединяет водотоки, питающие верховые среднеминерализованные озера древних долин рек Касмала и Барнаулка (районы Горько-Перешеечный, Алейско-Склюихинский). Водосбор представляет собой равнину, расчлененную логами и балками, местами с выходом на поверхность пресных вод. При расположении озер цепочкой наиболее минерализованные находятся в самой низкой части котловины, со следующей последовательностью изменения солевого состава: пресные (верховые, проточные) → содовые → сульфатные → хлоридные (конечные, непроточные).

Западно-Кулундинский подтип располагается на степной волнистой равнине западной части равнины и объединяет небольшие водотоки, чаще всего с временным весенним стоком, и бессточные соляные озера. Водосборы открытые, чаще распаханые или занятые пастбищами. Местные понижения рельефа заболочены и засолены. Характерная особенность — наличие значительного запаса подземных пресных вод, есть примеры распреснения солонатоводных озер путем заполнения их котловин артезианскими водами (оз. Селкочи в Славгородском районе, оз. Улькенкуль — в Кулундинском). Включает физико-географические районы: Кулундинско-Яровой, Каипский, Баскаимский, Шалдайско-Песчаноборский и Бельгашский.

## Глава 3

### ВОДОЕМЫ КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ

#### 3.1. Гидрографическая сеть и фонд водоемов

В гидрографическом отношении Алтайский край делится на две части: бассейн верхнего участка Оби, занимающий 70 % территории и формирующий 3 км<sup>3</sup> ежегодного поверхностного стока, и бассейн замкнутого стока Кулундинской равнины, формирующий только 0,5 км<sup>3</sup> стока. По данным Г.В. Коробковой [1995], общая гидрографическая сеть края насчитывает 17 085 рек общей протяженностью более 51 тыс. км, из них явное большинство водотоков относится к бассейну Оби: 16 522 реки с общей длиной 47,5 тыс. км. Гидрографическая сеть области замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья включает 563 водотока при суммарной длине 3464 км.

**Бассейн Оби.** Обычно к Верхней Оби относят участок ее течения до впадения р. Томь; часть ее акватории от истоков до зоны выклинивания Новосибирского водохранилища нами принимается за верховья Оби. Протяженность Оби в пределах края 458 км (по данным Г.В. Коробковой, — 493 км), обских проток, стариц и затонов — 1130 км. Площадь водосбора — 209 тыс. км<sup>2</sup>. Густота речной сети в левобережной части водосбора 0,2—0,5 км / км<sup>2</sup>; в правобережной — 0,4—1,2 км / км<sup>2</sup>.

В общем объеме среднегодового стока в Катунь формируется 20,2 км<sup>3</sup>, Бии — 15,1, Чарыше — 6,3, Чумыше — 5,2, Алее — 1,4 км<sup>3</sup>, в остальных водотоках бассейна — 4,8 км<sup>3</sup> стока. Реки длиной менее 10 км составляют 95 % гидрографической сети по общему количеству и 53 % по длине.

Гидрографическая сеть водотоков верховьев Оби и Кулундинской равнины длиной более 50 км, имеющих опреде-

ленное рыбохозяйственное значение, включает соответственно 73 и 13 рек (см. прил. 1):

Градации водотоков по длине, км	Количество, ед.	Общая длина, км
50—100	55	3652
101—200	20	2634
201—300	3	741
> 301	8	4266
Итого...	86	11 293

Для Оби характерно ступенчатое половодье с тремя-четырьмя пиками подъема уровня, следующими друг за другом с середины апреля до конца июля. Первый паводок формируется от таяния снега на равнинных водосборах и чаще проходит еще при ледоставе на основном русле с наибольшим поднятием уровня в конце апреля — начале мая. На долю весеннего паводка обычно приходится 15—20 % объема половодья, который в основном заполняет русло Оби. Второй и последующие паводки формируются за счет таяния снега в низкогорьях и льда — в горных областях водосбора, с максимумом поднятия уровня в середине июня, иногда в июле. Продолжительность летних паводков 2—3 мес.

**Реки Кулундинской равнины.** В области замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья из наиболее значительных водотоков следует отметить реки Бурла и Кулунда длиной более 400 км, р. Кучук длиной более 100 км, остальные реки протяженностью менее 100 км (см. прил. 1).

Верхние участки рек располагаются в пределах Приобского плато, их долины врезаны в ложбины древнего стока. С выходом на равнину долины рек расширяются и местами заболачиваются, уклоны уменьшаются до 0,1—0,05 ‰; русла мелеют и зарастают. В период летней межени грунтовое питание водотоков уменьшается, местами образуются глубокие плесы, чередующиеся с пересыхающими участками. Зимой реки с площадью водосбора менее 500 км<sup>2</sup> перемерзают, а летом высыхают.

Весеннее половодье на реках Обь-Иртышского междуречья проходит одной волной, его продолжительность на основных реках 1—1,5 мес, на малых водотоках половодье кратковременное, не более 15—20 дней. Летом и осенью сток сохраняется только на водотоках, стекающих с Приобского плато. Дождевые паводки весьма редки.

**Озера равнинной территории.** Топографически большинство равнинных озер расположено в ложбинах древнего стока рек Бурла, Кулунда, Касмала, Барнаулка, в поймах Оби и ее правобережных притоках в понижениях Бийско-Чумышской возвышенности. Большинство соляных озер находится в юго-западной, наиболее засушливой, части края. Общее число озер, по данным краевого комитета экологии и природопользования (1997 г.), более 11 000; в нашем кадастре их насчитывается около 5 тыс. с общей акваторией 2586 км<sup>2</sup>, что составляет 3 % площади равнинной территории края (табл. 4).

Озера равнинной территории по характеру водообмена можно разделить на три основных типа: бессточные, периодически проточные и проточные. Бессточные озера расположе-

Таблица 4

Озерный фонд Алтайского края

Озерные системы	Число озер		Площадь озер, км <sup>2</sup>		
	пресных	соляных	пресных	соляных	всего
Бурлинская	258	24	114	214	328
Кулундинская	894	18	142	994	1136
Касмалинская	266	13	115	48	163
Барнаульская	248	—	209	—	209
Бийско-Чумышская	495	—	125	—	125
Западно-Кулундинская	168	303	25	306	331
Алейско-Чарышская	257	6	55	44	99
Пойменные Оби	2244	—	195	—	195
Итого в равнинной зоне...	4830	364	980	1606	2586
Предгорные	15	—	11	—	11
Горные	87	—	29	—	29
Всего...	4932	364	1020	1606	2626



ны в наиболее засушливой юго-западной части края. Котловины их плоские, блюдцеобразные, берега чаще пологие, с хорошо развитой литоралью. Средняя глубина большинства бессточных озер 1,5—1,7 м, максимальная — 2,5—3,5 м. Отношение акватории к площади водосбора в пределах 0,005—0,100. Часть бессточных озер расположена в ложбинах древнего стока, они занимают понижения среди бугристо-грядовых песков, их водосборы заняты лесом, в водном балансе характерно наличие грунтового питания.

Периодически сточные озера расположены в древних долинах стока или на склонах и поймах современных рек. Котловины озер разнообразны — от округлых до сильно вытянутых; многие из них соединены протоками, средняя глубина 1,0—2,0 м, максимальная — 3,0—4,0 м. Почти все озера имеют грунтовое питание и поверхностный приток; весной при заполнении озерной котловины происходит сток в нижерасположенные озера. Особую группу составляют правобережные надпойменные озера, их водосборы облесены, отношение акватории к площади водосбора в пределах 0,01—0,10. Озера этой группы имеют обильное грунтовое питание и пресную воду, все имеют важное рыбохозяйственное значение.

Проточные озера расположены в речных долинах и питаются в основном поверхностным стоком. Для них характерна вытянутая форма (в долинах Барнаулки и Касмалы) или округлая (в долинах Кулунды и особенно Бурлы). Берега рек при входе и выходе из озер чаще заболочены и заросли водной растительностью. Все проточные озера отличаются максимальными глубинами порядка 3,0—5,0 м, отношение акватории к площади водосбора уменьшается до 0,0002—0,02. Это важные рыбохозяйственные водоемы окунево-плотвичного типа.

**Горные и предгорные озера.** Большинство горных озер принадлежит бассейну верхнего Чарыша и располагается в его притоках (Башчелак, Кумир, Коргон). По Т.Я. Шипуновой [1980], среди них выделяются высокогорные, расположенные выше 1900 м (Каракольское, Большое, Западное, Коргонское, Озерное, Белоголосово и др.), и среднегорные, лежащие ниже указанной высотной границы (Абрамовское, Осиповское и др.). Высокогорные озера по происхождению моренно-подпрудные; среднегорные — ледниковые: они располагаются в

троговых долинах. В природе горных озер отмечена вертикальная поясность в термическом режиме, составе донных отложений и уровне биопродуктивности. Все горные озера — регуляторы стока. Предгорные озера расположены на абсолютных высотах 400—500 м в северных отрогах Колыванского и Тигирецкого хребтов (Белое, Колыванское и др.) и Чергинского хребта (Айское, Светлое, Лебединое), имеют большое рыбохозяйственное значение как потенциальные водоемы для создания маточных стад сиговых, интродукции форели для последующей организации лицензионного лова.

**Рыбохозяйственный фонд.** При оценке рыбохозяйственного речного фонда Алтайского края выделены водоемы высшей, первой и второй категорий в соответствии с ГОСТом 17.12.04—77 "Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов". К высшей категории значимости отнесены водотоки, заселенные ценными видами рыб или являющиеся местами их зимовки и нереста, местами их проходных миграций; в основном это русло и протоки Оби, нижнее течение Катунь и Бии, нижнее и среднее течение Чарыша, нижнее течение рек Песчаная, Ануй и Чумыш. Первую категорию рыбохозяйственных водотоков составляют верхнее и среднее течение Бии и Чумыша, большая часть нижнего и среднего течения Алей, нижнее течение всех правобережных притоков Оби протяженностью 10—20 км как места нереста и нагула молоди обских промысловых рыб. Ко второй категории рыбохозяйственных водоемов отнесены водотоки, заселенные местной фауной рыб, пригодные для любительского и местного рыболовства.

Из водотоков Кулундинской равнины рыбохозяйственное значение имеют реки Бурла (нижнее течение от оз. Мал. Топольное, первая категория), Кулунда (среднее течение, первая категория) и Кучук (нижнее течение, первая категория). Общая протяженность рыбохозяйственного речного фонда верховьев Оби в пределах края около 6 тыс. км, в том числе наиболее ценные водотоки первой категории составляют 26,2 % общего фонда (табл. 5).

Водотоки второй категории, пригодные для любительского и спортивного лова рыбы, по неполной оценке занимают 31,7 %.

Таблица 5

## Рыбохозяйственный речной фонд Алтайского края

Водоток	Протяжен- ность, км	В том числе рыбохозяйственной категории		
		высшей	первой	второй
Обь, верховья	458	458	—	—
Протоки, затоны	1130	312	818	—
Катунь, нижнее течение	76	76	—	—
Бия	301	196	105	—
Песчаная, Ануй	603	257	346	—
Чарыш	547	305	242	—
Алей	858	30	341	487
Чумыш	644	128	312	204
Другие притоки Оби	3375	—	350	1200
Итого . . .	—	1762	2514	1891

К рыбохозяйственному озерному фонду первой категории в основном отнесены водоемы с акваторией более 1 км<sup>2</sup>; озера меньшей площади наиболее подвержены влиянию неблагоприятных факторов (обмеление, высокая зарастаемость макрофитами, повышенная минерализация воды, неблагоприятный газовый режим и др.). Следует подчеркнуть, что при современных методах ведения рыбного хозяйства для выращивания рыбы с успехом могут быть использованы и некоторые малые озера. Общий рыбохозяйственный озерный фонд края составляет 634 км<sup>2</sup>, в том числе фонд первой категории — 462 км<sup>2</sup>. Рыбохозяйственный озерный фонд Алтайского края, исследованный озерно-речной лабораторией, приведен в прил. 2; фонд соляных артемиевых и гаммарусовых солоноватоводных озер — в прил. 3.

На водотоках равнинной территории Алтайского края построено 2,5 тыс. га спускных нагульных и 0,5 тыс. га питомных рыбоводных прудов. Дополнительно имеется около 3 тыс. га прудов-водохранилищ комплексного назначения. В верхнем течении Алея созданы два крупных водохранилища — Гилевское и Склюихинское, имеющие важное рыбохозяйственное значение. Всего на рассматриваемой территории построено

60 водохранилищ с объемом воды более 1 млн м<sup>3</sup> каждое и дополнительно 50 водохранилищ с меньшим объемом воды. Зарегулированность местного стока прудами и водохранилищами постепенно увеличивается по мере продвижения к западу, достигая 70 и даже 100 % [Коробкова, 1995].

Из объектов ирригации следует особо подчеркнуть значение Кулундинского магистрального канала как транспортной артерии пополнения озер в зоне его действия и миграционного пути для расселения рыб обской фауны [Соловов, 1982]. Важное рыбохозяйственное значение имеет и строящийся канал Обь — Бурла, который создаст условия стабилизации уровня режима системы озер и ликвидирует негативные последствия колебаний водности, в том числе и периодические заморы рыбы.

### 3.2. Морфометрия и гидрологический режим водоемов

**Бассейн Оби.** Долина Оби по левому берегу ограничена крутыми склонами Приобского плато, по правому — террасами древней ложбины. Первая терраса возвышается над поймой на 4—8 м, ее ширина 10—15 км; основание сложено песками, поверхность — легкими суглинками и супесями. Терраса изобилует озерами и старицами, местами хорошо просматривается старое русло реки. Вторая терраса расположена выше первой в среднем на 20—25 м, а третья — на 40—50 м над второй. Все пойменные террасы имеют слабый уклон в сторону Оби.

В структуре поймы верховьев Оби общей площадью около 43 тыс. км<sup>2</sup> ее часть, заливаемая паводком, занимает 34,3 тыс. км<sup>2</sup>, или 79,8 %, в том числе:

Пойма	Площадь	
	тыс. км <sup>2</sup>	%
Низкая	22,5	65,6
Средняя	4,9	14,3
Высокая	6,9	20,1

Русло Оби с основными притоками занимает 5,3 тыс. км<sup>2</sup>, острова — 1,7 и останцы надпойменных террас — 1,4 тыс. км<sup>2</sup>. Поверхность поймы представляет собой преимущественно заболоченную равнину, расчлененную многочисленными протоками, старицами и истоками. Высота поймы над меженным уровнем колеблется от 2,0—2,5 м на верхнем участке реки и до 4,0 м — на нижнем (табл. 6).

Пойма верховьев Оби, как и долина реки, имеет три явно выраженные террасы. Первая возвышается над меженным уровнем на 1,5—2,5 м и дважды в год заливается паводковыми водами, вторая — на 2,5—4,0 м и заливается 1 раз в 2—3 года, третья возвышается над меженным уровнем более чем на 4,0 м и покрывается высоким паводком на короткий период.

В речных поймах в течение тысячелетий откладываются наносы аллювия, которые обладают неистощимой энергией плодородия. Обилие света, влаги и тепла обуславливает ускоренную вегетацию растений; после спада половодья трава на заливных лугах в течение 20—25 сут достигает высоты 50 см. Отепляющее влияние водных масс Оби проявляется в полосе до 500 км, в которой на 2—5° сдвигаются к северу все ландшафтно-географические зоны [Малик, 1975]. Эти аномалии позволяют считать пойму Оби обособленным типом ландшафта.

В пределах рассматриваемой территории выделяется Бийско-Каменский ландшафтный пойменный район общей площадью около 4,1 тыс. км<sup>2</sup>, характеризующийся сложной и

Таблица 6

Морфологическая характеристика русла и поймы верховьев Оби  
[Ресурсы..., 1962]

Участок русла	Длина, км	Падение на участке, м	Средняя ширина поймы, км	
			Левый берег	Правый берег
Слияние Бии и Катунь — с. Усть-Пристань	103	18,4	6,8	1,2
с. Усть-Пристань — г. Барнаул	122	13,7	1,4	7,4
г. Барнаул — р. Кучук	125	9,6	1,1	7,5
р. Кучук — г. Камень-на-Оби	108	8,6	15,1	1,4

густой гидрографической сетью, двумя пиками паводка, исключительно благоприятным газово-термическим режимом и высокой степенью хозяйственного освоения [Коломиец, 1980]. Важно, что территория поймы периодически промывается от всевозможных "шлаков", выступает как место регулярных миграций и временного переживания неблагоприятных условий многих видов животных с прилегающих территорий [Худяков, 1976].

В понижениях рельефа поймы располагаются пойменные озера, общая площадь которых в пределах края более 190 км<sup>2</sup>. Самые крупные из них — Бол. Камышное, Шибаво, Телеутское, Кокуйское — имеют важное рыбохозяйственное значение.

Русло Оби до с. Усть-Пристань одорукавное, его средняя ширина 1,4 км. Ниже русло начинает местами разветвляться, в нем появляются острова. Для верхнего участка русла характерен процесс деформации осередкового типа, при котором формируются подвижные острова и отмели.

Суммарная длина подмываемых участков берега 64 км, намываемых — 104 км, средняя скорость передвижения бровок подмываемых и намываемых берегов соответственно 15 и 20 м/год [Ресурсы..., 1962]. Для второго участка русла от с. Калистратиха до г. Камня-на-Оби характерны незавершенное меандрирование и излишек твердого материала в стоке в объеме 5 млн м<sup>3</sup>, сносимого вниз по течению.

Равнинные рыбные озера. Большинство озерных котловин неглубокие, дно их плоское, глубины нарастают постепенно, максимальные обычно располагаются в руслах древних рек. По форме котловины, характеру дна и конфигурации берегов равнинные озера можно разделить на пять типов: 1 — с выровненными абразивными берегами, свободными от зарослей макрофитов; 2 — с крутыми задернованными берегами и с поясом жесткой растительности; 3 — с акваторией, расчлененной на заливы и плеса, сильно заросшие макрофитами; 4 — озера-водохранилища, акватория которых искусственно увеличена плотинами; 5 — наиболее мелководные озера-блюдца на водоразделах с непостоянным гидрологическим режимом и контурами береговой линии [Тышко, 1967].

В годы регрессивной фазы увлажненности территории края происходит заметное снижение глубин, что особенно характерно для озер второго и третьего типа. Амплитуда колебаний уровня, а следовательно и глубин, достигает в оз. Кривое (р. Бурла) 3,0 м, в оз. Бол. Островное (р. Касмала) — 2,7 м; в оз. Зеркальное (р. Барнаулка) — 1,6 м. Полное высыхание важного рыбохозяйственного водоема — оз. Бол. Топольное в Бурлинской системе площадью 121 км<sup>2</sup> было зафиксировано в 1870—1890; 1944—1948 и 1975—1985 гг.; с 1986 г. началось новое заполнение водой озерной котловины, и в начале 90-х годов рыбохозяйственное значение озера полностью восстановилось.

В условиях недостаточной увлажненности глубины озер становятся важными морфометрическими факторами. Средняя глубина у 64 исследованных озер, расположенных в различных системах, — 1,98 м, максимальная — 4,06 м; колебания глубин по отдельным озерам соответственно 0,8—4,3 и 1,7—12,5 м (табл. 7). Среднее значение показателя емкости, т.е. отношение средней и максимальной глубин, составляет в ландшафтной зоне равнинной территории 0,47; достоверной зависимости показателя емкости и площади озер, характерной для других природных зон Европейской части России [Китаев, 1984], в рассматриваемом регионе не установлено.

Глубины озер в условиях равнинной территории края становятся лимитирующим фактором при их использовании для выращивания ценных видов рыб; в озерах, используемых для многолетнего выращивания карповых и сиговых рыб,

Таблица 7

Зависимость глубин от площади озер

Площадь озера, км <sup>2</sup>	Глубина (H), м		$\frac{H_{\text{ср}}}{H_{\text{макс}}}$	Средневзвешенная площадь, км <sup>2</sup>	Число озер
	H <sub>ср</sub>	H <sub>макс</sub>			
< 1,0	1,43	3,16	0,45	0,80	3
1,0—5,0	2,14	4,27	0,50	2,72	31
5,1—10,0	1,88	3,82	0,49	6,83	13
10,1—20,0	1,87	4,34	0,43	15,88	9
20,1—30,0	2,20	4,65	0,47	24,60	4
> 30,0	1,50	2,82	0,53	59,35	4

средние глубины должны быть не менее 1,9 м. Среднее значение максимальных глубин, при котором наблюдалась гибель личинок или сеголеток пеляди, составляло 2,34 м; угнетение роста отмечено при глубине 2,92 м. Среднее значение максимальных глубин, при наличии которых получен устойчивый хозяйственный эффект, было в пределах 3,50 м [Соловов, 1975]. Требования к средним и максимальным глубинам озер, используемых для однолетнего выращивания пеляди, снижаются при наличии холодоводных ключей, родников или притока с водосборной площади.

**Артемиевые и гаммарусовые озера.** По орографическому признаку минерализованные озера юга Западной Сибири, в том числе и Алтайского края, — внутренние континентальные водоемы, бассейны которых обычно приурочены к отрицательным формам рельефа. Как правило, наиболее минерализованные озера занимают самые низкие участки водосборов.

При прогрессирующем понижении уровня воды пресные озера становятся солонатово-водными, которые, в свою очередь, переходят в группу соляных; при повышении уровня (трансгрессии) происходят обратные процессы. Основная группа соляных озер края представляет собой мелководные водоемы со средней глубиной менее 2,5 м (табл. 8). Общий фонд соляных артемиевых озер даже при его известной нестабильности в крае весьма значителен (см. прил. 3).

По морфометрии котловины и характеру водного питания соляные озера края следует разделить на два типа. Водоемы с плоскими блюдцеобразными округлыми котловинами, часто с

Таблица 8

Основные морфометрические характеристики соляных озер

Площадь озера, км <sup>2</sup>	Глубина (H), м		$\frac{H_{\text{ср}}}{H_{\text{макс}}}$	Средневзвешенная площадь, км <sup>2</sup>	Число озер
	H <sub>ср</sub>	H <sub>макс</sub>			
До 1,0	1,15	1,91	0,60	0,66	9
1,0—5,0	1,47	2,27	0,61	2,53	25
5,1—10,0	1,14	2,30	0,51	5,98	5
10,1—20,0	0,96	1,76	0,56	12,18	6
> 20,0	2,86	4,62	0,62	208,5	5

обрывистыми берегами и песчаными грунтами в литорали относятся к первому типу. Подпитка озер происходит в основном грунтовыми водами, их ложе в глубоких местах вскрывают водоносные слои. Во втором типе — котловины неправильной формы, для них характерна изрезанная береговая линия, местами заболоченная, с выходом на поверхность пресных вод. Подпитка осуществляется подземным и поверхностным стоками.

**Гидрологический режим.** При оценке условий для жизнедеятельности гидробионтов уровенный и температурный режимы приобретают решающее значение. Считается, что гидрологический режим верховьев Оби имеет ряд отрицательных для гидрофауны качеств [Петкевич, Иоганзен, 1958]. Первый пик весеннего паводка проходит в пойме ранней весной и сопровождается резкими перепадами уровня, высокими скоростями течения, низкой температурой воды. Эти составляющие первого паводка сдерживают развитие кормовых организмов и отрицательно влияют на выживание потомства рыб-фитофилов раннего нереста. Второй паводок, или "коренная вода" от таяния снега и льда в горах, заливают пойму при более высокой температуре. Создаются оптимальные условия для развития кормовой базы, нагула молоди и взрослых рыб.

Существует прямая зависимость приростов массы обских рыб от высоты паводка и его продолжительности в верховьях Оби [Соловов, 1972 а, б]. У годовиков леща разница в приростах длины тела в годы различной водности может достигать 3,0 см; у плотвы — 0,8 см. Отрицательное влияние уровенного режима на гидрофауну особенно заметно при повторении подряд 2—3 маловодных лет.

Для оценки эффективности нереста и нагула рыб важны следующие составляющие гидрологического режима: интенсивность подъема и спада воды в пойме, общая продолжительность половодья. При наличии придаточных водоемов, связанных с руслом реки системой проток и истоков, скорость подъема и особенно падения уровня воды должна быть плавной и не превышать 20—40 см/сут [Никонов, 1975]. Высокая эффективность нереста рыб в пойме Оби достигается при условии продолжительности залития нерестилищ не менее 20 сут [Трифонова, 1984]. Однако водотоки верховьев Оби

характеризуются быстрым изменением высоты уровня залития поймы, в отдельные годы в низкой пойме колебания уровня достигают 1 м/сут (табл. 9). Подобная скорость изменения водности гидрографической сети на нерестилищах или местах нагула рыб обычно приводит к гибели икры и молоди. В проточных озерах этот показатель снижается более плавно. Так, в 1975—1984 гг. за май в оз. Бол. Островное уровни воды снизились на 3—20 см, в оз. Бол. Уткуль — на 4—22 см, т.е. скорость их снижения в обоих водоемах была близка к 1 см/сут.

Весной среднесуточная температура воды во всех типах водоемов равнинной территории поднимается медленно до полного распаления льда или его выноса по течению. При наличии льда температура воды держится в пределах 0,2—0,4, реже 1,0 °С. Для первой половины летнего сезона характерны более высокие температуры воздуха, чем воды, в периоды позднего лета и начала осени вода обычно теплее воздуха (табл. 10). Заметно тепляющее влияние водной массы реки и особенно Новосибирского водохранилища на окружающую территорию.

Т а б л и ц а 9

Сведения о паводке в верховьях Оби  
[Ресурсы..., 1962]

Река, пункт	Отметка выхода воды на пойму, м	Средняя продолжительность, сут		Скорость подъема, см/сут	
		половодья	залития поймы	макс.	мин.
Обь:					
Фоминское	310	184	4	148	34
Усть-Чарышская Пристань	460	190	29	156	39
Барнаул	500	193	36	177	44
Камень-на-Оби	530	195	26	245	29
Бия,					
Бийск	460	163	19	314	35
Катунь,					
Сростки	450	181	3	110	29
Чарыш	490	11	5	165	35
Чумыш	920	7	2	210	55

Т а б л и ц а 10

Среднемесячные температуры воздуха (числитель)  
и воды (знаменатель) по многолетним наблюдениям

Река, пункт	V	VI	VII	VIII	IX	X
Обь:						
Фоминское	<u>11,1</u> 7,8	<u>17,3</u> 11,8	<u>19,4</u> 19,2	<u>17,2</u> 16,4	<u>11,2</u> 11,4	<u>3,0</u> 5,0
Барнаул	<u>11,1</u> 10,3	<u>17,3</u> 15,8	<u>19,7</u> 18,6	<u>16,9</u> 17,4	<u>10,5</u> 11,9	<u>2,2</u> 5,0
Камень-на-Оби	<u>10,8</u> 9,2	<u>17,3</u> 15,8	<u>19,2</u> 18,4	<u>16,7</u> 17,2	<u>10,6</u> 11,7	<u>1,9</u> 4,8
Кулунда,						
Шимолино	<u>12,0</u> 13,0	<u>18,3</u> 19,3	<u>20,8</u> 21,4	<u>18,1</u> 19,2	<u>11,6</u> 12,6	<u>2,6</u> 4,4
Бурла,						
Хабары	<u>11,5</u> 12,4	<u>17,6</u> 18,4	<u>19,5</u> 20,5	<u>16,8</u> 18,8	<u>10,5</u> 10,8	<u>2,0</u> 3,3

По температурному режиму наиболее благоприятен для жизнедеятельности рыб участок верховьев Оби от с. Усть-Пристань до г. Камень-на-Оби, на котором показатели накопленного тепла максимальны за вегетационный период:

	с. Фоминское	г. Барнаул	г. Камень-на-Оби
Количество тепла, градусо-дни	1675	2266	1968
Средняя температура воды, °С	14,4	17,2	17,1

Температурный режим степных рек несколько выше: для нижнего течения р. Кулунды сумма тепла в вегетационном периоде достигает 2979 градусо-дней, для р. Кучук — 2280 градусо-дней, а средняя температура воды — соответственно 19,9 и 17,6 °С.

Переход среднесуточной температуры воды через 10 °С весной в озерах происходит в середине мая, осенью — в I декаде октября; сумма накопленного тепла с температурой

воды выше 10 °С составляет 2500—2700 градусо-дней в пресных и 2800—3000 градусо-дней — в соляных озерах (табл. 11).

Температура воды — главный фактор при определении биологических сезонов года в водоемах, однако единый критерий для выделения их границ не определен [Дрягин, 1968; Николаев, 1971; Алабастр, Ллойд, 1984].

В наших исследованиях приняты следующие температурные границы (в °С): для весны — 0,2 — 15, в том числе для ранней — 0,2—4,0 и поздней — 4,0—15; для лета — 15—10, в том числе для раннего лета — 15—25 и позднего — 25—10; для осени 10—4 [Соловов, 1986]. Общая продолжительность весеннего периода в пойменных водоемах Оби 45 сут, в русле — 60 сут, в озерах равнинной территории края — 50 сут (табл. 12).

Т а б л и ц а 11

Среднемесячные температуры воды некоторых равнинных озер  
(обобщенные данные гидрометеостов), °С

Озеро	V	VI	VII	VIII	IX	X
Бол. Островное	10,7	20,2	22,5	19,2	13,4	4,1
Бол. Уткуль	10,5	20,5	22,5	19,9	14,2	5,1
Бол. Яровое	12,5	20,4	22,9	21,4	16,6	7,1
Кулундинское	14,9	23,0	24,1	22,0	15,5	7,0

Т а б л и ц а 12

Средние даты перехода температуры воды через критические точки  
биологических сезонов

Тип водоема	Весна			Осень		
	0,2 °С	4 °С	15 °С	10 °С	4 °С	0 °С
р. Обь:						
русло, Барнаул	19.04	23.04	07.06	29.09	24.10	12.11
пойма	22.04	25.04	03.06	25.09	20.10	05.11
оз. Бол. Островное	13.04	02.05	03.06	11.10	27.10	09.11
оз. Бол. Уткуль	17.04	05.05	04.06	06.10	02.11	17.11
оз. Бол. Яровое	14.04	23.04	—	04.10	03.11	11.11

### 3.3. Особенности гидрохимического режима

**Солевой состав.** Горные и предгорные водотоки, формирующие основной сток Оби, — низкоминерализованные, с гидрокарбонатно-кальциевым фоном воды. Для Бии и Катунь наименьшие значения растворенных солей — до 60—80 мг/л — свойственны периоду половодья, в летнюю и зимнюю межени они увеличиваются до 150—200 мг/л. Влияние других притоков на минерализацию воды основного русла незначительно (табл. 13). По многолетним данным, в черте Барнаула содержание солей в обской воде не превышает 110—120 мг/л в половодье и 200—300 мг/л в зимнюю межень. В пределах края Обь и ее главные притоки отличаются стабильностью солевого состава воды.

Минеральный состав воды придаточных водоемов и пойменных озер Оби, сообщающихся в половодье через систему истоков и понижений с руслом, имеют много общих черт и сравнительно невысокий уровень растворенных солей, не превышающий в летнюю межень 300—400 мг/л (см. прилож. 4).

В период половодья сток поверхностных вод с равнинных водосборов отличается повышенной цветностью, наиболее окрашенные воды поступают с облесенных и заболоченных водосборов. В поверхностном стоке много биогенных элементов: нитратов — 8—10 мг/л, фосфатов — 0,05—0,25, железа —

Таблица 13

Солевой состав воды верховьев Оби и ее основных притоков, мг/л

Река	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Сумма
Бия	24,0	4,8	11,4	103,7	13,1	3,5	160,5
Катунь	22,0	14,5	—	79,3	20,5	7,1	143,4
Чарыш	31,1	3,6	18,3	128,1	28,7	3,5	216,3
Алей	18,0	17,0	16,1	97,6	41,1	21,3	573,1
Барнаулка	82,1	31,6	59,7	439,3	51,0	39,0	702,7
Чумыш	54,1	14,6	4,6	225,7	13,1	4,9	317,1
Обь							
за II	36,1	10,4	19,0	172,7	21,1	4,2	267,3
за VII	18,0	2,8	1,5	62,9	5,8	0,7	93,5

0,1—0,5 мг/л, в грунтовых водах биогенов содержится гораздо меньше: нитратов — не более 5,0 мг/л, фосфатов — 0,08—0,10 мг/л. Незначителен сток биогенов в летнюю и зимнюю межени.

Солевой состав воды озер равнинной территории изменяется в широких пределах и зависит от составляющих водного баланса, минерализованности притоков, степени проточности (табл. 14). Значительные колебания солевого состава и общей минерализации воды в зависимости от состояния обводненности территории характерны для Бурлинской, Кулундинской и Барнаульской озерных систем, и в меньшей степени — для Бийско-Чумышских и пойменных озер.

Таблица 14

Колебания общей минерализации воды равнинных озер, мг/л

Система, озеро	Год исследования, мин. и макс.	Общая минерализация	В том числе основные ионы					
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Бурлинская, Песчаное	1991	782,9	52,1	37,6	114,1	445,4	51,4	81,5
	1983	1779,1	34,0	76,6	404,7	604,1	356,7	273,0
Кулундинская: Кривое	1967	942,4	18,0	42,5	212,0	374,6	123,4	171,9
	1992	1727,0	22,0	87,5	384,0	683,4	224,2	236,2
Бакланье	1987	1853,1	26,0	92,4	432,3	561,2	322,9	418,3
	1980	2724,4	30,0	137,4	646,2	835,8	421,6	652,4
Касмалинская, Бол. Островное	1967	774,0	19,0	40,7	142,6	412,4	103,6	55,7
	1969	1726,3	162,0	279,3	313,9	549,1	273,9	69,9
Барнаульская, Бахматовское	1966	580,6	24,4	32,2	103,9	297,7	80,6	62,4
	1974	1338,3	20,4	54,7	296,7	488,1	411,4	67,4
Бийско-Чумышская, Бол. Уткуль	1968	235,6	25,1	13,4	21,5	190,3	1,6	0,1
	1982	437,1	18,0	14,5	78,1	298,9	20,5	7,1

Колебания составляющих водного баланса, главным образом количественные изменения объема стока и проточности, определяют многолетнюю динамику солевого состава лимнических вод. В регрессивные периоды водности в аквасистемах снижается уровень воды и увеличивается концентрация растворенных минеральных солей. Пресные водоемы осолоняются, минерализованные переходят в разряд соляных, рассолы аккумулируют твердые солевые отложения.

В этом плане весьма показательна динамика общей минерализации воды Бурлинских озер. В верхнем и среднем течении р. Бурла происходит накопление солей в пределах олигогалинной градации; озера нижнего течения из олигогалинных в годы максимальной водности переходят в мезогалинные:

Озеро	Год анализа	Общая минерализация, мг/л
Пустынное	1973	384,2
Песчаное	1966	869,0
	1973	1779,1
Бол. Топольное	1965	4675,1
	1973	9395,0

Дальнейшая депрессия питающего водотока приводит озера нижнего течения р. Бурла в состояние заболоченных солончатых понижений, к полной потере их гидробиологического статуса.

Аналогично в условиях низкой увлажненности водосбора и недостаточного стока наблюдается увеличение минерализации воды в озерах верхней Кулунды: в озерах Горько-Лебедянское и Горько-Ключевское в начале 80-х годов содержание солей достигло 10 784—15 959 мг/л. Процесс засоления зафиксирован и на озерах средней Кулунды: количество солей выросло в оз. Кривое с 1396 до 1771 мг/л, в оз. Бакланье — с 2723 до 4193 мг/л и в оз. Долгое — с 3270 до 6395 мг/л.

В олигогалинных озерах доминантный ион — карбонатный, но увеличение минерализации происходит в основном за счет сульфатов при одновременном снижении относительной кон-

центрации хлора и карбонатов. При общем увеличении минерализации воды в оз. Песчаное с 782,9 до 1779,1 мг/л (р. Бурла, см. табл. 14) содержание сульфатов возросло в 6,9 раз, хлоридов — в 3,3 раза, карбонатов уменьшилось в 1,5 раза. Катионы натрия и кальция играют роль антагонистов: увеличение значимости одновалентных ионов сопровождается уменьшением двухвалентных и наоборот.

Увеличение общей минерализации в мезогалинных водоемах в среднем в 1,5—2,0 раза идет за счет доминантного иона  $\text{Cl}^-$ , при уменьшении относительной значимости сульфатов и карбонатов. Фон катионов изменяется по двум направлениям: увеличивается количество натрия и одновременно уменьшается содержание кальция и магния или заметно снижается роль натрия, и тогда руководящее положение переходит к магнию.

В гипергалинных водоемах среди основных ионов преобладают  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$ , в периоды циклических изменений минерализации относительные их значения изменяются в меньшей степени, чем в группах олиго- и мезогалинных озер. Так, в водоемах Кулундинской равнины количество ионов  $\text{Cl}^-$  изменяется в пределах 0,75—3,10 %, натрия — 4,0—17,8 %.

Гидробиологическими исследованиями показана особая роль  $\text{Ca}^{2+}$  для стабильного развития пресноводных и морских гидробионтов [Ялынская, Струбицкий, 1981; Романенко и др., 1982]. Четкая закономерность распределения кальция в равнинных озерах не установлена, его содержание в исследованных нами озерах колеблется от 8 до 114 мг/л. Не подтверждается зависимость этого показателя от общей минерализации воды (коэффициент корреляции  $r = 0,19$ ). У большинства озер (82,1 %) он колеблется в пределах 10—50 мг/л; обогащенных и обедненных кальцием озер немного, соответственно 4,3 и 3,6 %.

Значительное превышение  $\text{Mg}^{2+}$  над  $\text{Ca}^{2+}$  характерно для озерных систем края, и, видимо, для многих озер Сибири, расположенных в аридной и полуаридной зонах (табл. 15). С ростом минерализации воды отношение  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  закономерно уменьшается ( $r = -0,736$ ), общий диапазон колебания указанного выше значения по системам озер меняется от 0,07 (гипергалинные озера Кулундинской равнины) до 4,27 (горные и предгорные озера). В большинстве озерных систем одно-



Таблица 15

Соотношение основных ионов в воде равнинных озер

Система озер	Средняя минерализация, мг/л	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	$\frac{Na^{+} + K^{+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$	$\frac{HCO_3^{-}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{Na^{+} + K^{+}}$
Бурлинская	1521,9	0,84	2,27	4,21	0,73
Кулундинская	4450,9	0,21	4,97	4,78	1,07
Касмалинская	2184,6	0,42	2,92	4,81	0,76
Барнаульская	1146,6	0,55	2,93	6,18	0,65
Пойма Алея и Чарыша	1405,6	0,65	1,08	3,94	0,57
Пойма Оби	556,8	1,72	0,15	3,31	0,54
Бийско-Чумышская	214,6	1,49	0,19	3,46	0,64
Горные и предгорные	196,4	4,27	0,62	4,43	0,37
Полигалинные	28,5*	0,17	9,45	1,17	1,65
Гипергалинные	153,5*	0,07	23,84	8,65	1,86

\*В г/л.

временно с ростом минерализации воды содержание кальция уменьшается (исключение составляет оз. Бол. Уткуль); подобный химизм воды особенно характерен для оз. Бол. Островное, в котором при увеличении общей концентрации солей в 2,2 раза содержание Са увеличивается в 10 раз, от 16,0 до 162,9 мг/л.

По классификации О.А. Алекина [1970], вода рассматриваемых озер края относится к первому типу:  $HCO_3^{-} > Ca^{2+} + Mg^{2+}$ , что подчеркивает образование их солей в процессе выщелачивания пород водосбора и их транспорт поверхностным стоком. Показатель  $Cl^{-}/Na^{+} + K^{+}$  увеличивается в группе соляных озер, максимальное его значение (2,95) отмечено в оз. Душном (Касмалинская система).

Концентрация водородных ионов в воде определяет многие ее свойства, влияет на характер биологических процессов и подвержена колебаниям в пределах нейтрально-олигощелочных (рН 7—8) и мезощелочных (рН 9—10).

В годовой динамике рН возрастает к концу зимы и летом, в период максимального фотосинтеза (озера нижней Кулунды, 1997 г.):

Месяц	оз. Плотава	оз. Бахаревское
V	7,80	7,65
VI	8,23	8,15
VII	8,60	9,60
XII	9,02	9,22

Кратковременное повышение в озерах водородных ионов более 8,5 не отражается на их гидрофауне, однако длительное воздействие или увеличение рН более 9 угнетающе действует на ихтиофауну. Механизм токсического действия высоких значений рН заключается в разрушении жаберного и кожного эпителия рыб, к тому же обостряет токсичность других ядов [Алабастер, Ллойд, 1984]. Летом 1982 г. в озерах Бакланье, Придорожное зафиксированы факты гибели рыбы в результате скоротечного повышения водородных ионов более 9,5. Постоянное угнетающее воздействие высоких значений рН на абригенную ихтиофауну характерно для озер Кулундинской равнины — Плотава, Бахаревское, Бол. Табуны, Богодуховское, Марковское. В отдельные сроки наблюдений в солонатоводных озерах зафиксирована рН более 10 (оз. Горько-Лебедяньское, август 1991 г.).

**Органическое вещество.** Загруженность равнинных водотоков органическим веществом, характеризуемая в первом приближении перманганатной (ПО) и бихроматной (БО) окисляемостью, колеблется в широких пределах. Даже в границах одной системы озер их значения заметно варьируют в пределах олиго-, мезо- и полигумозной гумификации (табл. 16). Максимальное значение ПО в многолетней динамике ее показателей характерно для Бурлинских озер, абсолютный максимум — в оз. Бол. Топольное — конечном водоеме системы, аккумулирующем биосток с обширной водосборной площади.

Бихроматная окисляемость равнинных озер за те же периоды наблюдений свидетельствует о высокой доле в составе органического вещества гуминовых и других трудноразлагаемых компонентов. Средние значения ПО, т.е. легкоразлагаемой органики, чаще автохтонного происхождения, составляют

всего 1,8—27,6 % от соответствующих значений БО. Максимальные величины БО характерны для соляных озер (113,4—739,7 мг О/л).

В сезонной динамике окисляемости прослеживаются определенные закономерности. Во время паводка (май, июнь) оба показателя окисляемости довольно высоки и обусловлены повышенным выносом с водосборов взвешенных и растворенных органических веществ (табл. 17, рис. 2). Так, в озерах бассейна верхнего течения р. Кулунда (оз. Горько-Лебедянское и Горько-Ключевское) БО в весенний и раннелетний периоды изменялась от 291,0 до 666,4 мг/л; ПО — от 17,2 до 61,8 мг О/л. Относительное значение легкоокисляемой фракции органики к общему ее содержанию в этот период не превышало в среднем 11,1 %. Для летнего и осеннего периодов характерны относительное увеличение ПО, обусловленное процессами накопления органического вещества преимущественно автохтонного происхождения, и рост отношения ПО : БО в отдельных озерах до 51,8 % (октябрь, оз. Горько-Лебедянское). В зимний период ПО относительно низкая и значение ПО : БО находится в пределах 5—10 %. Сопоставление значений БО и ПО

Таблица 16

Перманганатная окисляемость и органическое вещество равнинных водоемов Алтайского края (средне многолетние данные за 1971—1993 гг.)

Система, озеро	Перманганатная окисляемость, мг/л				С <sub>орг.</sub> г/м <sup>3</sup>
	Средняя	Колебания	Лето	Зима	
Бурлинская:					
Песчаное	47,6	15,3—102,7	35,2	49,8	24,3
Бол. Топольное	101,4	17,6—161,6	150,8	80,3	51,8
Кулундинская:					
Кривое	21,3	12,7—83,5	50,5	13,3	10,9
Бакланье	20,3	13,0—37,4	33,2	11,9	10,4
Касмалинская,					
Бол. Островное	22,4	5,4—36,1	32,5	22,2	11,4
Барнаульская,					
Бахматовское	25,2	13,9—42,0	26,9	16,8	12,9
Пойма Алея и Чарыша,					
Кривое	13,8	11,0—25,3	18,7	10,4	7,0
Бийско-Чумышская,					
Бол. Уткуль	8,4	1,2—18,7	13,7	8,4	4,3

показывает, что с увеличением ПО растет значение ПО : БО, а следовательно, уменьшается относительное значение БО:

ПО, мг О/л	< 30	31—50	> 50
ПО : БО, %	8,3	10,4	23,0

**Кислородный режим.** На равнинной территории края очень мало озер с гарантированным благоприятным для жизнедеятельности гидрофауны зимним кислородным режимом. При отсутствии водообмена по системе река → озеро → река главным источником становятся поверхностная реэрация и массоперенос О<sub>2</sub> в нижние слои.

Периоды осенней и весенней гомотермии с интенсивным ветровым перемешиванием водных масс обычно характеризуются повышенным содержанием растворенного кислорода. Однако после ледостава происходит постепенное нарушение кислородного баланса — дефицит О<sub>2</sub> сначала распространяется на отдельные участки, а затем на всю акваторию озера.

На скорость снижения кислорода в воде влияют одновременно многие факторы. Среди них для равнинных алтайских озер наиболее значима водность: чем глубже столб воды уходящего в зиму водоема, тем медленнее расходуется кисло-

Таблица 17

Динамика органического вещества по сезонам года в озерах бассейна р. Кулунда

Месяц	БО		ПО БО, %	С <sub>орг.</sub> г/м <sup>3</sup>
	мг О/л			
1991 г.				
оз. Горько-Лебедянское				
V	333,2	17,2	5,2	8,8
VI	471,6	52,9	11,2	27,0
VII	350,2	80,4	22,9	41,0
VIII	165,6	33,1	19,9	16,9
IX	784,0	138,7	17,7	70,8
X	460,0	115,2	25,0	58,8
XI	113,4	58,7	51,8	29,9
XII	360,0	44,3	12,3	22,6
оз. Горько-Ключевское				
V	666,4	45,0	6,7	22,9
VI	291,0	61,8	21,2	31,5
VII	235,0	54,1	23,0	27,6
VIII	739,0	103,4	14,0	52,8
IX	164,5	29,7	18,0	15,2
X	117,0	30,5	12,0	15,6
XII	520,0	27,0	5,2	13,8

1995 г.

оз. Кулундинское

V	575,0	15,5	2,7	7,9
VI	462,0	31,2	6,8	15,9
VII	644,0	74,2	11,5	37,9
VIII	566,4	115,4	20,4	58,9
IX	739,7	42,9	5,8	21,9

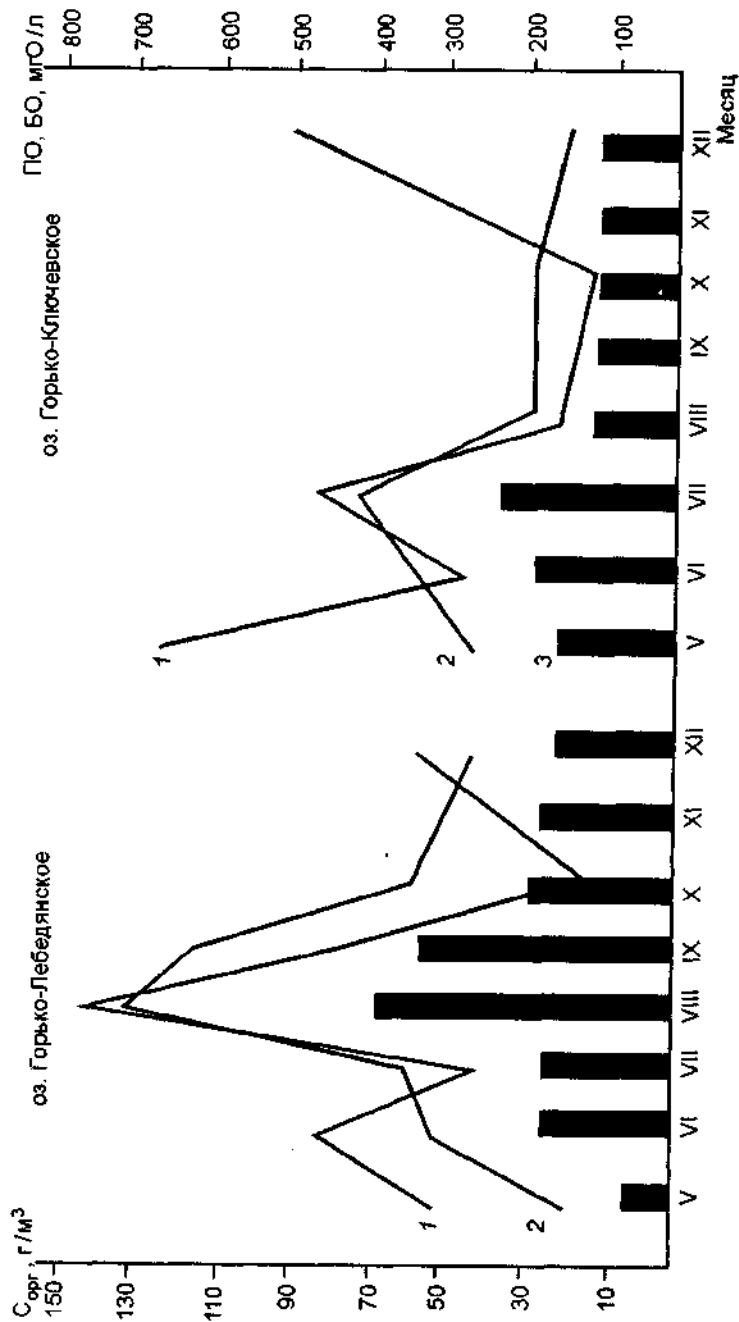


Рис. 2. Динамика окисляемости и содержания органического углерода в воде озер Кулундинской системы. Окисляемость: 1 — перманганатная (ПО); 2 — бихроматная (БО); 3 — содержание органического углерода ( $C_{орг}$ ).

род. Озера со средними глубинами менее 1,5 м, как правило, испытывают ежегодный зимний дефицит растворенного кислорода; при средних глубинах от 1,5 до 2,0 м дефицит кислорода зимой наблюдается периодически.

Скорость потребления кислорода на окислительные процессы подчиняется определенным закономерностям: максимальный расход его наблюдается в течение первого месяца после ледостава, в последующем происходит постепенное снижение его потребления. Уровни расхода кислорода различаются и от степени водности озер (табл. 18). За период наблюдений с 1973 по 1992 г. в многоводные периоды в Бурлинских озерах исходное содержание растворенного кислорода было на 22,3 % выше, чем при низких уровнях воды.

Удельное потребление кислорода в зимний период после ледостава зависит от условий водности и продолжительности ледостава, для озер Бурлинской системы может быть задано уравнениями, которые используются в первом приближении для определения сроков наступления замора в указанных водоемах (табл. 19).

В периодически заморных озерах бассейна Бурлы и Кулунды суточное потребление кислорода зимой, по многолетним наблюдениям, составляет 0,01–0,09 мг/л (табл. 20). В заморных озерах Касмалы и Барнаулки его расход увеличивается до 0,03–0,15 мг/л. В правобережной зоне кислородный режим озер относительно благоприятный, его дефицит возникает

Таблица 18

Потребление кислорода на окислительные процессы в некоторых озерах р. Бурла (1973–1992 гг.)

Режим	Содержание кислорода, мг/л (XI)	Суточное потребление (по месяцам), мг/л				
		XII	I	II	III	среднее
оз. Мал. Топольное						
Маловодный	8,10	0,126	0,060	0,035	0,021	0,061
Многоводный	9,83	0,072	0,048	0,033	0,063	0,054
оз. Песчаное						
Маловодный	9,61	0,098	0,071	0,082	0,068	0,080
Многоводный	11,83	0,157	0,055	0,026	0,040	0,070

Т а б л и ц а 19

Зависимость удельного потребления кислорода от условий водности и продолжительности ледостава

Озеро	Режим	Расход кислорода, мг/(л·сут)	Коэффициент корреляции
Мал. Топольное	Маловодный	0,153—0,00129 T*	-0,726
	Многоводный	0,068—0,000236 T	-0,283
Песчаное	Маловодный	0,095—0,000263 T	-0,474
	Многоводный	0,160—0,00118 T	-0,753

\* T — продолжительность ледостава, сут.

локализовано в некоторых мелководных отчленяющихся заливах. Обычно в озерах Бол. Уткуль, Петровское, Красилово содержание кислорода зимой не ниже 1,5—2,0 мг/л.

Для некоторых озер (Песчаное Бурлинской системы; Бол. Горькое Касмалинской системы; Телеутское в пойме Оби и др.) характерен эффект "перевернутого дна" [Ривьер, 1986],

Т а б л и ц а 20

Потребление кислорода зимой в некоторых озерах Алтайского края

Система, озеро	Среднесуточное потребление кислорода, мг/л		Градиент суточного потребления кислорода, мг/л
	Дно	Поверхность	
Бурлинская:			
Песчаное	0,03	0,05	0,07—0,01
Мал. Топольное	0,08	0,04	0,08—0,02
Кулундинская:			
Кривое	0,08	0,08	0,09—0,05
Бакланье	0,05	0,05	0,08—0,03
Касмалинская,			
Бол. Островное	0,07	0,06	0,15—0,03
Барнаульская,			
Зеркальное	0,10	0,11	0,12—0,08
Бийско-Чумышская,			
Бол. Уткуль	0,02	0,01	0,05—0,03

когда придонные слои воды в зимний период содержат больше кислорода, чем поверхностные. Увеличенный расход кислорода у поверхности обусловлен скоплением подо льдом метана и концентрацией в биопродуктивных озерах гидробионтов. Например, в оз. Телеутском в конце января содержание кислорода на восьми станциях у поверхности колебалось от аналитического нуля до 0,80 мг/л; на тех же точках отбора проб у дна кислорода было значительно больше — от 0,64 до 6,40 мг/л, в среднем в поверхностных слоях — 0,54 мг/л, в придонных — 3,60 мг/л.

Летний кислородный режим равнинных водоемов более благоприятный, однако при определенных условиях его дефицит и летние заморы возможны на некоторых частях акватории озер. Локальные заморные явления в период летней стагнации характерны для отдельных плесов озер Кулундинской равнины: Горько-Лебедянского и Горько-Ключевского (1991 г. — от аналитического нуля до 1,92 мг/л); Кулундинского (1995 г. — от нулевых значений растворенного кислорода до 5,92 мг/л).

### 3.4. Донные грунты озер равнинной территории

Распределение грунтов. Разнообразие гидрологических режимов озер, солевого состава их водных масс, морфометрии водоемов, особенно строения берегов и состава подстилающих пород, — все эти факторы генезиса водоемов обуславливают и разнообразие их донных грунтов. Ведущими в формировании донных отложений являются абразия берегов и аккумуляция органических и минеральных осадков. Для озер равнинной территории выделено шесть основных их типов: песок, илистый песок, песчаный ил, глинистый ил, ил и заторфованный песок. Из-за незначительных глубин в озерах нет отчетливых границ между зонами различных грунтов, поэтому приводимые ниже данные о занятых ими площадях дна в известной мере условны (табл. 21).

Центральную и, как правило, глубоководную часть всех равнинных озер занимают илы, состоящие главным образом из аллохтонного детрита с обязательной примесью песка. Консистенция илов сметанообразная, реже — уплотненная, слоистая, часто с характерным запахом сероводорода, даже в летний

Т а б л и ц а 21

Распределение донных грунтов в озерах равнинной территории,  
% от общей акватории

Система, озеро	Песок	Илистый песок	Песчаный ил	Глинистый ил	Ил	Заторфованный песок
Бурлинская:						
Песчаное*	50	15	10	5	20	—
Песчаное**	20	20	5	25	25	5
Кулундинская:						
Бакланье	12	15	20	—	50	3
Мостовое	20	13	10	—	55	2
Кривое	5	25	5	5	50	10
Касмалинская,						
Бол. Островное	20	10	20	10	35	5
Барнаульская,						
Бахматовское	5	15	10	15	40	15
Бийско-Чумышская,						
Бол. Уткуль	5	5	50	5	30	5

\* Начало 50-х годов.

\*\* Начало 90-х годов.

период. Чистые илы обычно занимают в озерах значительные площади и в некоторых мелководных водоемах (Кривое в Кулундинской, Пустынное в Бурлинской) составляют большую часть дна их котловин.

Литораль озер, особенно в зоне ложбин древнего стока и с берегами, плохо поддающимися размыву, сложена кварцевыми песками. Прибрежные участки понижений перед песками могут быть заняты разбухшими почвами с остатками водных растений. На приустьевых территориях питающих рек встречаются заторфованные пески.

Вглубь от песчаной литорали следуют илистый песок и песчаный серый ил, постепенно переходящие в отложения чистого ила. В илистом песке детрита обычно незначительно, его доминирующая основа — песок; в песчаном иле, наоборот, основа — детрит.

Антропогенное вмешательство в гидрологический режим озер часто заканчивается перераспределением донных грунтов.

В результате зарегулирования уровня воды в оз. Песчаном усилился процесс абразии берегов и накопления глинистых илов, что обусловило заметное сокращение песчаных грунтов; одновременно в озере на 0,5—0,6 м уменьшились максимальные глубины.

Минеральный состав грунтов. В 18 озерах равнинной территории установлена зависимость минерализации водной вытяжки грунтов от их типа. Как правило, максимальная минерализация характерна для вытяжек из илов профундали (серый ил оз. Лена — 6982,5 мг/л), минимальная — для песков, слагающих литораль (песок оз. Бахматовское — 188,0 мг/л). Колебания минерализации донных грунтов в одном водоеме могут быть весьма значительными: в оз. Бакланье прибрежный песок содержал 1291,9 мг/л, а черный ил в центральной котловине — 4229 мг/л различных солей (табл. 22).

Содержание органических веществ в иловых растворах также весьма разнообразно: менее продуктивны песчаные и песчано-илистые грунты литорали (оз. Мостовое — 0,36 % С, Бахматовское — 0,66 % С). Больше органических веществ

Т а б л и ц а 22

Солевой состав грунтов некоторых озер равнинной территории, мг/л

Система, озеро	Грунт	Общая минерализация	В том числе основные ионы					Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
Бурлинская,	Песок	443,5	68,3	113,0	121,9	1,5	21,6	117,1
	Ил	800,3	131,7	35,4	149,8	23,0	30,0	235,3
Кулундинская:	Песок	1291,9	122,1	479,5	265,9	24,0	66,0	334,4
	Ил	4228,4	92,7	2257,5	300,5	33,4	90,0	1451,3
Мостовое	Песок	616,2	61,0	195,3	147,8	5,4	9,9	196,8
	Ил	2250,6	37,8	708,4	874,4	11,6	17,6	611,8
Касмалинская,	Песок	83,3	7,2	35,4	—	—	—	25,8
	Бол. Островное	1601,8	91,3	602,9	331,5	10,1	106,5	459,0
Барнаульская,	Песок	188,0	17,1	42,0	—	—	30,2	98,7
	Ил	764,0	62,8	276,5	250,8	2,0	2,4	183,1

содержится в песчаных грунтах с примесью глины (Бакланье — 7,68 % С). Наиболее продуктивны серые и темно-серые илы (Бол. Островное — 3,54, Лена — 8,64 и Бахматовское — 16,12 % С).

Содержание общего азота в грунтах повторяет распределение гумуса и в исследованных озерах колеблется в пределах 0,09—1,29 %; отношение С/Ν — в пределах 2,3—11,5. Весьма значительны колебания в грунтах азота аммиака: в прибрежных песках оз. Горько-Лебедянское отмечено 5,4 мг/кг; в сером иле соседнего оз. Горько-Ключевское в период стагнации экосистемы — 59,4 мг/кг. Распределение фосфора в грунтах более равномерное, по отдельным озерам колебания этого ингредиента составили 40,5—109,6 мг на 100 г сухого грунта.

### 3.5. Сапропели и лечебные илы

Донные отложения, содержащие более 15 % органических веществ, обычно относят к тонкоструктурным коллоидальным илам — сапропелям. По оценке экспедиции "Торфгеологии", запасы сапропелей в крае по неполным исследованиям только в ложбинах древнего стока составляют 200—250 млн т.

В эколого-биологических обоснованиях разработки сапропелевых месторождений использованы данные "Торфгеологии" (оз. Сыропятовское, Хорьковское и Мельничное в Мамонтовском районе) и результаты собственных исследований (оз. Мал. Уткуль) [Журавлев, 1991а, б]). При определении промыслового запаса исключена полоса вдоль береговой линии озер с защитной полосой водной растительности и подстилающего грунта шириной 50 м и придонный контактный слой сапропелей по всей остальной акватории месторождения толщиной 0,5 м (табл. 23).

При условии, что толщина слоя 1 см уплотненных сапропелей формируется в течение 100 лет [Сукачев, Поплавская, 1946], возраст месторождений со средней толщиной 3—4 м составляет 30—40 тыс. лет.

Водный раствор сапропелей слабощелочной, рН колеблется в пределах 7,7—7,9. Большинство сапропелей относится к типу минерально-органических (озера Сыропятовское, Мал. Ут-

Таблица 23

Запасы сапропеля в некоторых озерах Алтайского края

Озеро	Площадь, км <sup>2</sup>		Запас сапропеля		Толщина слоя сапропеля, м	
	озера	месторождения	тыс. м <sup>3</sup>	тыс. т	средняя	макс.
Сыропятовское	1,58	1,57	4239	2721	2,7	5,7
Хорьковское-Старина	2,47	3,50	11 760	8545	4,2	8,4
Мельничное	0,8	0,75	4200	3000	3,0	7,0
Мал. Уткуль	1,33	1,17	2585	2154	1,9	4,5

куль) или органоминеральных (оз. Мельничное). Жир в сапропеле содержится в пределах 0,2—0,5 % от сухой массы, каротин — 5—20 мг на 100 г сухого вещества (табл. 24). Сапропели являются органоминеральными удобрениями и хорошими мелиорантами, способствующими сохранению и повышению плодородия почв. Исследования последних лет показали, что они могут быть эффективны в условиях радиоактивного загрязнения. Внесение сапропелей в количестве 100 т на 1 га почвы уменьшает поступление в клубни картофеля цезия <sup>137</sup>Cs в 3 раза, в капусту — в 28 раз. Сапропели способствуют переводу тяжелых металлов и некоторых других токсикантов в нетоксичные органоминеральные соединения.

Как показали гидробиологические исследования, в современном состоянии большинство сапропелевых озер не имеют

Таблица 24

Химический состав сапропелей некоторых озер Алтайского края, % от сухого вещества

Озеро	Органическое вещество	Зола	В том числе		
			Ν	Р	К
Буканское	18,4	81,6	0,40	0,17	0,76
Сыропятовское	44,1	55,9	0,88	0,08	0,04
Хорьковское	47,8	52,2	1,20	0,16	0,05
Мельничное	63,8	36,2	2,60	0,30	0,17
Мал. Уткуль	53,6	46,4	1,70	0,12	—

рыбохозяйственного значения. Разработка месторождения обычно приводит к увеличению средних и максимальных глубин, улучшению гидрологического режима и увеличению видового разнообразия гидрофауны. Удаление сапропелевых илов способствует остановке процесса евтрофикации озер и должно рассматриваться как важное экологическое мероприятие, восстанавливающее благоприятный режим для жизнедеятельности гидрофауны.

В современных установках для заготовки сапропеля используется принцип отжатия илов в шнеке непосредственно при разработке месторождения, при поднятии сапропеля из воды содержание влаги в нем остается не более 15—20 %. Ранее используемые для заготовки илов рефурерные земснаряды откачивали на берег пульпу с содержанием сапропеля в пределах 20 % и их большая часть терялась с обратным стоком воды в озеро. Опытно-производственная заготовка сапропеля в 1995—1996 гг. на оз. Мельничное показала, что установка "Сапропель" обеспечивает доставку на берег 35 т ила в час и за сезон при односменной работе можно заготовить 70 тыс. м<sup>3</sup> ценного биосырья.

В минерализованных озерах сосредоточены донные отложения особого вида — лечебные илы, или грязи, запасы которых в крае весьма значительны и практически не используются.

По данным Ю.Н. Акуленко [1995], только в озерах Большое и Малое Мормышанские, Жирное и Горькое ориентировочные запасы грязей составляют 4,2 млн т. Для заготовки ценнейшего лечебного материала перспективны минерализованные озера Большое и Малое Яровые, Кучукское, Горькое (Завьяловский район), Душное, Бура, Беленькое, Горько-Перешеечное.

Бальнеологический интерес представляют щелочные и сероводородные илы в озерах Щелочное, Бакланье, Жирное, а также сапропелевые илы — в озерах Мельничное, Хорьковское, Сыропятковское, Мал. Уткуль, Черное, Ляпуниха.

До настоящего времени наиболее детализированная разведка иловых лечебных грязей проведена только на двух озерах — Бол. Яровое в Славгородском районе и Горькое в Завьяловском. По внешним признакам грязи этих водоемов

представляют собой интенсивно-серую, до черной окраски, однородную мягкую пластичную массу с включением небольшого количества песка и растительных остатков, с сильным запахом сероводорода. Согласно принятой классификации, грязи озер Горькое и Бол. Яровое отнесены к осадочным минерально-органическим иловым. По данным ГО "Лечминресурсы" (1990 г.), балансовые запасы грязи в оз. Горькое оценены в 302,8 тыс. м<sup>3</sup>, в одном из заливов оз. Бол. Яровое они составляют 294 тыс. т [Гребенников и др., 1977].

В последние годы делаются попытки оценить в лечебных целях запасы минерализованных грязей и сапропелевых илов в водоемах Алтайского края, однако разведка месторождений, а на некоторых озерах и стихийная их заготовка проводятся без предварительного эколого-гидробиологического обоснования и мер охраны ценных месторождений.

## Глава 4

### ФИТОПЛАНКТОН И МАКРОФИТЫ. ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ

#### 4.1. Видовой состав альгофлоры и макрофиты

Для большинства водоемов равнинной территории Алтайского края характерно усиление процесса эвтрофикации, который в конечном итоге проявляется через "взрывной" характер развития альгофлоры или макрофитов. При таких ситуациях водоемы начинают функционировать по типу "макрофитных", когда погруженная и надводная растительность выполняет главную роль в синтезе органического вещества или создаются условия для массового развития микроводорослей и возникновения "цветения" воды.

**Видовой состав альгофлоры.** Фитопланктон равнинных озер Алтайского края изучен недостаточно и определен только в отношении массовых форм [Воронихин, 1929; Филиппова, 1979; Голубых, Попкова, 1983; Голубых, Студеникина, 1986; Веснина, Голубых, 1989]. Основу учтенных водорослей равнинных озер (203 вида) составляют диатомовые и зеленые (72 и 64 вида), в меньшей степени видовое разнообразие характерно для эвгленовых и синезеленых водорослей (соответственно 32 и 19 видов), всего несколькими видами представлены желтозеленые, пиррофитовые и золотистые водоросли (табл. 25). Видовой состав фитопланктона в основном исследовался попутно с зоопланктоном, поэтому большинство отмеченных таксонов — типично планктонные формы, за исключением некоторых обитателей бентоса и перифитона, главным образом из числа диатомовых и синезеленых водорослей. Специальные исследования альгофлоры р. Карасук (северная часть Кулундинской равнины) показали наличие в планктоне 194 вида, или 244 разновидности и формы [Ермолаев, 1982].

Таблица 25

Разнообразие массовых видов альгофлоры некоторых равнинных озер

Система, озеро	Синезеленые	Эвгленовые	Диатомовые	Желтозеленые	Зеленые	Золотистые	Пиррофитовые	Всего видов
Бурлинская, Песчаное	8	3	8	—	22	—	—	41
Кулундинская:								
Долгое	5	9	6	5	17	—	3	45
Бакланье	3	9	24	2	18	—	1	57
Подорожное	3	3	6	1	8	1	1	23
Кривое	4	6	12	1	18	—	1	42
Придорожное	4	4	30	3	19	1	3	64
Горько-Ключевское	2	1	7	1	3	—	—	14
Горько-Лебедянское	1	1	1	1	3	—	—	7
Касмалинская:								
Бол. Островное	6	9	22	5	30	1	1	74
Бол. Горькое	10	18	41	6	56	—	—	131
Бийско-Чумышская,								
Бол. Уткуль	5	4	8	1	6	—	1	25
Гипергалинные:								
Бол. Яровое	8	1	6	1	3	—	—	19
Кулундинское	8	1	—	—	7	—	—	16

По данным Е.Я. Андросовой (устное сообщение), в прудах предгорной территории края выявлено 237 таксонов водорослей, ведущими группами были хлорококковые и эвгленовые, соответственно 68 и 56 таксонов.

Как правило, разнообразие фитопланктона в конкретных водоемах представлено несколькими десятками видов, а число доминирующих и субдоминирующих еще ниже. Из диатомовых наиболее распространены *Stephanodiscus hantzschii* Erh., *Pinullatia gibba* Erh., *Diatoma tennis* Bory, *Cyclotella kuetzingiana* Kuetz., *Stauroneus linearis* Ehr. Из зеленых водорослей доминируют *Scenedesmus accuminatus* Pfitz., *S. acutiformis* Pfitz., *S. quadricauda* Pfitz., *S. setosus* Pfitz., *Pediastrum boryanum* (Turp), *Dictyosphaerium simplex* Ehr., *Cladophora fracta* (Vahl.) Kutz., *Cl. gromerata* Kutz.



Многочисленная группа эвгленовых водорослей представлена *Euglena acus* Ehr., *E. candata* Ehr., *Phacus swireukoi* Stokes, *Trachelomonas gramelata* Ag., *Lepocinetis ovum* Ehr. Разнообразный состав эвгленовых водорослей в алтайских водоемах свидетельствует о высоком уровне их биологической продуктивности. По данным Г.И. Летанской [1983], наличие этих водорослей указывает и на относительно большое содержание в озерах органического вещества.

В видовом составе синезеленых водорослей преобладают *Holopedia irregularis* Lagerh и *Merismopedia major* Meyen, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.), *Microcystis aeruginosa* Lemm. Наблюдения за сукцессией фитопланктона выявляют особую роль синезеленых водорослей в возникновении "цветения" воды. Так, в 1970, 1971 гг. в водоемах равнинной зоны края впервые было зафиксировано массовое развитие синезеленой водоросли *Microcystis aeruginosa* в оз. Бол. Островное; в 1987—1989 гг. "цветение" воды в оз. Долгое обусловила массовая вегетация синезеленой водоросли *Aphanizomenon flos-aquae* [L.], в озерах Бурлинской системы — *Microcystis aeruginosa* Lemm. и *Anabaena flos-aquae* Bory. Во всех случаях "цветения" воды численность видов-доминантов составляла 97,0—99,9 % от общего числа клеток.

В сезонном развитии фитопланктона пресных и миксогалинных озер отмечается, как правило, два максимума: позднелетний ( $40,6 \times 10^6$  —  $163,3 \times 10^6$  кл/л) с господством *Dictyosphaerium simplex* и *Pediastrum boryanum* и более продолжительный по времени, но численно меньший пик развития водорослей ( $29,0 \times 10^6$  —  $88,0 \times 10^6$  кл/л) с конца июля и до середины октября с преимущественным положением *Dictyosphaerium pulchellum* H. Wood (рис. 3). Наивысшие значения численности клеток во втором максимуме отмечены в оз. Бол. Уткуль ( $403,0 \times 10^6$  кл/л). Качественному и количественному составу фитопланктона в равнинных озерах присуща зависимость от минерализации воды. По данным О.С. Голубых [1982], общее видовое многообразие водорослей в оз. Бол. Горькое (131 таксон) по акватории распределялось весьма неравномерно: максимальное число видов отмечено в приустьевом распресненном участке, минимальное — в зоне смешения опресненных и солоноватых вод (табл. 26).

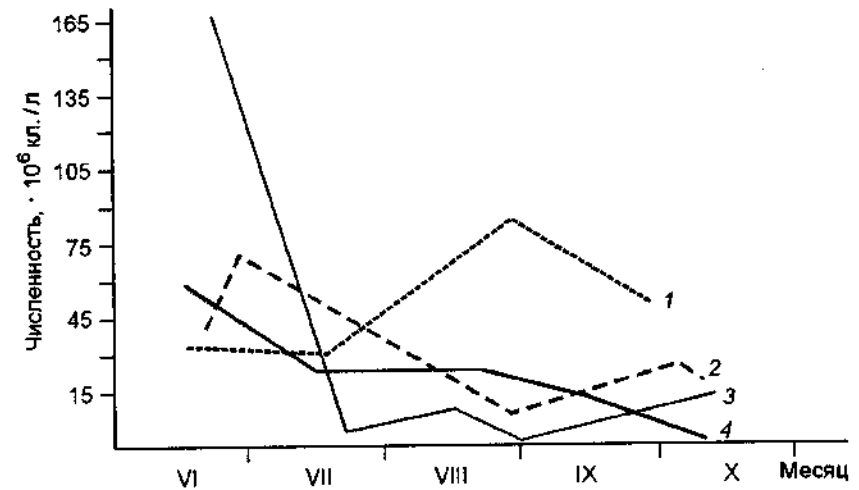


Рис. 3. Сезонная динамика численности фитопланктона в 1989 г. в озерах Кривое (1), Долгое (2), Бакланье (3), Придорожное (4).

В гипергалинных озерах Кулундинской равнины альгофлора представлена главным образом галофилами. Качественный их состав намного уже, чем в пресных, или эугалинных, водоемах. Из синезеленых водорослей в таких озерах наиболее постоянны *Chlorogloea sarcinoides* (Elenk.) Troitzk., *Lyngbia kassinskajae* Elenk., *L. lutea* (Ag.) Jom.; из диатомовых — *Cyclotella meneghinia* Kutz.; из желтозеленых — *Characium* sp.; из зеленых — *Dunaliella salina* Teod.; *Cladophora fracta* (Vahl) Kutz. Содержание микроводорослей в исследованных гипергалинных озерах колебалось от  $0,013 \times 10^6$  до  $0,218 \times 10^6$  кл/л.

Таблица 26

Видовое многообразие водорослей оз. Бол. Горькое

Акваном	Сумма солей, мг/л	Число видов	Число клеток, $N \times 10^6$	
			Поверхность	Дно
Опресненный сток р. Касмала	4000	74	34,6	166,3
Олигогалинный залив	7000	30	298,8	63,4
Центр озера	10 000	55	—	1,3

Для минерализованных озер равнинной территории с содержанием солей более 10 г/л характерно массовое развитие нитчатых зеленых водорослей рода *Cladophora*, которые, объединив черты макрофитов и фитопланктона и ограничив условия питания последних, получили возможность наращивать численность и фитомассу в течение всего вегетационного периода.

В последние годы интенсивное развитие кладофоры стало характерным элементом экосистемы оз. Кулундинское: массовое распространение водоросли отмечено не только в восточной части акватории в зоне действия стока р. Кулунда, но и в открытых участках профундали. Возникновение очагов "цветения" воды при массовом развитии кладофоры мы склонны считать ответной реакцией экосистемы на антропогенное влия-

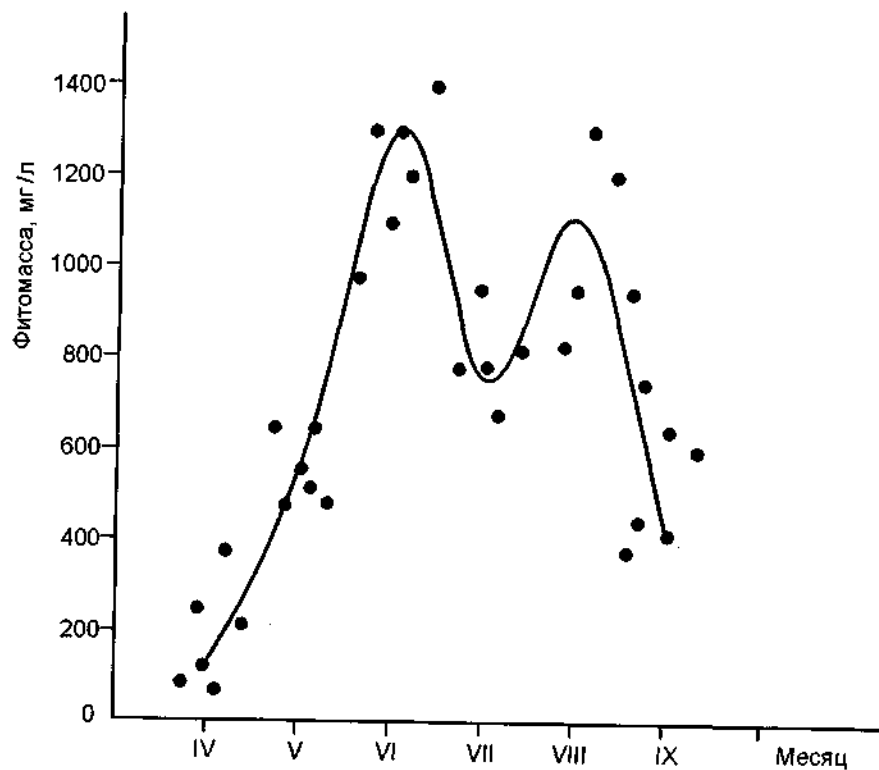


Рис. 4. Динамика биомассы нитчатых водорослей в оз. Кулундинское, в 1996 г.

ние водосбора на водоем и его евтрофикацию [Новоселова, 1996; Новоселова, Новоселов, 1996; Новоселов, Новоселова, 1998]. По интенсивности развития кладофоры (рис. 4) можно определить размер антропогенного вмешательства в экосистему оз. Кулундинское.

**Макрофиты.** В составе гидрофитов, или настоящих водных растений, группа макрофитов включает все макроскопические растительные организмы вне зависимости от их систематического положения. Их присутствие можно установить визуально, без использования оптических приборов [Распопов, 1985].

Формирование растительного покрова равнинных озер края тесно связано с особенностями их морфометрии, морфологией берегов, динамичностью водных масс. Взаимосвязь этих параметров приводит к организации определенного флористического и фитоценотического состава водной растительности и определяет их реакцию на антропогенные воздействия. По степени и характеру зарастания надводными макрофитами для характеристики исследованных озер равнинной территории края нами за основу принята классификация А.Г. Поползина [1967], выделяющая четыре типа зарастаемости. В равнинных озерах учтены особенности распространения и функционирования подводной макрофлоры и предложена типизация зарастаемости, несколько отличающаяся от традиционной схемы:

1. Массивно-зарослевый тип, при котором растительность занимает крупные массивы акватории (от 70 до 95 % площади озера) и в целом характеризуется гиперфункцией фитоценозов. Характерен для непроточных или малопроточных озер ленточных боров и частично для поймы Оби (Лисье, Валовое, Мал. Кабанье, Кривое, Бол. Камышное, Мал. Уткуль).

В равнинной зоне отмечены два основных подтипа зарастаемости таких озер. В одних озерах наблюдается массовое развитие надводной и подводной растительности, четкой грани между вышеуказанными поясами макрофитов не существует; зоны обычно представлены смешанными растительными ассоциациями. Особенно такой подтип свойствен заливам. Характерный пример такого вида продуцирования фитомассы — оз. Мал. Уткуль. В других озерах, активно подвергающихся антропогенному воздействию (оз. Долгое), усиленно развивается в основном подводная растительность, а гидрофиты и

геллофиты (лугово-болотные и воздушно-водные) занимают весьма незначительное место в прибрежном барьере, плейстофиты (с плавающими вегетативными органами) отсутствуют.

2. Займищный тип, в котором растительность охватывает значительную часть акватории, и суммарные площади зарастания составляют 40—65 %. Однако при общем обилии растительности сохраняется четкая зональность в их распределении в глубину водоемов. Сообщества надводных растений окаймляют озера почти со всех сторон и характеризуются мозаичностью, прерываясь небольшими плесами чистой воды и протоками. Ведущий вид — тростник (*Phragmites communis* Trin.), который чаще встречается в ассоциациях с камышом озерным (*Scirpus lacustris* L.), рогозом широколистным (*Typha latifolia* L.). Средняя численность побегов тростника колеблется от 80 (оз. Кривое) до 170 экз/м<sup>2</sup> (оз. Подорожное). Для пояса погруженных макрофитов характерно доминирование рдестов: блестящего (*Potamogeton lucens* L.), стеблеобъемлющего (*P. perfoliatus* L.), и влагалищного (*P. vaginatus* Turcz.). Займищный тип зарастания характерен для некоторых озер бассейна р. Бурла (Пустынное, Мал. и Бол. Травные, Кривое), слабопроточных озер бассейна рек Касмала и Барнаулка (Бахматовское, Кадниково).

3. Бордюрный тип характерен для большинства озер, имеющих развитую литораль и глубоководную зону. Обычно слагается из пояса осок (Сурегасеае) и тростника в ассоциациях с видами родов *Typha* и *Scirpus*, реже — рода *Potamogeton* на глубинной границе. Типичный бордюрный тип зарастания отмечен в оз. Бол. Островное, Горько-Перешеечное, Бакланье.

4. Сплавинный тип зарастания макрофитами отмечается в мелких озерах с неустойчивым уровенным режимом. Макрофиты занимают плавающие острова — сплавины, торфяные островки, способные передвигаться по акватории озер. Сплавинный тип обычно связан с массивно-зарослевым и реже — с займищным, когда при поднятии уровня воды часть прибрежного массива отрывается ото дна, всплывает и превращается в сплаvinу, под действием ветра и течения передвигающуюся по акватории.

В бордюрном типе зарастания макрофиты занимают не более 30 % общей акватории водоема, в займищном — в

Т а б л и ц а 27

## Зарастаемость озер равнинной территории Алтайского края

Система, озеро	Площадь зарослей		В том числе занятая группировками макрофитов, %		
	км <sup>2</sup>	% площади озера	воздушно-водными	плавающими	погруженными
Бордюрный тип зарастания					
Бурлинская:					
Мал. Топольное	4,12	30	30	3	67
Песчаное	7,75	29	30	6	64
Кулундинская:					
Горько-Лебедянское	1,10	28	30	2	68
Придорожное	0,14	31	27	8	65
Бакланье	1,40	29	19	7	74
Касмалинская,					
Бол. Островное	5,72	20	25	8	67
Барнаульская:					
Горько-Перешеечное	9,98	22	35	4	61
Зеркалы	5,57	25	25	5	70
Займищный тип зарастания					
Бурлинская:					
Мал. Кабанье	8,83	65	50	10	40
Хомутиное	9,13	51	40	10	50
Кулундинская:					
Горько-Ключевское	9,25	40	20	8	72
Подорожное	0,73	50	40	10	50
Бакланенок	0,30	40	20	7	73
Кривое	5,12	44	25	7	68
Пойменные,					
Шибасво	1,68	60	25	5	70
Массивно-зарослевый тип зарастания					
Бурлинская,					
Мал. Травное	3,09	85	24	5	71
Кулундинская,					
Долгое	1,19	95	16	2	80
Бийско-Чумышская,					
Мал. Уткуль	0,90	90	25	10	65

пределах 60 %, в массивно-зарослевом покрытие макрофитами может достигать 90 % акватории (табл. 27). На основании приведенных данных следует, что зарастание равнинных озер происходит по трем основным направлениям с определенным набором фитоценотической и флористической структур, в которых принимают участие главным образом 69 видов растений, относящихся к 30 семействам. Из них 21 таксон принадлежит к гидатофитам, 12 — к плейстофитам, 22 — к гелогидрофитам. Кроме того, выделена группа гигрофитов из 14 видов. Однако не все они принимают равное участие в формировании растительного покрова макрофитных озер, общими для всех озерных систем являются 17 видов (гигрофитов — 6, гело- и гидатофитов — по 5 видов и плейстофитов — 1). Однако только 8 константных видов формируют основу количественной структуры сообществ макрофитных озер [Новоселова, 1991б].

Из 69 видов, встречающихся в исследованных озерных системах, максимальное число таксонов обнаружено в Бийско-Чумышских озерах, в других системах их количество убывает. Видовой состав макрофитов довольно однообразен в верхне- и среднекулундинских озерах (коэффициенты флористической общности Жаккара и Серенсена — Чекановского — соответственно 0,41 и 0,81), что определяется близкими условиями произрастания в едином природном ландшафте и доминирующей ролью единого питающего водотока — р. Кулунда. Между остальными озерными системами вышеназванные коэффициенты не превышают 0,32 и 0,65, что косвенно указывает на самостоятельное формирование флоры этих водоемов. Результаты сравнения флоры исследованных озерных систем

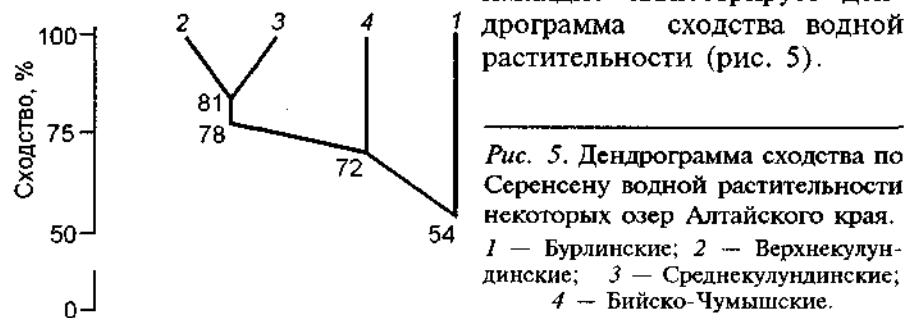


Рис. 5. Дендрограмма сходства по Серенсену водной растительности некоторых озер Алтайского края. 1 — Бурлинские; 2 — Верхнекулундинские; 3 — Среднекулундинские; 4 — Бийско-Чумышские.

## 4.2. Продукция водной растительности

**Первичная продукция фитопланктона.** Особенности гидрологического режима мелководных озер равнинной территории позволяют евфотной зоне распространиться на всю глубину толщи воды. В таких озерах, как правило, фотосинтез, определенный скляночным методом в кислородной модификации [Винберг, 1960], достаточно интенсивен и в придонных слоях воды:

Средние значения первичной продукции, ккал/(м<sup>2</sup> · сут)

Озеро	Поверхность	Дно
Горько-Лебедянское	4,61	3,17
Горько-Ключевское	4,54	3,33

Для сезонной динамики фотосинтеза характерна общая тенденция, совпадающая с развитием численности водорослей: четкий весенний пик в мае — первой декаде июня и после непродолжительного спада — второй летне-осенний подъем с середины августа. Цикличность фотосинтеза связана с комплексом лимнологических факторов. Первый пик обусловлен оптимальным прогревом воды и массовым приносом поверхностным стоком аллахтонной органики; спад интенсивности фотосинтеза — угнетающим влиянием высоких летних температур и уменьшением притока органических веществ. Второй пик связан со сменой доминирующих видов водорослей в озерных экосистемах.

По интегральным показателям валовой продукции  $A$  и скорости минерализации (деструкции) органических веществ  $R$  в разных по трофическому статусу водоемах установлено, что за вегетационный период в рыбохозяйственных озерах первичная продукция в энергетическом эквиваленте колеблется от 594 до 5499 ккал/м<sup>2</sup>, а деструкция — от 291 до 4939 ккал/м<sup>2</sup> (табл. 28). Заметные различия в размахе колебаний первичной продукции и деструкции (соответственно в 9,3 и 17 раз), видимо, объясняются необходимостью минерализации и аллохтонной органики. Наибольшая интенсивность фотосинтеза характерна для евтрофированных озер с большим приносом биогенов со стоком впадающих в них рек: Мал. Топольное с

Т а б л и ц а 28

## Интенсивность фотосинтеза в озерах Алтайского края

Система, озеро	Продукция		Деструкция	Чистая продукция
	гС/м <sup>2</sup>	ккал/м <sup>2</sup>		
Бурлинская:				
Мал. Топольное	329	3685	997	2688
Песчаное	176	1971	896	1075
Бол. Топольное	70	784	291	493
Кулундинская:				
Горько-Лебедянское	67	750	582	168
Горько-Ключевское	66	739	526	213
Долгое	194	2173	728	1445
Придорожное	166	1859	1064	795
Бакланье	53	594	907	-313
Бийско-Чумышская,				
Бол. Уткуль	491	5499	4939	560
Гипергалинные:				
Бол. Яровое	52	582	605	-23
Кулундинское	528	5914	2643	3271

р. Бурла; Бол. Уткуль с р. Буланиха. Максимальные значения фотосинтеза зафиксированы и в гипергалинном оз. Кулундинское, также подпитываемом биогенным стоком с водосбора р. Кулунда. В двух озерах (Бакланье и Бол. Яровое) баланс первичной продукции на период наблюдений оказался отрицательным. Относительно высокие показатели чистой продукции фотосинтеза характерны и для оз. Бол. Островное при наличии притока р. Касмала — 1240 ккал/м<sup>2</sup> [Соловов, 1984а]; когда сток по реке функционирует в период паводка, эффективность фотосинтеза значительно снижается. При минимальном стоке р. Касмала в 1997 г. чистая продукция фитопланктона в вегетационном периоде колебалась в пределах 210—450 ккал/м<sup>2</sup>.

Для выражения значений первичной продукции, деструкции и содержания органических веществ в энергетическом выражении мы принимали:

$$1 \text{ мг } O_2 = 0,30 \text{ мг } C;$$

$$1 \text{ мг } C = 11,2 \text{ кал};$$

$$1 \text{ мг } O_2 = 0,67 \text{ мг органического вещества}.$$

Эффективность фотосинтеза в водоемах отражает соотношение скоростей ассимиляции и диссимиляции органических веществ. Отношения  $A/R$  и  $P/R$  широко варьируют в озерных экосистемах и обычно выявляют меру экологической сукцессии, характеризуя направленность ее развития. Равнинные озера края можно отнести к двум главным типам сукцессии: автотрофному (при  $A$  больше  $R$ ) и гетеротрофному, или деградационному (при  $A$  меньше  $R$ ).

Незначительное преобладание валовой первичной продукции над деструкцией в пределах 11,0—30,0 % характерно для озер Бол. Уткуль, Горько-Лебедянское и Горько-Ключевское. Несколько выше эти значения в озерах Бурлинской системы: Песчаное — 45,5 % и Бол. Топольное — 37,1 %; а также в оз. Придорожное — 57,2 % (Кулундинская система). С еще большим отрывом от деструкции идут продукционные процессы в оз. Кулундинское — более чем вдвое, что указывает на накопление органического вещества как аллахтонного, так и автохтонного происхождения.

Баланс органического вещества, оцениваемый по соотношению суммарной первичной продукции и деструкции в течение одного вегетационного периода на разных озерах, укладывается в колебания 0,03—1,74 в поверхностных и 0,4—3,0 в придонных горизонтах, что косвенно определяет различную эффективность происходящих в этих слоях фотосинтеза и распада органических веществ. Большинство водных объектов края под влиянием все усиливающегося антропогенного влияния затронуты процессами евтрофикации. Отклик экосистем проявляется в их разбалансированности, и как результат — в накоплении органических веществ, постоянном расширении зон кислородного дефицита, ухудшении качества воды, вплоть до статуса весьма загрязненных [Оксиюк и др., 1993] отдельных озер. Информационный материал, дополненный исследованиями качественных и количественных характеристик фитопланктона и уровня производства первичной продукции, несомненно, свидетельствует о неуклонном повышении уровня трофии алтайских озер.

**Продукция макрофитов.** Анализ доминирующих группировок макрофитов показывает, что высокой фитомассой характеризуются сообщества надводной растительности, в частности рога-

зов узколистного и широколистного, биомасса которых в периоды максимального развития достигает 566 — 1800 г/м<sup>2</sup>. Достаточно обильную фитомассу формирует и тростник обыкновенный. Среди группы погруженных растений ведущее место по интенсивности наращивания фитомассы занимают уруть колосовидная и рдест стеблеобъемлющий (табл. 29).

Для водоемов бордюрного типа зарастания основная часть создаваемой фитомассы приходится на сообщество погруженных растений: от 49,2 (оз. Песчаное) до 71,1 % (оз. Горько-Лебедянское). В озерах займищного типа зарастания основными продуцентами являются надводные растения: оз. Кривое — 46,7 %; оз. Горько-Ключевское — 76,8 %. В озерах массивно-зарослевого типа фон продуцирования фитомассы определяется доминирующими группировками макрофитов. В оз. Долгое погруженные макрофиты образуют 61,4 %, а надводные растения — только 19,6 % общей фитомассы. В оз. Бол. Уткуль биомасса макрофитов создается за счет как гидатофитов (41,5 %), так и гелофитов (50,3 %).

Годовая продукция макрофитов максимальна в оз. Бол. Уткуль, Горько-Ключевское (табл. 30). Выраженный на 1 м<sup>2</sup> акватории энергетический эквивалент фитомассы имеет максимальные значения в водоемах массивно-зарослевого типа (833—1381 ккал/м<sup>2</sup>) и сохраняет довольно высокие значения при займищном зарастании (200—661 ккал/м<sup>2</sup>), в котором представлены в большинстве случаев почти все группы растений. Минимальная продукция макрофитов отмечена в озерах

Таблица 29

Интенсивность наращивания фитомассы в группе погруженных растений (воздушно-сухая масса), г/м<sup>2</sup>

Вид	Бол. Уткуль	Придорожное	Песчаное	Горько-Лебедянское
Тростник обыкновенный	568	360	875	263
Рогоз широколистный	1690	—	566	—
Камыш озерный	360	230	191	108
Роголистник погруженный	225	58	295	205
Рдест стеблеобъемлющий	363	187	112	60
Уруть колосовидная	471	142	201	111

бордюрного типа зарастания (133—212 ккал/м<sup>2</sup>), в условиях разреженных группировок макрофитов.

Автохтонное органическое вещество, создаваемое макрофитами в равнинных озерах Алтайского края, сопоставимо с продукционными возможностями фитопланктона. В среднем по исследованным водоемам за счет фотосинтеза фитопланктона образуется от 41,5 до 82,1 % органической массы, а макрофитами создается 17,9—58,5 %. Фотосинтезу водорослей принадлежит основная роль в образовании органического вещества в озерах Песчаное, Горько-Лебедянское, Кривое, При-

Таблица 30

Продукция макрофитов за вегетационный период в некоторых равнинных озерах края

Система, озеро	Сырая фитомасса		Энергетический эквивалент, ккал/м <sup>2</sup>	Органическое вещество, т
	т	кг/га		
Бурлинская, Песчаное	8400	3110	212	1105
Кулундинская:				
Горько-Лебедянское	900	2900	191	115
Горько-Ключевское	21000	11210	740	2620
Бакланье	1700	3090	212	225
Бакланенок	300	2500	140	33
Долгое	2000	16660	933	215
Придорожное	150	1070	64	17
Подорожное	870	1740	180	151
Кривое	9000	6430	484	1304
Касмалинская, Бол. Островное	5320	1860	108	594
Барнаульская:				
Горько-Перешеечное	2798	620	42	368
Зеркалы	1184	530	43	184
Бахматовское	1094	650	36	137
Бийско-Чумышская, Бол. Уткуль	21142	21140	1547	2976
Пойма Оби, Шибяево	538	1920	120	64

Примечание. Удельное значение сырой фитомассы и энергетических эквивалентов рассчитаны для всей акватории озер.

дорожное, Бакланье (доля водорослей в общей фитомассе достигает 77,9—90,0 %). В озерах Горько-Ключевское и Долгое роли этих двух составляющих биотического баланса сближены или несколько превалирует значимость макрофитов (30,0—51,6 % общей фитомассы). Суммарная удельная продукция автотрофов в равнинных озерах Алтайского края колеблется в весьма широких пределах и, по нашим определениям, в энергетическом выражении составляет 838—6883 ккал/м<sup>2</sup>.

### 4.3. Водная растительность как фактор стабилизации экосистем

Пояс надводной растительности по берегам озер и умеренное зарастание их мелководий большинством гидробиологов признаны как необходимое звено здорового гидробиоценоза; особенно важно наличие макрофитов вблизи зон постоянной рекреации, притока поверхностных вод, очагов загрязнения. Ухудшение газового режима, потери большого количества влаги при транспирации ее растениями, ухудшение условий питания и нереста рыб равнозначно приписываются как поясу надводной растительности по берегам водоемов, так и фактически непроходимому тростниковому займищу на большей части акватории озер. Безусловно, в первом случае водную растительность нужно охранять и даже культивировать; во втором — органичивать ее развитие биологическими методами и выкашивать, используя фитомассу в хозяйственных целях.

Прибрежный пояс надводной растительности, удачно названной "жесткой", вместе с поясом околководных осок играют роль защитного барьера. Наблюдения на равнинных озерах показали, что наиболее эффективен тростниковый барьер шириной от 50 до 100 м, его "полезные" размеры зависят от площади водоема, характера береговой линии и направления господствующих ветров. Такой барьер автоматически поддерживает в прибрежной зоне благоприятный газовый и температурный режим, трофические условия для жизнедеятельности гидробионтов, околководных животных и птиц; стабилизирующими факторами абиотической среды в барьерах являются течения, волны и прибрежный приток биогенов. Более широкие заросли макрофитов становятся неуправляемыми, в

них возникают застойные зоны, нарушается газовый режим, создаются условия для заболачивания и осаждения взвешенных веществ.

Значение прибрежного барьера водной растительности в комплексе противоэрозионных мероприятий чаще органичивается признанием защитной роли только деревьев и кустарников. Против водной эрозии в фитомелиорации предусматриваются, главным образом, посадки лесной и травянистой растительности [Шульгин, 1972]. В мерах защиты берегов от ветровой эрозии предлагаются специальные виды посадок: берегоукрепительные, противоэрозионные и ветроломные, илозадерживающие, посадки по мокрым и сухим откосам водорегулирующих плотин [Захаров, 1978]. Прибрежной надводной растительности как естественному фитомелиоратору не уделяется достаточного внимания; в частности, нормативно не подтвержден охранный статус защитных полос макрофитов.

Берегоукрепляющая роль зарослей надводной растительности, вплоть до проведения их искусственных посадок, широко используется только в гидротехнической практике. На озерах и прудах края для укрепления мокрых откосов дамб и плотин широко применяются посадки тростника и камыша, используются возможности саморасселения рогаза. Сильная корневая система этих растений сплетается, укрепляет грунт от вымывания, способствует осаждению приносимого грунта и взвешенных частиц, что обуславливает постепенное уположивание откосов.

Роль тростникового барьера в защите берегов хорошо заметна на озерах Бурлинской системы, особенно по южным и юго-западным берегам оз. Песчаное. Искусственное поднятие уровня воды привело к затоплению растительного барьера, затем — к изреженности тростниковых зарослей и их отмиранию. В результате защитная роль растительного барьера была снижена, что обусловило интенсивный размыв берегов и вынос грунта в донную котловину и как следствие водной эрозии — снижение средних глубин в течение последующих 3—5 лет на 20—50 см. Тростниковый барьер в литорали оз. Бол. Островное и массивы рдеста гребенчатого в устье р. Касмала в маловодный период конца 60-х годов были уничтожены или изрежены (выгорели и вытоптаны скотом),

что значительно снизило их защитную роль. Усилились эрозийные процессы по юго-восточному берегу, увеличился привнос биогенов в основное плесо озера р. Касмалой и поверхностным стоком, что стало одной из причин возникновения "цветения" воды. Барьер надводной растительности по береговой линии должен быть охраняемым наравне с сухопутной прибрежной полосой.

Надводная растительность играет положительную роль в снежной мелиорации, в накоплении снега на акватории озер, что весьма важно в условиях равнины. Снегозапасы на льду открытых незаросших озер составляют 60—95 % от снегозапасов степи, и накопление снега на их акватории происходит в основном только у подветренных берегов. Стебли надводной растительности задерживают и накапливают переносимый ветром снег, запасы которого в зависимости от степени зарастания макрофитами могут вдвое превышать его запасы в степи [Ресурсы поверхностных вод..., 1962].

Среднее значение отношений снегозапасов на озерах равнинной территории Алтайского края ( $h_{оз}$ ) к снегозапасам в степи ( $h_{ст}$ ) в зависимости от степени зарастаемости озера приведены ниже:

Зарастаемость озера, %	0	40	70	80	90	100
Коэффициент, $h_{оз} : h_{ст}$	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0

Защитная роль надводной растительности проявляется и в поглощении минеральных веществ, в том числе и биогенов, в осаждении и частичном усвоении фенолов, нефтесодержащих фракций, пестицидов и радиоизотопов. Заросли макрофитов можно рассматривать как мощные естественные биофильтры, перехватывающие биогенные элементы и некоторые токсические вещества с водосборной площади [Экзерцев и др., 1990]. При хорошем росте за вегетационный период тростниковые заросли с площади 1 га потребляет 670 кг азота, 280 кг фосфора, более 200 кг кальция [Васильев, Кукушкин, 1988]. Наши расчеты по оз. Бол. Островное показали, что в средний по водности год, когда в водотоки попадают с водосбора 20—40 % азота и 1,5 % фосфора [Россолимо, 1971], следует ожидать привнос в экосистему 630 т азота и 50 т фосфора, или в пересчете на 1 л — 10,5 мг азота и 0,83 мг

фосфора [Новоселова и др., 1979]. Внесение такого количества биогенов стимулирует развитие водорослей, и при отсутствии барьера надводной растительности возможна угроза возникновения "цветения" воды. В последующие годы восстановление пояса жесткой растительности в оз. Бол. Островное значительно снизило развитие микроводорослей.

Специальные исследования на устьевых акваториях р. Кулунда показали, что частично изолированные от главного русла водотока акватории перестраивают процесс образования первичной продукции с фитопланктонного на макрофитный типы, обеспечивая более эффективное использование и локализацию биогенов речного стока [Новоселова, 1998]. В результате подобной сукцессии экосистемы количество нитритов уменьшается в 1,5—8,3; нитратов — в 1,2—2,5; взвешенных веществ — в 3,7—12,5 раза.

В условиях края особое значение приобретает способность макрофитов концентрировать радиоактивные вещества и способствовать тем самым дезактивации воды; аккумуляция изотопа  $^{90}\text{Sr}$  проходит в основном по законам сорбции. Наивысшая концентрация радиоизотопа отмечена в растениях дистрофного озера (табл. 31), накапливающих  $^{90}\text{Sr}$  в среднем в 4,4 раза больше, чем соответствующие виды мезотрофного, и в 2,6 раза — евтрофных озер [Кокин, 1982].

Как мера противодействия массовому развитию водорослей рекомендуется посадка полос надводной растительности на мокрых гнивах, отмелях и устьевой части впадающих рек и временных водотоков. Более приемлема посадка тростника и других видов жесткой растительности в виде полос длиной 100—200 м [Кульский и др., 1986]. Агротехнические мероприятия, связанные с культивированием надводных растений, несложны и требуют только наличия необходимых грунтов, особой степени заглубления для каждого вида, сроков и места посадки [Пашкевич, Юдин, 1978]. Экологический оптимум для

Таблица 31  
Коэффициенты накопления радиострочия некоторыми макрофитами в озерах с различной трофностью

Вид	Мезотрофное	Евтрофное	Дистрофное
Камыш	22	55	88
Тростник	46	77	196
Кубышка	—	234	366
Рдест	344	290	—
Элодея	—	310	—



Т а б л и ц а 32

Высшие водные растения в системе сапробности  
[по Кокину, 1987, с нашими коррективами]

Вид	s	x	o	b	a	I	S
<i>Acorus calamus</i> L. — аир пахучий	o	—	7	3	—	3	1,4
<i>Equisetum fluviatile</i> L. — хвощ приречный	o	2	8	—	—	4	0,8
<i>Sphagnum</i> sp. — торфяные мхи	o	—	10	—	—	5	1,0
<i>Riccia fluitans</i> (L.) All. — риччия плывущая	o	—	7	3	—	4	1,3
<i>Salvinia natans</i> (L.) All. — сальвиния плавающая	o	—	9	1	—	5	1,1
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. — стрелолист	o-b	—	6	4	—	3	1,4
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith — кубышка желтая	b-o	—	5	5	—	3	1,7
<i>Nymphaea alba</i> L. — кувшинка белая	b-o	—	7	3	—	3	1,4
<i>Utricularia vulgaris</i> L. — пузырчатка	b	—	2	8	—	4	1,8
<i>Polygonum amphibium</i> L. — гречиха земноводная	b	—	3	6	1	3	1,7
<i>Potamogeton gramineus</i> L. — рдест злаковидный	b	—	3	7	—	4	1,7
<i>P. lucens</i> L. — рдест блестящий	b-o	—	6	4	—	4	1,4
<i>P. crispus</i> L. — рдест курчавый	b	—	2	8	—	4	1,8
<i>P. perfoliatus</i> L. — рдест пронзеннолистный	b	—	3	7	—	4	1,7
<i>Myriophyllum spicatum</i> L. — уруть колосистая	b	—	2	8	—	4	1,8
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. — роголистник погруженный	b	—	1	9	—	5	1,9
<i>Lemna minor</i> L. — ряска малая	b	—	1	6	3	3	2,2
<i>L. trisulca</i> L. — ряска трехдольная	o-b	—	5	5	—	3	1,8
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid — ряска многокоренная, или многокоренник обыкновенный	b	—	1	8	1	4	2,0
<i>Isoetes lacustris</i> L. — полушник озерный	x	9	1	—	—	5	0,1
<i>Hydrocharis morsus ranae</i> L. — водокрас обыкновенный	o-b	—	6	4	—	3	1,5

П р и м е ч а н и е. Классы сапробности: x — ксено-, o — олиго-, a — альфа-, b — мезосапробные; s — показатель сапробности; I — индикаторное значение вида; S — сапробный индекс.

наиболее распространенных надводных растений — тростника, камыша и рогоза — ограничен глубинами от 0,2 до 1,2 м, не лимитируется грунтами и минерализацией воды в пределах мезогалинной зоны. И все же культивирование водных растений и особенно интродукция новых видов должны проводиться под контролем гидробиологов, в частности интродукция в оз. Петровское в 1954 г. канадского риса (*Zizania aquatica* L.) привела к потере водоемом рыбохозяйственного значения вследствие зарастания его акватории.

Высшая водная растительность может быть использована в качестве вспомогательного индикатора в системе сапробности, макрофиты в основном развиваются в олиго- и бета мезосапробной зонах и среди них нет индикаторов полисапробности (табл. 32). Целесообразно подчеркнуть, что наиболее распространенные надводные растения водоемов Алтайского края, особенно тростник, камыш и рогоз, не являются индикаторами сапробности.

Промышленная заготовка макрофитов на равнинных озерах Алтайского края целесообразна при займищном и массивно-зарослевым их зарастании. Средняя годовая продукция фитомассы составляет 350—360 тыс. т, из которой до 30 %, т.е. более 100 тыс. т можно использовать ежегодно как кормовой ресурс [Соловов, 1990]. Определенное значение как сырье для фармацевтической продукции имеют водные растения: аир пахучий (*Acorus calamus* L.), хвощ топяной (*Equisetum heleocharis* Ehrh.), калужница болотная (*Caltha palustris* L.), вех ядовитый (*Cicuta viroza* L.), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.). Большой интерес представляют отдельные виды водной растительности при оценке их рекреационной и эстетической значимости, как правило, они требуют и особых мер охраны (кувшинки чисто-белая и малая, кубышки желтая и малая, болотноцветник щитолистный, водяной орех чилим, сальвиния, пузырчатка).

При всех экологических обоснованиях на озерах равнинной территории Алтайского края следует учитывать роль водной растительности и принимать во внимание, что формирование (и охрана!) в евтрофных и загрязненных водоемах биоплато из высших водных растений входит в десятку наиболее перспективных восстановительных биотехнологий [Фролова и др., 1996].

## Глава 5

### ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА И БЕНТОСА

Видовой состав фауны зоопланктона и зообентоса и их структурные показатели формируются под действием зональных и азональных (провинциальных) почвенно-климатических факторов. Распространение видов внутри озерных бассейнов подчиняется лимнотипологическим закономерностям, определяющим специфику видового состава гидробионтов в конкретных водоемах. В иерархии законов, формирующих гидрофауну отдельных озер, первичными являются географические закономерности (включая исторический фактор), вторичными — типологические [Пидгайко, 1978].

Основное своеобразие зоопланктона водных объектов Алтайского края обусловлено их расположением в различных ландшафтных зонах. Специфика зоопланктонного комплекса конкретных водоемов определяется совокупностью внешних и внутренних факторов, формирующих их экосистему.

#### 5.1. Видовой состав зоопланктона как показатель экологического состояния и стабильности экосистемы водоемов

Зоопланктон водных объектов Алтайского края представлен в основном эврибионтными видами с широким географическим ареалом; распределение его видового состава и численные характеристики зависят от экологической особенности и типа гидрологического режима водоема, а также от состава фаунистического комплекса. Однако в водоемах края

обычно встречаются общие для рассматриваемого региона виды зоопланктона, что обусловлено единой географической зоной их расположения.

Первые сведения о видовом составе зоопланктона Бурлинских озер Алтайского края были приведены О.С. Зверевой [1930] и стали классическим примером изменения его видового состава по мере увеличения минерализации воды в единой аквасистеме [Жадин, Герд, 1961]. Для озер обширной территории Обь-Иртышского междуречья в составе зоопланктона выявлено 89 видов коловраток, 51 вид кладоцер и 35 видов копепод [Коновалюк и др., 1986]. В близких по гидрологическому режиму Карасукских озерах зарегистрировано 22 вида коловраток, 37 — ветвистоусых и 20 видов веслоногих рачков [Сипко, 1982]. Анализируя хорошо изученный видовой состав зоопланктона водоемов Европейской территории СССР, М.Л. Пидгайко [1984] выделила две зоны: западную и восточную — с соответствующей видовой насыщенностью от 200 до 300 в первой и от 180 до 280 — во второй. Количество видов зоопланктона, зафиксированных в озерах юга Западной Сибири, несколько ниже, чем в восточно-европейской зоне; однако следует принять во внимание далеко не полную изученность его видового состава в многочисленных солоноватоводных и изолированных временных водоемах.

Видовой состав зоопланктона верховьев Оби изучен недостаточно полно; приводятся данные о наличии более 50 видов коловраток, 15 видов ветвистоусых и 3 видов веслоногих рачков [Петкевич, Иогансен, 1958]. Достаточно полно исследовано Новосибирское водохранилище, в котором в 80-е годы обнаружено 254 представителя зоопланктона: коловраток — 163, кладоцер — 64 и копепод — 27 [Коновалюк и др., 1986]. В последнее время количество таксонов здесь значительно сократилось: коловраток — 31 (41 % от всего видового состава), кладоцер — 31, копепод — 12 видов и вариететов [Ермолаева, 1998].

За 1958—1998 гг. в составе озерного зоопланктона Алтайского края выявлено 78 таксонов коловраток, 40 — ветвистоусых, 18 — веслоногих рачков (см. прилож. 5). Наибольшее число видов зарегистрировано в Кулундинской системе озер — 83 таксона, на водоемах которой проводились систематические

исследования, наименьшее — в предгорных и горных озерах — 29 таксонов (табл. 33). Из коловраток во всех озерах отмечены *Asplanchna priodonta* Losse, *Keratella quadrata* (O.F. Müller), *Filinia longiseta* Ehrenb. и 2—3 вида из рода *Brachionus*. В видовом составе ветвистоусых преобладают зарослевые и придонные виды (*Sida crystallina* (O.F. Müller), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Leptodora kindtii* (Focke)), что особенно характерно при зарастаемости озер макрофитами в пределах 25—30 %. Род *Daphnia*, представленный несколькими видами, отмечен во всех исследованных озерах. К редко встречающимся видам ветвистоусых относятся *Scapholeberis micronata* Lilljeborg, *Oxyurella tenuicaudis* (Sars), *Kurzia latisima* Kurz, *Graptoleberis testudinaria* (Fischer). В составе веслоногих рачков в озерах доминируют *Mesocyclops leuckarti* Claus, *Diaptomus graciloides* Lilljeborg; значительно реже встречаются *Macrocyclus albidus* (Gurine), *Eucyclops macruroides* (Sars), *Paracyclus fimbriatus* (Fisher), *Acanthocyclops vernalis* (Fisher), *A. gigas* (Claus).

Соотношение в зоопланктоне евтрофных и олиготрофных видов характеризует уровень трофности водоемов (индекс

Таблица 33

Видовой состав зоопланктона озер Алтайского края и уровень их трофности

Система озер	Всего видов	В том числе			Индекс Е/О
		коло-враток	ветвисто-усых	весло-ногих	
Бурлинская	58	28	24	6	4,25
Кулундинская	83	45	25	13	8,67
Касмалинская	57	27	19	11	5,33
Барнаульская	45	21	17	7	2,25
Пойменные озера Алей и Чарыша	38	17	15	6	2,33
Бийско-Чумышская	55	23	24	8	3,67
Предгорные и горные озера	29	13	13	3	1,20
Пойменные озера Оби	30	17	8	5	4,50

Примечание. Индекс Е/О рассчитан по соотношению в планктоне евтрофных (Е) и олиготрофных (О) видов [Hakkari, 1978].

Е/О) [Hakkari, 1978]. Максимальные значения индекса Е/О характерны для Кулундинских и Касмалинских озер (соответственно 8,67 и 5,33), которые должны быть отнесены к гиперевтрофному типу; большинство других озерных систем с индексом Е/О 2,25—4,50, являются типичными евтрофными водоемами. Только предгорные и горные озера на основе анализа видового состава зоопланктона сохраняют черты мезотрофии (Е/О = 1,20).

Видовое разнообразие коловраток и ветвистоусых рачков уменьшается при повышении минерализации воды (табл. 34), для веслоногих рачков характерна обратная тенденция до определенных границ солености. Л.С. Федорова [1972] показала наличие тенденции обратной корреляционной зависимости видового состава зоопланктона в озерах Алтайского края от общей минерализации воды ( $r = -0,578 \pm 0,148$ ).

Зоопланктон верховьев Оби ротаторного типа, что свойственно для всего ее русла, в главных притоках преобладающее положение коловраток сохраняется; даже в заливных пойменных озерах они составляют видовое большинство (табл. 35).

Массовыми видами коловраток в речном зоопланктоне отмечены *Keratella quadrata*, *K. cochlearis* (Gosse), *Asplanchna priodonta* и несколько видов рода *Brachionus*. Из рачкового

Таблица 34

Видовой состав зоопланктона в озерах одной гидрологической системы с различными уровнями минерализации воды

Система, озеро	Общая минерализация воды, мг/л	Общее число видов
Барнаульская:		
Горько-Перешеечное-1	1130	17
Горько-Перешеечное-2	14 020	3
Касмалинская:		
Бол. Островное	944	25
Бол. Горькое	9390	13
Кулундинская:		
Горько-Ключевское, 1968 г.	15 958	4
Горько-Ключевское, 1980 г.	6203	52
Местовое	3428	8
Кучукское	243 000	1

планктона наиболее типичны *Diaphanosoma brachyurum*, *D. longispina* O.F. Müller, *Chydorus sphaericus*, *Leptodora kindtii*, *Mesocyclops leuckarti* [Кириллов и др., 1996]. Вблизи мест антропогенного загрязнения доминируют коловратки рода *Brachionus* — типичные виды для индикации сапробности, из которых показателем альфа-мезосапробности и частично полисапробности является *B. rubens* Ehrenb. Из ветвистоусых рачков аналогичным видом-индикатором полисапробности может служить *D. magna* Straus (см. прилож. 6). Большинство зоопланктов характеризуют мезосапробные участки загрязнения: нижнее течение р. Барнаулка, среднее и нижнее течения р. Алей, Болдинская протока и др.

Из трех фаунистико-географических комплексов зоопланктона, выделенных М.Л. Пидгайко [1984] для трех основных почвенно-климатических зон России: тундры, лесной и степной, в водоемах Алтайского края наиболее многочисленны комплексы умеренных широт: холодноводный — лесостепной и тепловодный — степной (табл. 36). Представителей северного (тундрового) комплекса в водоемах края не отмечено, хотя не исключено их обитание в горных озерах.

Фауна ветвистоусых рачков в условиях края наиболее изучена по сравнению с другими группами гидробионтов,

Таблица 35

## Видовая структура зоопланктона верховьев Оби

Водоем	Общее число видов	Количество коловраток		Автор данных
		видов	%	
Верхняя Обь	68	50	73,5	А.Н. Петкевич, Б.Г. Йогансен [1958] Е.Ф. Коновалюк и др. [1986]
Новосибирское водохранилище	254	163	53,1	
Средняя Обь	254	144	56,7	Там же »
Нижняя Обь	130	64	49,2	
Притоки Оби:				Наши данные, 1972—1996 гг.
Чумыш	28	16	57,1	
Алей	24	14	58,3	
Барнаулка	21	10	47,6	
Пойменные озера	30	17	56,9	

поэтому ей придается основная функция индикатора характеристики фаунистического сходства рассматриваемых озерных систем. Для расчета индексов сходства использован метод Серенсена:  $S = 2C / (A + B)$ , где  $S$  — индекс фаунистического сходства,  $A$  и  $B$  — количество видов в сравниваемых регионах (озерных системах),  $C$  — количество общих видов (рис. 6).

Таблица 36

## Фаунистико-географические комплексы зоопланктона, типичные для водоемов Алтайского края

Комплексы умеренных широт		Южный комплекс
холодноводный	тепловодный	
<i>Eudiaptomus graciloides</i> Lilljeborg	<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller)	<i>Moina macrocopa</i> Straus
<i>Arctodiaptomus bacillifer</i> Koelbel	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	<i>Scapholeberis kingi</i> Sars
<i>Cyclops kolensis</i> Lilljeborg	<i>Daphnia cucullata</i> Sars	<i>Keratella valga</i> (Ehrenb.)
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	<i>D. longispina</i> O.F. Müller	<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus)
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	<i>Bosmina coregoni</i> Baird	<i>B. forficula</i> Wierzejski
<i>Notholca cinetura</i> Skorikov	<i>B. longirostris</i> (O.F. Müller)	<i>B. plicatilis</i> O.F. Müller
<i>Notholca labis</i> Gosse	<i>Moina micrura</i> Kurz	<i>Arctodiaptomus salinus</i> (Daday)
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Inkof)	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Gurine)	
<i>Filinia major</i> Col-ditz	<i>Camptocercus restirostris</i> Schoedler	
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	
	<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday)	
	<i>B. angularis</i> Gosse	
	<i>B. calyciflorus</i> Pallas	
	<i>Keratella quadrata</i> (O.F. Müller)	
	<i>Filinia longiseta</i> Ehrenb.	

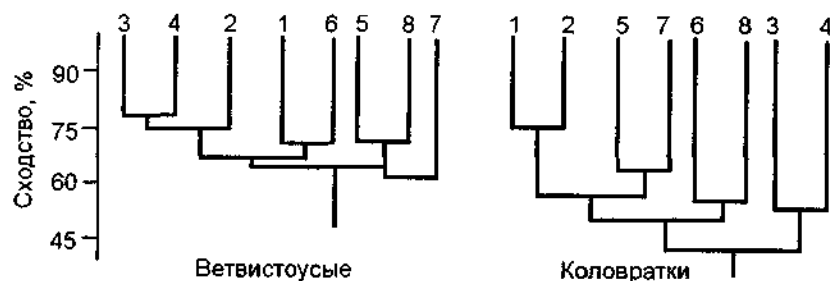


Рис. 6. Фаунистическое сходство зоопланктона озер Алтайского края. 1 — Бурлинские; 2 — Кулундинские; 3 — Касмалинские; 4 — Барнаульские; 5 — Бийско-Чумышские; 6 — Предгорные; 7 — Горные; 8 — поймы р. Оби.

Дополнительно видовое сходство зоопланктона для рассматриваемых озерных систем выполнено и по коловраткам.

Коэффициент сходства ветвистоусых рачков относительно высок, что подтверждает единство происхождения и близость экологических факторов формирования экосистем в рыбохозяйственных водоемах; он колеблется в пределах 0,54—0,71, в среднем составляя 0,63. При парном сравнении видового состава клadoцер максимальное значение коэффициента сходства характерно для близко расположенных озер Касмалинской и Барнаульской систем (0,78); к ним тесно примыкают также озера Бурлинской, Кулундинской и Бийско-Чумышской систем (0,75—0,69). Минимальное сходство видового состава ветвистоусых характерно для горных и предгорных озер с другими системами (0,48—0,54).

Коэффициенты сходства видового состава коловраток несколько ниже, чем у клadoцер: среднее значение 0,53, колебания в пределах 0,48—0,60. Наиболее близок видовой состав ротаторного планктона в Бурлинской и Кулундинской системах (0,76); минимальное сходство коловраток отмечено в Барнаульской и Бийско-Чумышских озерах (0,32).

Индексы сходства видового состава двух групп зоопланктона в озерах Карасукской и Бурлинской систем, в отдельные годы сообщаются между собой, также высоки у ветвистоусых рачков (0,72) и значительно меньше у коловраток (0,56).

При сравнении видового разнообразия двух групп рачкового планктона — клadoцер и копепоид — во всех озерных

системах ветвистоусые явно преобладают. Их отношение колеблется в пределах 1,6—4,0. По данным М.А. Пидгайко [1984], для водоемов европейской территории СССР в составе зоопланктона коловратки составляют 62,3 %, клadoцеры — 18,3 и копепоиды — 19,4 %. В наших аналогичных исследованиях количество коловраток приближаются к указанным выше данным — 57,4 %; клadoцеры составляют 29,4 %, а копепоиды — 13,2 %. В Карасукских озерах, по данным Л.Л. Сипко [1982], соотношение клadoцер и копепоид достигает 1,5; и в общем видовом составе зоопланктона копепоиды занимают 27,7 %. Возможно, видовой состав веслоногих рачков в озерах Алтайского края полностью не изучен прежде всего в озерах, не имеющих рыбохозяйственного статуса.

Из биоценологических ассоциаций зоопланктона для водоемов Алтайского края наиболее характерны три группы:

1 — сублиторальная, формирующаяся в неглубоких озерах, мелководных прудах — водохранилищах, пойменных озерах, где доминируют *Eudiaptomus graciloides*, *Daphnia cucullata*, *D. longispina*, *D. magna*, *Brachionus calyciflorus*, *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma brachyurum*;

2 — литоральная, или прудовая, населяющая пруды различных категорий, а также литоральную зону малых озер, чаще ее формируют *Daphnia pulex*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Keratella quadrata*;

3 — фитофильная группа ассоциаций — обитатели зарослей макрофитов и прибрежной зоны всех водоемов: *Sida crystallina*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Polyphemus pediculus*.

## 5.2. Особенности структуры озерных зоопланктоценозов

В большинстве озер рассматриваемого региона группу видов-доминантов составляют виды с ограниченным географическим и биотопическим распространением: в мезогалинных озерах — *Arctodiaptomus salinus*; в полигалинных и ультрагалинных — *Artemia salina*.

В оз. Песчаное (Бурлинская система) видами-эдификаторами за длительный период наблюдений (1966—1991 гг.) попеременно выступали *Daphnia longispina* и *Mesocyclops leuc-*

*karti*; только в отдельные годы (1981, 1983) субдоминантами были *Chydorus sphaericus* и *Daphnia cucullata*. Подобная олигодоминантность структуры зоопланктона в верховых Бурлинских озерах обусловлена относительно стабильными условиями существования. Значимость видов-доминантов в формировании биомассы была различной: *Daphnia longispina* — 59,3 %, *Mesocyclops leuckarti* — 50,7 %, эти же виды как субдоминанты — соответственно 23,2 и 17,7 %. В конечном водоеме системы — оз. Бол. Топольное — в качестве доминантов отмечены *Mesocyclops leuckarti* и *Eudiaptomus graciloides* — соответственно 42 и 63 %. Из кладоцер *Daphnia longispina* в условиях повышенной минерализации воды исчезает из видового состава.

В Верхнекулундинских озерах (Горько-Лебедянское и Горько-Ключевское) произошла значительная структурно-функциональная перестройка планктонных сообществ под влиянием опресняющего фактора (сброс обской воды с Кулундинского магистрального канала). Сукцессии планктоноценозов проходили в три этапа.

На первом этапе (1960—1970 гг.) в условиях мезогалинности озер зоопланктон включал только 2—3 вида, эдификаторами были *Daphnia magna* и *Arctodiaptomus salinus*.

На втором этапе (1971—1980 гг.) происходило снижение биомассы зоопланктона при некоторой нестабильности его видового состава субдоминантов. Наоборот, доминантный вид на этапе — *Eudiaptomus graciloides* — был четко выражен во все годы наблюдений, его удельное обилие в среднем составило в оз. Горько-Лебедянское 59,5 %, в оз. Горько-Ключевское — 49,3 %. Аналогичный показатель для субдоминантов составил соответственно 14,3 и 21,5 %, в отдельные годы структура зоопланктона в оз. Горько-Лебедянское была явно олигодоминантной (табл. 37). В связи с несовпадением срока опреснения озер условные границы второго этапа в оз. Горько-Ключевское сдвинуты на 2 года.

Третий этап (1981—1986 гг.) характеризуется стабилизацией видового состава и формированием устойчивого зооценоза *Daphnia longispina* + *Eudiaptomus graciloides* при увеличении роли мелких зоопланктеров [Веснина, 1986, 1990а].

Т а б л и ц а 37

Основные структурные показатели сукцессии зоопланктона  
в Верхнекулундинских озерах

Год	Вариант ценоза	Средняя биомасса, г/м <sup>3</sup>	Индекс видового разнообразия, бит	Удельное обилие, %	
				доминанта	субдоминанта
оз. Горько-Лебедянское					
1977	<i>E. graciloides</i> + <i>D. magna</i>	16,25	0,29	36	20
1978	<i>E. graciloides</i> + <i>C. vicinus</i>	4,59	0,57	83	7
1979	<i>E. graciloides</i> + <i>M. leuckarti</i>	6,63	0,78	83	2
1980	<i>E. graciloides</i> + <i>M. leuckarti</i>	7,94	0,22	36	28
1981	<i>D. magna</i> + <i>E. graciloides</i>	10,89	0,42	55	28
1982	<i>E. graciloides</i> + <i>D. magna</i>	11,60	0,38	40	21
1983	<i>E. graciloides</i> + <i>D. longispina</i>	12,23	0,54	52	20
1984	<i>E. graciloides</i> + <i>D. brachiurum</i>	12,92	0,73	48	45
1985	<i>E. graciloides</i> + <i>D. longispina</i>	12,35	0,49	37	35
1986	<i>D. longispina</i> + <i>E. graciloides</i>	16,54	0,15	30	25
оз. Горько-Ключевское					
1979	<i>E. graciloides</i> + <i>D. magna</i>	4,06	0,27	52	20
1980	<i>E. graciloides</i> + <i>D. magna</i>	4,71	0,34	48	21
1981	<i>E. graciloides</i> + <i>D. magna</i>	12,35	0,46	61	22
1982	<i>E. graciloides</i> + <i>D. magna</i>	15,14	0,30	36	23
1983	<i>D. magna</i> + <i>E. graciloides</i>	15,67	0,28	40	28
1984	<i>D. magna</i> + <i>E. graciloides</i>	72,69	0,32	57	32
1985	<i>E. graciloides</i> + <i>D. magna</i>	12,29	0,35	47	23
1986	<i>E. graciloides</i> + <i>M. leuckarti</i>	22,86	0,38	60	26

В обоих озерах основу численных характеристик зоопланктона в начальный период антропогенного преобразования их экосистем составляли веслоногие рачки, однако в формировании биомассы часто преобладали ветвистоусые (оз. Горько-Лебедянское, 1980 г. — 85 %). На втором этапе сукцессии зоопланктона формируется неустойчивый ценоз доминанта веслоногого рачка *Eudiaptomus graciloides* с субдоминантами из ветвистоусых: *Daphnia magna*, *D. longispina*, *Daphnosoma brachyurum*; в отдельные годы доминант и субдоминант могут изменять свое положение в общей структуре. В 1996 г. в качестве вида-эдификатора в оз. Горько-Лебе-

дянское и Горько-Ключевское соответственно отмечены *Diaphanosoma brachyurum* и *Mesocyclops leuckarti* (удельное обилие 66 и 47 %), которые меняются местами с субдоминантами (удельное обилие субдоминантов соответственно 32 и 42 %).

Таким образом, поочередная смена видов-эдификаторов в структуре зоопланктона показывает, что в мелководных водоемах, подверженных действию резких колебаний среды (в частности, антропогенного регулирования уровня воды, а через этот фактор — состояния общей минерализации воды) зоопланктоценозы крайне динамичны, их структура перестраивается быстрее и доминантные виды меняются чаще, чем в водоемах со стабильными условиями среды.

В питомном озере Долгом за 11-летний период наблюдений (1976—1986 гг.) видовой состав доминантов зоопланктонного сообщества более обширен, и в формировании численности и биомассы особенно значительна роль *Daphnia magna*, показатель ее среднего обилия за 7 лет составляет 59,4 %. Другие виды-доминанты — *Daphnia longispina*, *Eudiaptomus graciloides* и *Mesocyclops leuckarti* — имеют более скромное значение (удельное обилие соответственно 40,0; 30,0 и 41,0 %). Ведущими субдоминантами чаще выступали *Eudiaptomus graciloides* и *Mesocyclops leuckarti*, удельное обилие которых было соответственно 34,6 и 25,3 %. Развитие *Daphnia magna* в оз. Долгое обусловлено хозяйственными стоками от животноводческого комплекса, расположенного на водосборной площади.

Зоопланктоценоз оз. Долгое претерпел существенные изменения и вследствие его использования для товарного выращивания рыбы, причем в начальный период в нем функционировал ценоз *Daphnia longispina* + *Chydorus sphaericus*. В годы высоких плотностей сиговых рыб доминирование переходит к *Mesocyclops leuckarti*, что объясняется интенсивным выеданием ветвистоусых рачков рыбами-планктофагами. Таким образом, в отдельные годы в формировании структуры зоопланктона существенная роль принадлежала как антропогенным (наличие органического стока и интродукция рыб-планктофагов), так и вторичным биотическим факторам — прессу естественных хищников (циклопов). По наблюдениям 1997 г. в зоопланктоне оз. Долгое в депрессионных условиях экосисте-

мы продолжала доминировать *Mesocyclops leuckarti* с удельным обилием 65 %, а в качестве субдоминанта — *Daphnia longispina*, формирующая 16 % общей биомассы [Веснина, 1994].

В самом крупном озере Кулундинской системы — Мостовое — также заметно влияние антропогенного фактора на формирование структуры зоопланктона. В результате организации водообмена и опреснения водоема исчезли виды-галофилы: *Hexarthra oxyuris* (Zernov), *Moina macrococha*, *Arctodiaptomus salinus*, отмеченные в 1960 г. В процессе стабилизации гидрологических условий менялся состав ведущих форм зооценоза: на первом этапе перестройки экосистемы функционировали *D. magna* + *E. graciloides*, на последующем — *D. longispina* + *D. graciloides* [Веснина, 1996а, б].

Смена ведущих форм зоопланктона в многолетней динамике численности и биомассы характерна и для основного рыбохозяйственного озера Касмалинской системы — Бол. Островное. По имеющимся данным, доминантами и субдоминантами выделены: в 1966 г. — *D. longispina* + *M. leuckarti*; в 1969 г. — *D. pulex* + *E. graciloides*; в 1972 г. — *D. longispina* + *E. graciloides*; в 1996—1997 гг. — *M. leuckarti* + *D. longispina*. Во втором крупном озере системы — Бол. Горькое — в его основном плесе с минерализацией воды 10168,2 мг/л (данные 1982 г.) ведущее ядро зоопланктона было представлено копеподами галофильного комплекса: *Arctodiaptomus salinus* и *Eucyclops serrulatus* (Fischer), которые составляли 97 % общей численности и 94 % общей биомассы [Голубых, Попкова, 1983; Веснина, 1997].

В последней системе озер ленточных боров Алтайского края — Барнаульской (Зеркалы, Бахматовское, Песчаное) — в летнем планктоне 1966 г. доминантом и субдоминантом отмечены *D. longispina* + *Ch. sphaericus*; в осеннем ведущей группой становились копеподы, а доминантом — *Eudiaptomus graciloides*. Последующие наблюдения за динамикой структуры зоопланктона в центральном озере системы — Бахматовское — показали, что *Daphnia longispina* сохраняет роль доминанта или субдоминанта, но главным системообразующим видом становится представитель копепод — *M. leuckarti* (табл. 38).

Т а б л и ц а 38

Роль ведущих видов зоопланктона в динамике биомассы  
в озерах Барнаульской системы

Год наблюдений	Доминант		Субдоминант	
	Вид	Удельное обилие, %	Вид	Удельное обилие, %
оз. Бахматовское				
1972	<i>M. leuckarti</i>	45	<i>D. longispina</i>	16
1981	<i>M. leuckarti</i>	50	<i>D. longispina</i>	26
1986	<i>M. leuckarti</i>	60	<i>B. coregoni</i>	19
1992	<i>D. longispina</i>	60	<i>M. leuckarti</i>	25
оз. Горько-Перешеечное				
1958	<i>D. magna</i>	81	<i>D. bacillifer</i>	10
1985	<i>M. leuckarti</i>	60	<i>D. pulex</i>	30
1989	<i>D. pulex</i>	94	<i>M. leuckarti</i>	3
1992	<i>D. pulex</i>	69	<i>M. leuckarti</i>	13
1993	<i>D. pulex</i>	81	<i>M. leuckarti</i>	19
1996	<i>D. pulex</i>	63	<i>M. leuckarti</i>	16

В оз. Горько-Перешеечное — самом крупном водоеме Барнаульской системы с относительно стабильными факторами абиотической среды, в последние годы динамика структуры зоопланктоценоза также относительно устойчива, явным доминантом фигурирует из ветвистоусых *Daphnia pulex*, а субдоминантом из веслоногих — рачок *Mesocyclops leuckarti* [Веснина, 1997] (см. табл. 38).

При периодических наблюдениях за динамикой структуры зоопланктонного комплекса оз. Бол. Уткуль — наиболее глубоководного водоема в Бийско-Чумышской системе, из девяти наблюдаемых дат (1970—1997 гг.) в качестве доминанта чаще выступал веслоногий рачок *Mesocyclops leuckarti* (среднее обилие — 50 %); в двух сроках наблюдения превалировал второй веслоногий рачок — *Eudiaptomus graciloides* (55 % общей биомассы); по одному году ведущее положение с незначительными индексами обилия занимали *Bosmina coregoni* (36 %) и *Daphnia cucullata* (34 %). В качестве субдоминантов чаще отмечены ветвистоусые рачки: *Daphnia cucullata* (средний индекс обилия 23 %) и *Bosmina coregoni* (средний

индекс 22 %) — и веслоногий рачок — *Mesocyclops leuckarti* (средний индекс 26 %).

Схема последовательной смены ведущих форм зоопланктона как свидетельство процесса евтрофикации водоемов [Андроникова, 1980] четко прослежена на предгорном оз. Колыванское, находящемся под возрастающим прессом стихийной рекреации [Студеникина, 1991]. При почти равнозначной биомассе зоопланктона в 1977 и 1990 гг. произошла смена видов-эдификаторов с ветвистоусого рачка *Daphnia cucullata* на веслоногого *Mesocyclops leuckarti* и в качестве субдоминанта — мелкой формы кладоцер — *Bosmina longirostris*; одновременно произошло и изменение биомассы (г/м<sup>3</sup>):

Зоопланктон	1977 г.	1990 г.
Коловратки	0,14	0,02
Копеподы	11,93	14,31
Кладоцеры	8,71	1,63

Как правило, при евтрофикации водоемов происходит уменьшение размеров фитопланктона и зоопланктона, что создает благоприятные условия для тонких фильтраторов типа *Bosmina*. На другом предгорном озере — Белое (1974—1981 гг.) в течение 3 лет доминировал рачок *Mesocyclops leuckarti* (среднее удельное обилие 47 %), этот же вид выступал и субдоминантом в остальные 3 года наблюдений (среднее удельное обилие 20 %). Три представителя кладоцер являлись доминантами или субдоминантами: *Daphnia cucullata* (как доминант — 42, как субдоминант — 13 %), *Daphnia longispina* (соответственно 35 и 20 %), *Bosmina coregoni* (соответственно 74 и 24 %).

Отмеченные структурные изменения зоопланктона фиксируют постепенный сдвиг к доминированию мелких форм; такая устойчивая тенденция обусловлена как процессами евтрофикации озер, так частично и заметными изменениями условий обитания в малых озерах с неустойчивым гидрологическим режимом. Как следует из приведенных выше данных, доминирующими видами в условиях равнинных озер Алтайского края являются ветвистоусые рачки — *Daphnia longispina*, *D. magna*, *D. cucullata*, несколько реже встречаются



Таблица 39

Участие некоторых видов в формировании структуры зоопланктонного сообщества (пределы колебаний удельного обилия, %)

Вид	Доминант	Субдоминант	Число видов
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	66	32—45	2
<i>Daphnia cucullata</i>	34—42	13—23	2
<i>D. longispina</i>	30—60	16—26	5
<i>D. magna</i>	55—81	20—23	3
<i>D. pulex</i>	63—94	30	1
<i>Bosmina coregoni</i>	36—74	19—24	3
<i>Chydorus sphaericus</i>	—	29	1
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	35—55	2—45	4
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	25—65	3—42	7

*Daphnia pulex*, *Bosmina coregoni*; *Chydorus sphaericus*; *Diaphanosoma brachyurum*, из веслоногих чаще всего в качестве доминантов или субдоминантов выступают *Mesocyclops leuckarti* и *Eudiaptomus graciloides*.

В табл. 39 приведены оценка значимости некоторых видов в формировании структуры зоопланктонного сообщества в вегетационный период и пределы колебаний удельного обилия видов, выступающих в роли доминантов и субдоминантов. Для оценки использованы как разовые, так и систематические (многолетние) наблюдения на равнинных озерах Алтайского края. Следует отметить, что в структуре зоопланктона 28 озер максимальную значимость по частоте встречаемости и по удельному обилию занимают ветвистоусые рачки *Daphnia longispina* и *D. magna*, из веслоногих рачков — *Eudiaptomus graciloides* и *Mesocyclops leuckarti*. Роль других видов в образовании структурных особенностей зооценозов может быть значительной только в отдельных озерах (*Daphnia pulex*).

### 5.3. Динамика численных показателей зоопланктона

Большинство авторов, обладающих сравнительным материалом по численным характеристикам зоопланктона, отмечают увеличение численности и биомассы как следствие обога-

щения озер биогенами в основном антропогенного происхождения. Признавая сложность сопоставления многолетнего цифрового материала из-за применения различных методик, мест и сроков отбора проб, И.И. Андроникова [1980] считает репрезентативным возможное увеличение количественных показателей зоопланктона за 10—20 лет в 2—3 раза.

**Сезонные сукцессии.** В биологических сезонах года отмечены изменения видового состава и количественных характеристик как результирующая двух главных факторов абиотической среды — температуры воды и световой радиации; из биотических факторов на сезонные сукцессии оказывают влияние наличие доступной пищи и хищников, физиологические особенности видов. Л.С. Федорова [1973] показала, что средняя биомасса зоопланктона в оз. Бол. Островное зимой составляла 0,63 г/м<sup>3</sup>, весной — 2,22, летом — 5,69, осенью — 2,64 г/м<sup>3</sup>.

Для озерных экосистем края характерно постепенное нарастание численности и биомассы зоопланктона от весны к лету с максимумом в период высокого прогрева воды и минимумом зимой; подобная схема сезонной сукцессии наиболее четко прослеживается на озерах Кулундинской системы (табл. 40). Характерны близкие значения биомассы во все

Таблица 40

Сезонное распределение зоопланктона в Кулундинских озерах

Показатель	Весна	Лето	Осень	Зима
оз. Горько-Лебединское				
Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	55,39—80,72	70,11—243,11	1951—62,08	10,28—33,45
Биомасса, г/м <sup>3</sup>	0,97—2,19	6,63—12,92	2,50—6,05	0,75—2,31
оз. Горько-Ключевское				
Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	27,65—99,08	48,56—440,05	26,01—141,10	7,89—42,99
Биомасса, г/м <sup>3</sup>	0,84—1,95	4,06—72,68	2,33—11,83	0,95—2,55
оз. Долгое				
Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	21,53—79,02	54,15—317,55	19,84—180,70	6,75—27,68
Биомасса, г/м <sup>3</sup>	1,02—2,54	3,29—27,17	1,29—12,03	0,42—1,40

сезоны года во всех трех озерах, несколько увеличенная средняя биомасса в оз. Горько-Ключевское обусловлена высоким уровнем развития зоопланктона в 1984 г. (72,68 г/м<sup>3</sup>).

Ранней весной при обилии аллохтонной органики развиваются коловратки холодноводного комплекса — *Kellicottia longispina*, *Synchaeta pectinata*, за счет копеподитов увеличивается численность *Mesocyclops leuckarti*. Период весенней гомотермии сопровождается быстрым ростом видового разнообразия, расширяется состав кладоцер за счет *Polyphemus pediculus*, *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii*.

В летний период увеличивается значение коловраток, основной фон которых создают *Brachionus quadridentatus*, *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta*. В годы повышенной минерализации воды массовое развитие ветвистоусых рачков несколько сдерживается, но остается высокой; сукцессия видового состава кладоцер в летний период идет по схеме: цериодафния — дафния — диафанозома. Из копепод в летнем планктоне озер превалирует *Eudiaptomus graciloides*, формирующая три генерации и создающая основу биомассы и численности; вторым по значимости был *Mesocyclops leuckarti*. В многолетней динамике колебания численности и биомассы летнего зоопланктона весьма значительны, максимальные отмечены в оз. Горько-Ключевское (см. табл. 40), что подтверждает неустойчивое состояние его экосистемы.

В период осеннего перемешивания воды и снижения ее температуры в мелководных озерах для зоопланктона условия развития ухудшаются, происходит обеднение видового состава. В первую очередь выпадают теплолюбивые виды: *Diaphanosoma brachyurum*, *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii*. Биомасса зоопланктона остается высокой за счет яйценосных и эффипиальных самок рачков, в отдельные годы с продолжительным осенним периодом позднеосенняя биомасса может приближаться к ее значениям в летний период. Пределы колебаний численности и биомассы за 1979—1985 гг. на Кулундинских озерах несколько снижаются, максимум их в осенний период переместился в оз. Долгое (см. табл. 40).

Зимний период характеризуется преобладанием веслоногих над ветвистоусыми рачками, бедностью видового состава. Из коловраток в планктоне остаются *Synchaeta* sp., *Keratella*

*cochlearis*, *K. quadrata*. Многолетние колебания показателей продуктивности зоопланктона продолжают снижаться, составляя максимум по численности в оз. Горько-Ключевское — 5,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а по биомассе — в оз. Долгое — 3,5 г/м<sup>3</sup> (см. табл. 40).

В речном зоопланктоне сезонные сукцессии сохраняются, по нашим двухлетним исследованиям (1995—1996 гг.), в нижнем течении р. Барнаулка весной биомасса составляла 0,015 г/м<sup>3</sup>, летом — 1,180, осенью — 0,063 и зимой — 0,031 г/м<sup>3</sup>. В весенний и осенний периоды она формировалась за счет веслоногого рачка *Mesocyclops leuckarti*, летом ее основу составляли ветвистоусые — *Bosmina coregoni* и *Chydorus sphaericus*.

Динамика численных характеристик. Численные характеристики зоопланктона показаны на примере базовых озер, выделенных для регулярного наблюдения в системах, объединенных речными стоками (табл. 41). При частичном несовпадении сроков отбора проб заметны значительные колебания численных характеристик за длительный период наблюдений: по оз. Песчаное средняя биомасса зоопланктона в трех выделенных периодах колебалась с 2,37 до 18,36 г/м<sup>3</sup>, т.е. изменялась в 7,7 раза, если учитывать годовые колебания биомассы, диапазон увеличивается с 1,1 до 31,7 г/м<sup>3</sup>, т.е. в 28,8 раза. Заметное снижение биомассы зоопланктона во втором выделенном периоде (1972—1978 гг.) в значительной мере обусловлено интенсивным выращиванием в оз. Песчаном сиговых рыб. В других базовых озерах, в которых выращивание сиговых рыб не получило развития или не проводилось, а условия абиотической среды были относительно стабильны, амплитуда наблюдаемых биомасс была значительно меньше: Бол. Уткуль — в 3,6 раза (1,7—6,1 г/м<sup>3</sup>); Горько-Перешеечное — в 2,6 раза (7,1—18,4 г/м<sup>3</sup>). Только в предгорном оз. Белое наблюдаемые среднегодовые биомассы, на наш взгляд, закономерно колебались с большой амплитудой (в 12 раз), что не было обусловлено ни заметным антропогенным вмешательством, ни изменениями среды обитания.

Динамика численности зоопланктона чаще не совпадает с показателями биомассы, исключение составляет оз. Песчаное, в котором сохранился высокий диапазон колебания числен-

ности — в 31 раз. Значительно возросли пределы изменения численности в многолетней динамике в оз. Бол. Уткуль — в 11 раз, а в оз. Белое, наоборот, снизились до 4,3 раза.

Ведомость численных характеристик зоопланктона изученных нами озер приведена в прилож. 7. В исследованных 58 водных объектах Алтайского края минимальная биомасса

Таблица 41

Динамика численных показателей зоопланктона в некоторых озерах Алтайского края (июнь—август)

Система, озеро	Годы наблюдения	Численность, тыс. экз/м <sup>3</sup>		Биомасса, г/м <sup>3</sup>	
		средняя	колебания	средняя	колебания
Бурлинская, Песчаное	1966, 1969	194,8	90,8—298,8	11,18	10,2—12,2
	1972, 1978	72,9	36,4—128,4	2,37	1,1—4,8
	1980, 1991	531,0	349,0—1114,7	18,36	6,9—31,7
Кулундинская, Бакланье	1966	162,3	—	2,90	—
	1971, 1978	97,2	41,1—250,9	6,76	1,9—17,4
	1980, 1987	220,5	108,2—358,0	7,33	6,3—10,1
	1988, 1997	59,5	32,8—100,8	1,54	0,9—2,6
Касмалинская, Бол. Островное	1966, 1969	216,5	115,9—317,0	7,88	6,7—9,1
	1970, 1975	148,9	43,4—296,4	3,69	2,7—6,0
	1976, 1985	206,9	70,7—333,6	9,75	2,6—16,4
	1992, 1997	84,5	46,9—159,2	4,15	2,2—6,8
Барнаульская, Горько-Першеечное	1985—1989	112,4	35,3—189,6	17,28	16,2—18,4
	1992—1996	80,1	60,4—106,4	11,17	7,1—16,6
Бийско-Чумышская, Бол. Уткуль	1966	136,5	—	2,55	—
	1970, 1978	239,5	77,2—522,5	3,62	2,5—5,6
	1980, 1989	308,0	73,4—593,7	4,75	1,7—6,1
	1991, 1997	91,8	53,7—136,2	3,90	3,2—4,3
Предгорная, Белое	1974, 1979	206,1	79,8—341,5	4,00	1,3—15,8
	1980, 1981	193,2	239,1—310,1	3,05	2,7—3,4

отмечена в оз. Травное — 0,05 г/м<sup>3</sup> (бассейн р. Бурла, 1976 г.), максимальная биомасса — в оз. Плотниковское — 52,36 г/м<sup>3</sup> (бассейн верхней Кулунды, 1984 г.). Минимальная численность, как и биомасса, повторилась в оз. Травное — 0,6 тыс. экз/м<sup>3</sup>; максимальное ее значение зарегистрировано в оз. Мал. Топольное — 1275,1 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Для озер равнинной территории рекордно высокой остается летняя биомасса (152,8 г/м<sup>3</sup>), отмеченная в оз. Долгое в 1966 г. Л.А. Благовидовой [Федорова, 1973].

**Продукция массовых видов.** Скорость роста биомассы популяции обычно рассматривают как суммарный результат рождаемости и смертности, зависящей от чистой скорости размножения и среднего времени жизни генерации [Рифлекс, 1979]. Чистая скорость размножения — это ожидаемое количество молоди, которое созреет и даст потомство. На основе полученных опытных данных о выживаемости и плодовитости *D. longispina* определены их численные значения для каждого временного класса. Половозрелые особи (на 8-е сутки) в эксперименте условно приняты 100%-й выживаемости, на 13-е сутки в живых осталось только 8 % рачков; средняя плодовитость, наоборот, увеличивалась с возрастом рачков от 1,3 до 5,3 яиц (табл. 42). В среднем каждая особь рачка в условиях эксперимента производит около 5,5 потомка.

Сумма ожидаемого числа потомков ( $lx \cdot bx$ ) представляет чистую скорость размножения, средняя продолжительность

Таблица 42

Демографические параметры популяции *D. longispina* (оз. Горько-Лебедянское, июнь 1986 г.)

Возраст, сут (x)	Выживаемость, шт. (lx)	Плодовитость, шт. (bx)	Ожидаемое число потомков (lx · bx)	Общий взвешенный возраст (x · lx · bx)
8	100	1,3	130	1040
9	75	1,5	112	1008
10	50	2,2	110	1100
11	29	3,0	87	957
12	17	4,0	68	816
13	8	5,3	42	546

генерации выражается отношением общего взвешенного возраста ( $x \cdot lx \cdot bx$ ) к чистой скорости размножения и для популяции *Daphnia longispina* составляла 9,96 сут.

В результате экспериментальных работ рассчитаны *P/B*-коэффициенты различных периодов жизнедеятельности для массовых видов зоопланктона трех озер Кулундинской системы (табл. 43). Максимальное суточное значение *P/B*-коэффициента характерно для ветвистоусого рачка *Daphnia magna* (0,38—0,41); минимальное — для веслоногих рачков *Eudiaptomus graciloides* и *Mesocyclops leuckarti* (соответственно 0,03 и 0,04).

На основании рассчитанных *P/B*-коэффициентов можно определить продукцию зоопланктона за определенный период (табл. 44).

Роль хищного зоопланктона в озерах Кулундинской системы невелика, отношение рационов хищников к продукции фильтраторов незначительно и не превышало 0,5. Реальная продукция зоопланктона базировалась на продукции фильтраторов. В среднем биомасса зоопланктона в равнинных озерах Алтайского края за вегетационный период совершает

Таблица 43

Значения *P/B*-коэффициентов массовых видов зоопланктона в Кулундинских озерах

Вид, озеро	Суточный	Месячный	Вегетационный
<i>Daphnia longispina</i>			
Горько-Лебедянское	0,28	8,34	34,25
<i>Daphnia magna</i>			
Горько-Ключевское	0,38	11,40	24,80
Долгое	0,41	12,30	46,09
<i>Eudiaptomus graciloides</i>			
Горько-Лебедянское	0,03	1,10	4,03
Горько-Ключевское	0,08	2,40	5,39
Долгое	0,09	2,70	7,20
<i>Mesocyclops leuckarti</i>			
Горько-Лебедянское	0,09	2,73	7,29
Горько-Ключевское	0,04	1,20	6,28
Долгое	0,08	2,40	8,53

Таблица 44

Продукция видов-доминантов зоопланктона за вегетационный период (май-сентябрь), г/м<sup>3</sup>

Вид	Горько-Лебедянское	Горько-Ключевское	Долгое
<i>Daphnia longispina</i>	549,5	—	—
<i>D. magna</i>	—	309,0	998,4
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	6,7	22,3	24,4
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	4,2	5,2	12,1

22 оборота, что соответствует среднему времени оборачиваемости биомассы — 10,7 сут.

Валовая продукция зоопланктона в малых озерах с учетом их суммарной водной массы ежегодно составляет в усредненных показателях биомассы 163,5 тыс. т, в средних — 50,9 тыс. т [Веснина, 1988].

#### 5.4. Зообентос

Уровень изученности зообентоса водных объектов края в современных условиях явно недостаточен: систематические исследования С.Г. Лепневой и Н.Н. Липиной бентосных организмов верхнего течения Оби и некоторых ее пойменных водоемов относятся к 30-м годам и явно потеряли свою репрезентативность в условиях изменения гидрологических условий и возросшего антропогенного пресса. Аналогично устарели результаты исследований Л.А. Благовидовой, относящиеся также к 30-м годам, как и частично исследования Новосибирского отделения СибНИИРХ основных озерных систем в конце 60-х годов.

Качественное и количественное развитие зообентоса в озерах края обусловлено, главным образом, зимним кислородным режимом и общей минерализацией воды [Благовидова, 1973]. Дополняющими факторами обычно являются характер донных грунтов и особенности морфометрии озер, распространение водной растительности и ее видовой состав, уровень современной трофии.

Для всех озер равнинной территории края характерно полное выпадение или заметное сокращение видового состава

моллюсков, колебание численности или временное исчезновение гаммарид и явное доминирование личинок хирономид. Наибольшее число видов бентоса характерно в оз. Бол. Уткуль Бийско-Чумышской системы как следствие глубоководности, сложности строения рельефа дна, благоприятного кислородного режима в зимний период и развития макрофитов (табл. 45). Бедный видовой состав бентоса в оз. Мал. Уткуль обусловлен однообразием рельефа дна, грунтов, зарослей растительности, пожалуй, главным фактором депрессии зообентоса является постоянный дефицит зимой растворенного в воде кислорода.

Обычно при оценке экологического состояния озер принимается во внимание, что из всех функционирующих в водоеме сообществ зообентос наиболее стабилен, изменения в его структуре и продуктивности чаще всего бывают связаны с увеличением заиления грунта в литорали и с ухудшением кислородного режима в профундали [Кузьменко, 1980]. Динамика биомассы бентоса в озерах Бурлинской системы, и особенно на базовом оз. Песчаное, полностью укладывается в предложенную выше схему; разрушение берегов в периоды аккумуляции паводковых вод обусловило заиление не только литорали, но и части профундали, и как результат — снижение активных глубин и ухудшение зимнего кислородного режима (табл. 46).

В озерах Кулундинской системы отмечены максимальные значения летней биомассы бентоса и максимальные колебания отношения среднегодовых их значений, что особенно характерно для экосистемы оз. Долгое. Если в озерах Бурлинской системы колебания среднегодовых максимальных и минимальных

Таблица 45  
Видовое разнообразие основных групп бентоса в Уткульских озерах [по Благовидовой, 1973]

Группа бентоса	Бол. Уткуль	Мал. Уткуль	Петровское
Nematoda	1	—	—
Oligochaeta	1	—	1
Hirudinea	7	1	3
Mollusca	21	4	1
Gammaridae	1	—	1
Diptera (личинки)	4	3	1
Chironomidae	28	13	14
Trichoptera	7	3	2
Megaloptera	1	—	—
Coleoptera	5	1	—
Ephemeroptera	4	—	1
Lepidoptera	3	2	2
Odonata	3	2	1

Таблица 46

Биомасса бентоса в озерах Бурлинской системы, г/м<sup>2</sup>

Годы исследования	Автор	Мат. Типологие		
		Мал. Типологие	Песчаное	Бол. Типологие
50-е	З.А. Иванова [1962]	53,24	74,49	7,69
60-е	Л.А. Благовидова [1973]	20,26	29,15	12,82
90-е	Наши данные	14,4	8,61	4,50

значений биомассы бентоса не превышают 6,3 г/м<sup>2</sup>, то для оз. Долгое указанное выше отношение достигает 15,7 (табл. 47). Отличающийся от других озер режим продуцирования донных организмов обусловлен как постоянной антропогенной подпиткой его акватории биогенами, так и неустойчивым кислородным режимом. Резкое снижение водности Кулундинских озер в конце 60-х годов обусловило почти 10-кратное снижение биомассы бентоса: в 1966 г. на основном биотопе серого ила в оз. Долгое она составляла 82,68 г/м<sup>2</sup>, в 1969 г. снизилась до 8,9 г/м<sup>2</sup>. В оз. Бакланье на аналогичном биотопе и в схожих условиях водности — соответственно 86,68 и 4,75 г/м<sup>2</sup>; т.е. произошло снижение биомассы в 18 раз [Благовидова, 1973].

Таблица 47

Биомасса бентоса в озерах Алтайского края

Система, озеро	Биомасса бентоса, г/м <sup>2</sup>		Ведущие группы бентоса
	средняя	колебания	
Бурлинская:			
Мал. Типологие	17,81	14,4—20,3	<i>Ch. plumosus</i> , <i>Mollusca</i>
Песчаное	16,33	8,6—12,0	<i>Ch. plumosus</i> , <i>Oligochaeta</i>
Бол. Типологие	7,32	3,2—12,8	<i>Ch. plumosus</i> , <i>Ephemeroptera</i>
Кулундинская:			
Горько-Лебедянское	6,96	3,1—11,2	Diptera, Chironomidae
Долгое	53,16	10,9—171,7	Chironomidae, Oligochaeta
Бакланье	14,32	1,9—29,6	Chironomidae
Касмалинская:			
Бол. Островное	8,57	3,2—18,5	Chironomidae, Oligochaeta
Барнаульская:			
Горько-Черешечное	6,84	1,7—9,3	Chironomidae, Oligochaeta
Бахматовское			
Бийско-Чумышская:			
Бол. Уткуль	186,93	62,6—303,0	Mollusca, Chironomidae

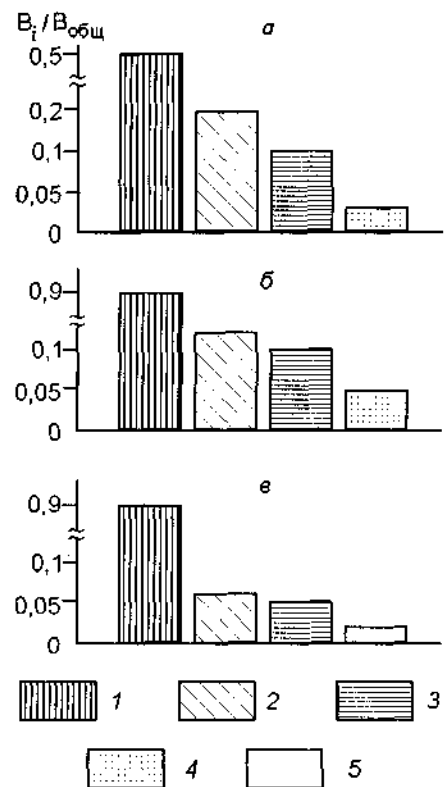


Рис. 7. Отношение биомассы отдельных групп и видов донных животных ( $V_i$ ) к общей биомассе ( $V_{общ}$ ).

Озеро: а — Горько-Лебедянское, б — Горько-Ключевское, в — Долгое. 1 — Chironomidae; 2 — Oligochaeta; 3 — Crustacea; 4 — Insecta; 5 — *Chaoborus flavicans*.

Максимальные значения биомассы бентоса характерны также для оз. Бол. Уткуль, однако отношение среднегодовых минимальной и максимальной биомасс за период наблюдений не выходит за пределы 10-кратного их колебания. Основным элементом бентоса в большинстве исследованных озер являются личинки хирономид, что особенно характерно для Кулундинских озер (рис. 7), и колебания биомассы бентоса чаще

обусловлены изменениями условий их обитания. В оз. Долгое хирономиды составляют 87 %, в Горько-Лебедянском и Горько-Ключевском — соответственно 51 и 62 % общей биомассы.

В исследованных озерах максимальное значение биомассы бентоса характерно для биотопов серых илов ( $20-60 \text{ г/м}^2$ ), заиленные пески имеют менее разнообразное население и биомассу ( $3-20 \text{ г/м}^2$ ). Снижается биомасса и в глубоководной части озер, где илы часто приобретают запах сероводорода. Наиболее бедны прибрежные пески, биомасса бентоса которых обычно не превышает  $1 \text{ г/м}^2$ .

Бентосные организмы ежегодно создают в рыбохозяйственных озерах биопroduкцию в  $40-50$  тыс. т, что при 40%-м их использовании позволит получить  $2,5-3,0$  тыс. т рыбной продукции [Соловов, 1990].

## Глава 6

### БИОКОРМА ВОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ. ГАММАРУС И АРТЕМИЯ

Мелководные малые озера юга Западной Сибири и особенно расположенные на равнинной территории Алтайского края отличаются высоким уровнем биологической продуктивности. С.С. Фолитарек [1984] предложил именовать их "западносибирскими тучными озерами-блюдцами, или западносибирскими ультраэвтрофными озерами-блюдцами" (с. 36). По уровню продуцируемой биомассы, скорости обменных процессов и накоплению органического вещества равнинные озера края не имеют себе равных среди однотипных водоемов России.

Исследования А.В. Федюшина [1957], А.С. Зыбина [1958], С.С. Фолитарек [1980, 1984], комплексной экспедиции Биологического института СО АН СССР на Карасукских озерах и Алтайской озерно-речной лаборатории СибрыбНИИпроект на соляных озерах Западной Сибири выявили высокую сырьевую базу гидробионтов, достаточную для организации промышленной заготовки цист артемии, биомассы рачков артемии, гаммаруса и дафнии, фитомассы водной растительности, сапропеля. Ресурсные гидробиологические исследования и технологические разработки создали научно-производственную базу для нового вида природопользования — промышленные заготовки и переработки биосырья водного происхождения.

В 1995 г. на соляных озерах Алтайского края заготовлено в виде биосырья 250 т яиц артемии, в 1996 г. — 380 т; в солоновато-водных озерах Западной Сибири ежегодно добывается не менее 2500 т рачка гаммаруса. Большая часть собранного биосырья реализована в качестве экспортных поставок или белковых добавок в кормопроизводство.

### 6.1. Биологические особенности гаммаруса в равнинных озерах

Озерный рачок бокоплав — *Gammarus (Rivulogammarus) lacustris* Sars (Gammaridae, Amphipoda, Crustacea) — широко представлен в озерах равнинной территории Алтайского края. Особенно высокая его численность наблюдается при благоприятных условиях среды в солоновато-водных безрыбных или с обедненной ихтиофауной пресноводных озерах.

Ареал гаммаруса и особенно численные показатели его популяции в равнинных озерах с неустойчивым гидрологическим режимом нестабильны; в последние годы регрессивной фазы водности на Обь-Иртышском междуречье гаммарус в большинстве озер края находился в угнетенном состоянии.

На численность рачка отрицательно влияют саморасселение серебряного карася амурской морфы по гаммарусовым озерам, увеличение минерализации воды и ухудшение кислородного режима. При улучшении условий обитания гаммарус способен восстановить свой ареал и численность в течение 2—3 лет [Зыбин, 1958; Новоселов, Левченко, 1990; Новоселов, Ключников, 1991].

Проведенные в 80-е годы рекогносцировочные обследования озер показали, что потенциальный фонд гаммарусовых озер в крае составляет более 60 км<sup>2</sup> и при благоприятном гидрологическом режиме может увеличиваться до 100 км<sup>2</sup> и, наоборот, уменьшаться в отдельные годы до 20—30 км<sup>2</sup>. Л.Л. Сипко считает, что в Западной Сибири гаммарусовые водоемы в общем озерном фонде составляют 5 % [Фолитарек, 1984]. В Алтайском крае значение гаммарусовых озер, по нашим данным, в общем фонде колеблется в пределах 2,3—3,8 %. Для заготовки рачка наиболее перспективны озера Волчихинского и Рубцовского районов (см. прилож. 3).

Трансгрессивная фаза водности равнинной территории в первый период благоприятно отражается на условиях обитания гаммарид в большинстве мезогалинных озер, когда создается оптимальный для них градиент минерализации, а саморасселение или восстановление численности рыб не оказывает еще заметного влияния. Характерный пример такого порядка:

до конца 80-х годов на озерах Кулундинской системы Бол. Утичье и Булатово ежегодные объемы добычи рачка составляли 800—1000 т. В результате зарыбления водоемов сигаами и амурской формой карася через 2 года биомасса гаммаруса снизилась более чем в 10 раз, и в последующем озера потеряли промысловое значение. Зафиксированы примеры обратного порядка, когда в оз. Песьяное Барнаульской системы прекращение выпуска сиговых в озера в течение двух вегетационных периодов оказалось достаточным для восстановления биомассы и численности рачка до промысловой значимости [Новоселов, Левченко, 1990; Левченко, 1991; Новоселов, 1997].

Пределы видовой толерантности гаммаруса достаточно широки и по температуре сдвинуты в сторону их низких значений. Н.Н. Хмелева [1988] приводит следующие экологические границы жизнедеятельности *Gammarus lacustris* и относит рачка к бореально-арктическому виду, который заселяет сравнительно холодные озера и ведет донный образ жизни:

Экологический показатель	Жизненный цикл	Период размножения
Температура, °С	0,5—25	7—21
Кислород, мг О/л	0,8—10	2—10
Фотопериод, ч	0—22	12,5—22

Указанные выше границы жизнедеятельности для алтайской популяции гаммарид требуют некоторой корректировки, принимая во внимание, что они больше относятся к европейским популяциям рачка. Прежде всего важен фактор солености среды, в границах которой обитает гаммарус. Анализ общей минерализации и ионного состава воды гаммарусовых озер показал, что наибольшая численность рачка наблюдается при солености 2,0—4,5 г/л, он постепенно вырождается в озерах с соленостью менее 0,3 и более 7,0 г/л. Между тем не исключаются возможности обитания рачка в условиях минерализации до уровня 15 г/л, и даже при ее значении 10 г/л в отдельных случаях сохраняются условия формирования биомассы в промысловых масштабах (оз. Коростелевское, 1997 г.). Тем не менее повышение общей минерализации сверх оптимума на длительные сроки действует угнетающе на воспроизвод-

ство рачка, что постепенно приводит к его исчезновению даже из весьма продуктивных водоемов [Новоселов, 1997].

Отмечена роль иона Са для жизнедеятельности гаммаруса, особенно для предличиночного состояния рачка [Ялынская, 1970]. Содержание Са в равнинных озерах края значительно превосходит требуемый минимум в 1,8 мг/л, и считать содержание Са лимитирующим фактором численности рачка нет основания.

Уровень акклиматизации гаммаруса к недостатку растворенного кислорода высок, при снижении его содержания менее 2 мг/л рачок скапливается под поверхностью льда и благополучно переносит кратковременное снижение кислорода до 1,1 мг/л. Локальные заморные явления вызывают снижение численности зимующей популяции, что впоследствии сказывается на промысловых заготовках. И только продолжительный (до 2—3 мес) дефицит в воде кислорода приводит к почти полной его гибели.

В озерах со сравнительно благоприятным зимним кислородным режимом копуляция рачков наблюдается подо льдом (оз. Бол. Горькое, 13.02.1992 г., содержание кислорода по станциям — от 0,32 до 2,41 мг/л, температура воды 1—2 °С). Целесообразно подчеркнуть высокий уровень толерантности гаммаруса к активной реакции среды обитания. В летний период рН воды в пределах 9,06—9,63 не является фактором, лимитирующим его численность и биомассу, хотя в таких условиях наблюдается сравнительно быстрое поражение жаберного и кожного эпителия карася (оз. Коростелевское).

Нельзя полностью согласиться, что гаммарус — донное ракообразное. В условиях постоянного дефицита растворенного кислорода и загруженности илов сероводородом *Gammarus lacustris* избегает придонные слои. Чаше встречается в прибрежной зоне, около зарослей водной растительности и только частично осваивает дно озер, заросшее рдестами, урутью, роголистником. В условиях края гаммарус предпочитает озера с умеренной зарастаемостью макрофитами, в пределах 25—35 %, в озерах займищного типа численность рачка обычно невысокая.

Гаммарус в озерах юга Западной Сибири в течение года имеет одну генерацию с растянутым периодом размножения и,

как правило, два помета, однако в последнем участвуют не все самки. Интенсивное спаривание рачков начинается сразу же после вскрытия озер, появление молоди отмечено в конце мая — I декаде июня; массовое отмирание рачков зарегистрировано 10—18 июля (оз. Бол. Утичьё, 1986 г.). Для эмбионального развития рачка необходимо 250—280 градусо-дней, а достижение половозрелости наступает через 2000—2200 градусо-дня. Равнинная территория края по температурному режиму вполне благоприятна для развития гаммаруса.

К началу зимнего периода основная масса молоди рачков достигает дефинитивных размеров и вся популяция становится относительно однородной по размерам и массе (табл. 48). В оз. Бол. Утичьё ее основу (60,0—73,7 % от общей численности) составляют особи длиной 11,5—14,5 мм и массой 25—55 мг. В других исследованных озерах размерно-весовой состав гаммаруса по осенне-зимним сборам аналогичен: в оз. Беленькое при средней длине рачков 14,6 мм размерная группа 12—16 мм составляла 61,7 %; в оз. Песчаное при средней длине 14,3 мм — 64,4 %.

Средний размер рачков из пяти алтайских озер по зимним пробам колебался по массе в пределах 35,6—53,6 мг и по длине — 12,9—14,6 мм; по летним наблюдениям в I—II дека-

Таблица 48

Размерно-весовая характеристика популяции гаммаруса  
(оз. Бол. Утичьё, 20.03.1986 г.)

Длина, мм	Размерный состав		Весовой состав		
	Количество в пробах		Масса, мг	Количество в пробах	
	шт.	%		шт.	%
9,5	15	4,1	< 25,0	61	16,5
9,6—10,5	42	11,6	25,1—35,0	106	28,2
10,6—11,5	41	10,8	35,1—45,0	94	25,2
11,6—12,5	102	27,5	45,1—55,0	76	20,4
12,6—13,5	85	22,5	55,1—65,0	25	6,8
13,6—14,5	55	14,7	65,1—75,0	11	2,9
14,6—15,5	26	6,9	—	—	—
> 15,6	7	1,9	—	—	—
Итого...	373	100,0		373	100,0



дах июля в озерах, в которых проводилась заготовка рачка, в пробах зафиксирована в основном молодь с весовыми и линейными характеристиками соответственно 7,0—14,0 мг и 7,9—10,9 мм (табл. 49).

Принимая отношение максимального и минимального значений линейного роста ( $L_{max}/L_{min}$ ) как показатель соматического роста ракообразных [Хмелева, 1988], можно оценить условия обитания и состояние конкретной популяции гаммаруса. По мнению Н.Н. Хмелевой, высокие значения  $L_{max}/L_{min}$  свидетельствуют об активном росте рачков и благоприятных условиях обитания популяции; низкие — о прекращении или замедлении роста вследствие ухудшения условий обитания.

По нашим данным, для гаммаруса в озерах Алтайского края  $L_{max}/L_{min}$  по зимним наблюдениям колеблется в пределах 1,59—2,00, по летним — 2,15—3,42, и не укладывается полностью в разброс этого признака (1,4—3,0) для вида *Gammarus lacustris*, определенного Н.Н. Хмелевой.

Максимальное отношение  $L_{max}/L_{min}$  отмечено зимой у популяции рачка в оз. Бол. Горькое при одновременном мини-

Таблица 49

Сравнительные размерно-весовые характеристики популяции гаммаруса в озерах Алтайского края

Озеро	Длина, мм		Масса, мг		$\frac{L_{max}}{L_{min}}$
	средняя	колебания	средняя	колебания	
Зимние наблюдения					
Бол. Горькое	12,20	9,0—18,0	39,19	15—105	2,00
Мал. Горькое	14,12	11,0—17,5	53,57	22—80	1,59
Песьяное	14,30	9,0—16,5	35,60	12—46	1,83
Беленькое	14,60	11,0—19,0	51,70	20—77	1,73
Бол. Утичье	12,90	9,5—16,3	37,87	16—73	1,72
Летние наблюдения					
Коростелевское	9,00	6,1—17,2	8,50	5—12	2,82
Круглое	10,90	6,2—17,9	9,50	5—12	2,89
Песьяное	10,80	5,2—17,8	7,00	5—9	3,42
Кривое	7,90	5,4—11,6	9,70	5—12	2,15
Беленькое	8,60	5,0—14,0	14,00	5—20	2,80

мальном значении наблюдаемой средней длины и массы. Аналогично максимальное летнее значение  $L_{max}/L_{min}$  у гаммаруса в оз. Песьяное было характерно при минимальных средних показателях длины и массы (см. табл. 49). Видимо, для гаммаруса в алтайских озерах сравнение крайних показателей роста не всегда может служить характеристикой условий обитания и оценкой состояния гаммарид в разнотипных озерах. Скорее всего они характеризуют лишь конкретную популяцию рачка в данных условиях среды.

При благоприятном кислородном режиме в условиях равнинных озер популяция гаммаруса продолжает наращивать свою биомассу в зимний и особенно в весенний периоды. За пять зимних месяцев 1991/92 г. средняя масса рачков в оз. Бол. Горькое выросла с 39,2 до 41,3 мг, длина — с 12,2 до 13,7 мм; в оз. Мал. Горькое соответственно масса — с 53,6 до 55,1 мг и длина — с 14,1 до 14,6 мм (табл. 50). Более заметен прирост массы и длины рачков весной, при этом увеличивается и наблюдаемая биомасса. Важно подчеркнуть, что приводимые значения биомассы и численности гаммаруса в озерах края являются остаточными, так как гидробиологические наблюдения за гаммаридами были приурочены к водоемам с организованным многолетним промыслом. По данным А.Г. Чигвинцева [1991], в оз. Утичье Курганской области биомасса гаммарид вследствие промыслового изъятия части популяции колебалась: март — 60,0 г/м<sup>2</sup>; июнь — 26,1; июль — 19,4 и август — 27,1 г/м<sup>2</sup>. Для популяции рачка в равнинных озерах характерны колебания численности и биомассы вследствие неустойчивости абиотической и биотической среды обитания (табл. 51). Высокая адап-

Таблица 50

Показатели роста и продуктивности популяции гаммарид Волчихинских озер

Дата	оз. Бол. Горькое			оз. Мал. Горькое		
	Q	L	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	Q	L	Биомасса, г/м <sup>3</sup>
10.91	39,2	12,2	5,66	53,6	14,1	4,17
02.92	41,3	13,7	6,23	55,1	14,6	5,09
05.92	49,8	13,9	14,93	65,3	15,1	6,02

Примечание. Q — средняя масса, мг; L — средняя длина, мм.

Таблица 51

Наблюдаемые численность и биомасса гаммаруса в некоторых озерах Алтайского края

Озеро	Дата	Численность, шт/м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>
Бол. Горькое	07.90	140	4,90
	10.91	126	5,66
	05.92	148	7,46
Мал. Горькое	07.90	53	2,10
	10.91	78	4,17
	05.92	67	6,02
Песьяное	04.90	397	14,30
	05.91	100	3,63
Коростелевское	04.90	166	5,35
	05.91	572	18,32
Круглое	04.90	10	0,25
	05.91	933	28,10
Беленькое	04.90	326	11,40

тационная приспособляемость и репродуктивная способность гаммарид позволяют сравнительно быстро восстанавливать и наращивать численность в соответствии со складывающимися условиями обитания. Весной 1990 г. в оз. Круглое наблюдаемая численность и биомасса рачка была рекордно минимальной вследствие частичной гибели популяции в условиях зимнего дефицита в воде кислорода; через год численность рачка полностью восстановилась.

Средняя биомасса рачка в алтайских озерах в период начавшейся депрессии его численности за 1990—1992 гг. составила 9,28 г/м<sup>2</sup>, в том числе в 1990 г. — 7,61 и в 1991 г. — 11,87 г/м<sup>2</sup>. В последующие годы спад численности рачка продолжился, что привело к остановке его промысла на большинстве озер. В то же время до наступления депрессии уровней в 16 наиболее продуктивных гаммаридных озерах края биомасса рачка колебалась в пределах 19,7—378,0 г/м<sup>2</sup> [Новоселов, Левченко, 1990]. Важно подчеркнуть, что высокие значения биомассы и численности гаммаруса были характерны для водоемов с интенсивным притоком органических веществ с водосборной территории (Бол. Утичь, Булатово, Коростелевское, Круглое, Лебяжье, Горькое). Намечившееся с 1996 г. восстановление ресурса рачка позволило организовать его промысел на двух озерах края: Коростелевское в Рубцовском районе и Плотаво — в Баевском. Наблюдаемая биомасса гаммаруса в оз. Коростелевское составила в 1997 г. 49,8 г/м<sup>3</sup>.

С.С. Фолитарек [1984] за потенциальную возможность получения биопродукции рачка в озерах Новосибирской области принимает среднюю расчетную его биомассу 0,5 т/га, или

50 г/м<sup>2</sup>. Прогнозное обеспечение подобного типа биоресурса, по Е. Одуму — r-стратега, способствует сохранению естественного воспроизводства ресурса при наличии маточного стада, составляющего не менее 30 % исходной его численности в озере. Несмотря на сравнительно быстрое восстановление биомассы гаммаридами при оптимальных условиях, требуется 2—3-годовой цикл формирования стабильного промыслового запаса. Поэтому в прогнозных исследованиях сырьевых ресурсов гаммаруса в озерах края предлагается средняя предварительная расчетная биомасса порядка 0,1—0,15 т/га; безусловно, при исследованиях конкретных промысловых озер норматив расчетной биомассы может быть уточнен.

В начале 90-х годов на некоторых озерах Волчихинского района проводилась опытная интродукция гаммаруса: летом 1991 г. в оз. Черняжье было перевезено около 1 т живых рачков (плотность посадки 2 млн шт/га, или 20 рачков на 1 м<sup>2</sup>). На следующий год рачок был перевезен в оз. Угловое в количестве 1,2 т (плотность посадки 4 кг/га, или 10 рачков на 1 м<sup>2</sup>). Данные по итогам интродукции гаммаруса в настоящее время отсутствуют.

В Алтайском крае промысел гаммаруса начинается сразу после распада льда. Принцип заготовки основан на особенности рачков садиться на погруженные в воду предметы. Для этого использовались бывшие в употреблении сетные полотна неводов и рыболовные сети, которые оказываются наиболее привлекательными для гаммаруса. Сетные порядки длиной до 3 км выставляются в удобных для промысла местах (свободных от макрофитов, с глубинами не менее 1 м) в направлении "розы ветров". Активный съем с сетей гаммаруса проводится через 1—2 ч, за сутки должно быть не менее 7—8 проверок. За один осмотр заготовитель способен добыть до 600—1000 кг живого рачка [Новоселов, Левченко, 1990]. Учитывая биологические особенности рачка в равнинных водоемах края, целесообразно прекращать его промысел с наступлением осеннего сезона. Наблюдениями, проведенными в конце лета 1997 г. в оз. Коростелевское, установлено, что в конце заготовительного сезона популяция гаммаруса состояла почти исключительно из особей с длиной тела 4,5—14,5 мм первого помета текущего года (табл. 52).

Т а б л и ц а 52

Показатели роста и продуктивности популяции гаммаруса  
в оз. Коростелевское

Длина, мм		Количество в пробах, %	Масса, г		Количество в пробах, %
средняя	колебания		средняя	колебания	
8,4	4,5—9,5	66	14,4	1,2—24,4	83
10,1	9,7—10,5	15	30,2	26,4—34,7	13
11,0	10,8—11,5	9	40,0	—	0
12,2	12,0—12,5	5	50,0	—	0
13,1	12,7—13,5	2	57,2	57,0—57,5	2
14,3	14,0—14,5	3	71,7	69,4—74,0	2

## 6.2. Особенности биологии рачка *Artemia salina* в условиях соляных озер

О статусе рода *Artemia*. Ранее нами отмечено, что в соляных озерах юга Западной Сибири обитает один вид рода *Artemia* с четырьмя варитетами [Соловов, Студеникина, 1990]. Однако на Первом международном симпозиуме по артемии (Corpus Christi, TX-USA, август 1979 г.) видовой статус *Artemia salina* L., 1758 подвергся ревизии — шесть бисексуальных географических рас рачка, состоящих из самцов и самок, получили статус самостоятельных видов: *A. salina* (Великобритания), *A. tunisiana* (Европа), *A. franciscana* (Америка), *A. persimilis* (Аргентина), *A. urmiana* (Иран) и *A. monica* (озеро Моно, США) [Bowen et al., 1978].

Партеногенетические популяции артемии Европы и Азии условно обозначены как *A. parthenogenetica*. Кроме того, если популяцию нельзя идентифицировать (используя пробу на перекрестное размножение с известным видом), для ее обозначения рекомендовано использовать только родовой статус *Artemia* sp. (Pilla and Bearlmore, 1994).

Для озер юга Западной Сибири предложенная выше таксономическая схема построения рода *Artemia*, как нам кажется, неприемлема, так как "чистых" партеногенетических популяций в разнообразных по солевому составу озерах региона с неустойчивым гидрологическим режимом не обнаружено. Изменение общей минерализации воды и главным образом ее

солевого состава определяет как морфологические особенности строения артемии, так и тип ее репродукции, соотношение полов, временное исчезновение самцов. Соотношение самок и самцов в 10 исследованных в 1996—1997 гг. озерах колебалось от 1 : 0 (оз. Бура) до 1 : 1,5 (оз. Петухово). С нашей точки зрения, необъясним факт явного превосходства самцов в соле-промышленном оз. Бурсоль, в котором соотношение самок и самцов в июле 1996 г. составляло 1 : 6 (сообщение З.И. Новоселовой).

Фактически "островная" изоляция артемии в озерах обширного региона благоприятствует процессу образования новых таксонов, и следует принимать во внимание, когда "местные силы естественного отбора очень велики, и они могут преодолеть нивелирующее влияние полового размножения" [Бигон и др., 1989, с. 48]. При этом отдельные популяции чаще остаются частями одного и того же вида, внутри которого возникают специализированные локальные расы.

Признавая необходимость проведения генетической дифференциации артемии в озерах юга Западной Сибири, считаем целесообразным временно отнести все ее популяции, обладающие смешанным типом размножения, к полиморфному виду *Artemia sibirica*, сохранив морфологическую и биотическую обособленности четырех ее варитетов на уровне экологических форм [Смирнов, 1966; Студеникина, 1986]. Заметного разрыва — хиатуса (*hyatus*) — в количественном выражении морфологических признаков у наблюдаемых рас артемии в озерах Сибири не отмечено, и нет оснований для придания им подвидового статуса.

Основной морфообразующий фактор для артемии — концентрация солей: увеличение или уменьшение минерализации обуславливают переход варитета в другую экологическую морфу. Принимая варитет *A. s. arietina* Fischer за наиболее распространенный в условиях Западной Сибири, схему их взаимного перехода при изменении солености среды можно показать так:

При увеличении минерализации →  
 var. *principalis* → var. *arietina* → var. *milhausenii* → var. *koppiana*  
 ← При снижении минерализации

Но морфологическое разнообразие варитетов артемии в озерах юга Сибири, соотношение частей тела и вооружение рачков придатками обусловлены не только изменением общей минерализации, но и солевым составом воды, особенно соотношением ионов-антагонистов. Согласно Кроган [Croghan, 1958], для выживания артемии необходимо, чтобы отношение в воде натрия к калию было не менее 1 : 10. Ниже показана динамика наиболее стабильного таксономического признака — отношение длины цефалоторакса (С) к длине абдомена (А) в соляных озерах с различным относительным содержанием натрия и калия:

Водоемы	Na <sup>+</sup> : K <sup>+</sup>	С : А
Озера Крыма	48,16	0,76
Озера Алтая	34,45	0,82
Озера Прибалхашья	5,27	1,41

При одинаковой общей минерализации воды (160—180 ‰) из 22 сравниваемых пластических признаков популяция артемии из оз. Бол. Яровое достоверно отличается от популяции озер Прибалхашья по 20, а из более удаленных озер Крыма — только по 14 [Соловов, Студеникина, 1990].

**Динамика численных характеристик.** Многолетние колебания наблюдаемой биомассы летней генерации рачка в озерах юга Западной Сибири описываются амплитудой 1,43—310,00 г/м<sup>3</sup>. Прослеживается тенденция снижения численных показателей артемии всех генераций с увеличением глубин и площади озер. В самом крупном в России артемиевом озере Кулундинском биомасса колебалась на низком пределе — 2,33—9,05 г/м<sup>3</sup>; на озерах меньшей площади биомасса рачка значительно выше: Куричье — 5,70—66,33 г/м<sup>3</sup>; Бол. Яровое — 5,33—38,2; Соленое — 21,10—60,49; Иодное — 23,27—245,70 г/м<sup>3</sup>. Вариабельность наблюдаемых численных показателей по категориям озер изменяется в обратном порядке, наибольшие ее колебания характерны для малых по площади озер. Направленность в темпе изменчивости численных характеристик артемии довольно определена: весенний "всплеск" молодежи при вылуплении из зимних яиц и тенденция их снижения в другие месяцы

вегетационного периода [Студеникина, 1985]. Численность половозрелых самок увеличивается постепенно, ее максимум достигается в конце июля, снижается более высокими темпами к осени (среднесуточный прирост, экз/сут):

Стадия	IV	V	VII	VIII	IX
Науплии	+2133	-1528	-289	-40	
Ювенильные	+1575	-1189	-268	-10	
Самки	—	+130	+816	-707	

Численность и биомасса диапаузирующих яиц увеличиваются с ростом минерализации воды, достигая максимальных значений при содержании солей в пределах 180—200 ‰. Это достигается большей плодовитостью самок артемии и половым составом, который представлен в основном партеногенетическими поколениями.

**Распределение по акватории.** Для всех возрастных групп рачка характерна агрегированность распределения по акватории, которая во времени нестабильна и чаще подчиняется гидрометеоусловиям, но должна учитываться при прогнозных исследованиях. В периоды максимального развития летне-осенних генераций рачка в 1995 г. в самом глубоководном артемиевом оз. Бол. Яровое отмечено сосредоточение всех возрастных групп в открытой части акватории. В центральной части озера на расстоянии 3,5—5,0 км от северо-восточного берега наблюдалось относительно стабильное распределение всех трех возрастных групп, которое повторялось и по вертикальному разрезу (рис. 8). В целом горизонтальное распределение рачков было несколько асимметрично, при условном принятии ст. 5 за центральную часть рассматриваемого разреза, общая численность возрастных групп на отрезке ст. 1—ст. 4 составляла 29,66 %, ст. 6—ст. 9 — 51,58 % (табл. 53), агрегированность артемии четко склонялась к юго-восточному берегу.

В вертикальных разрезах, как правило, все возрастные группы предпочитали приповерхностный слой 0—2,0 м, что особенно характерно для станций отбора проб в центральной части озера. Поверхностный слой прибрежных станций включал только две младшие возрастные группы: ст. 1 — на-

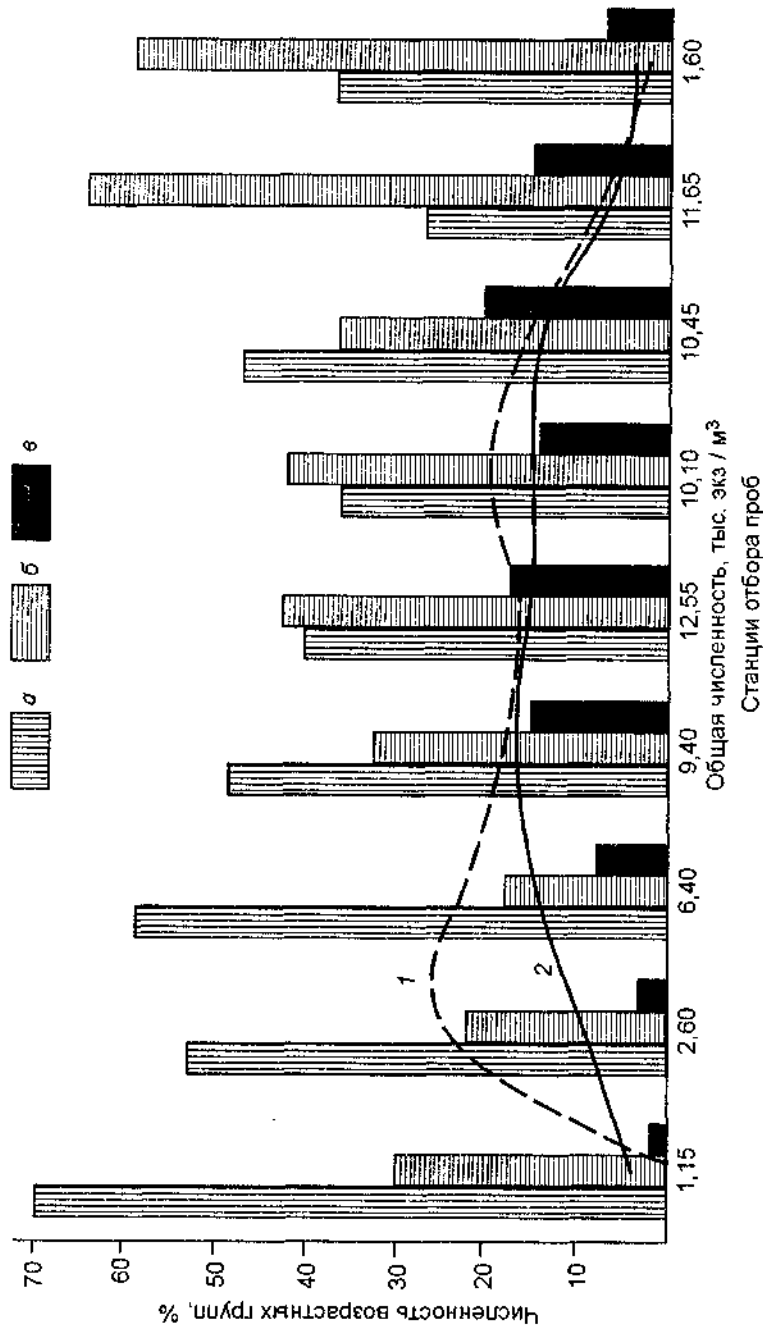


Рис. 8. Распределение артемии по акватории оз. Бол. Яровое, 1995 г.  
 а — науплии; б — ювенильные; г — взрослые. Горизонтальное распределение численности: / — науплии; 2 — ювенильные

Таблица 53

Распределение артемии по горизонтальному разрезу оз. Бол. Яровое,  
 % численности возрастных групп

Возрастная группа	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7	Ст. 8	Ст. 9
Науплии	1,3	2,1	4,3	11,4	19,9	15,8	14,2	27,6	3,5
Ювенильные	2,8	4,9	13,4	16,3	18,1	13,3	17,6	11,5	2,1
Половозрелые	--	6,1	13,6	16,4	19,5	19,7	15,4	8,7	0,5
Численность по станциям:									
тыс. шт.	1,15	2,60	6,39	9,42	12,56	10,11	10,44	11,65	1,60
%	1,74	3,94	9,69	14,29	19,06	15,34	15,84	11,67	2,43

уплии — 30,4 % и ювенильные — 69,6 %; на ст. 9 — соответственно 59,4 и 37,5 %. Половозрелые рачки прибрежную зону избегали (табл. 54). В двух других слоях вертикальных разрезов (2—4 и 4—6 м) относительное содержание науплий снижается в 3—4 раза, исключение составляет ст. 7, на которой максимальная их численность была отмечена в слое 2—4 м. На четырех станциях в нижних слоях науплии отсутствовали

Таблица 54

Вертикальное (послойное) распределение артемии (оз. Бол. Яровое, 1995 г.),  
 % от общей численности по вертикальному разрезу

Глубина слоя, м	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7	Ст. 8	Ст. 9
Науплии									
0—2	30,4	15,4	6,3	16,5	21,5	28,6	9,1	32,2	59,4
2—4	--	6,7	6,1	11,0	13,5	9,0	23,9	32,2	--
4—6	--	--	6,0	5,4	8,0	4,9	3,8	--	--
Ювенильные									
0—2	69,6	25,0	24,3	24,2	23,9	17,7	30,7	14,2	37,5
2—4	--	27,9	19,7	16,5	8,8	9,8	11,0	13,5	--
4—6	--	--	15,0	8,0	7,9	9,4	5,7	--	--
Половозрелые									
0—2	--	5,8	7,8	8,5	8,8	13,8	9,8	3,9	3,1
2—4	--	19,2	7,6	5,0	6,2	4,6	4,6	4,1	--
4—6	--	--	7,2	5,0	1,6	2,2	1,3	--	--

полностью. В вертикальном распределении неполовозрелые рачки в основном повторяли агрегированность науплий и не регистрировались в нижнем слое на трех станциях. Половозрелые рачки по вертикали распределялись более равномерно, но тенденция их концентрации в приповерхностном слое сохранялась.

На девяти станциях горизонтального разреза, удаленных друг от друга в пределах 1 км, общая биомасса рачка составляла следующий ряд: 0,44—4,32—10,51—11,50—15,12—12,77—9,90—7,91—0,80 г/м<sup>3</sup>. Последующие наблюдения за распределением артемии по акватории оз. Бол. Яровое подтвердили агрегированность ее скоплений. Вертикальные разрезы, выполненные на двух станциях прибрежной зоны (ст. 1 — 600 м от берега, ст. 2 — 1500 м) в течение вегетационного периода 1996 и 1997 гг., подтвердили значительную вариабельность распределения науплий в поверхностном слое (табл. 55). Колебания численности яиц незначительны, только в 1996 г. на прибрежной станции отбора проб их численность превышала в 30—50 раз соответствующие данные других мест наблюдений.

**Роль в самоочищении воды.** Фильтрационная способность артемии и ее роль в самоочищении воды определены по

Таблица 55

Вертикальный разрез агрегированности артемии в прибрежной зоне оз. Бол. Яровое

Возрастная группа	Ст. 1				Ст. 2			
	1996 г.		1997 г.		1996 г.		1997 г.	
	экз/м <sup>3</sup>	%	экз/м <sup>3</sup>	%	экз/м <sup>3</sup>	%	экз/м <sup>3</sup>	%
Глубина слоя 0—2,0 м								
Науплии	2500	66,0	100	12,5	1000	52,6	625	26,9
Ювенильные	—	—	700	87,5	300	15,8	875	37,6
Половозрелые	1300	34,0	—	—	600	31,6	825	35,5
Яйца	1 580 000		50 000		30 000		17 500	
Глубина слоя 0—4,0 м								
Науплии	—	—	700	12,4	575	22,1	625	26,9
Ювенильные	—	—	3450	61,1	1375	52,9	875	37,6
Половозрелые	—	—	1500	26,5	650	25,0	825	35,5
Яйца	—	—	14 000		38 000		17 500	

размеру потребляемого рациона пищи, который зависит от массы рачка. Для оценки фильтрационной способности артемии в конкретных условиях двух озер (Бол. Яровое, 1992 г.; Кучукское, 1993 г.) использована зависимость рациона от скорости фильтрации и концентрации пищи. Скорость питания (рацион), скорость фильтрации и средняя концентрация пищи в озере связаны между собой простой зависимостью [Гутельмахер, Алимов, 1979]

$$C = F \times g, \text{ или } F = C/g, \quad (6.2.1)$$

где  $C$  — рацион, мг/(особь·сут);  $F$  — скорость фильтрации, мл/(особь·сут);  $g$  — средняя концентрация пищи, мг/мл.

Скорость фильтрации определяют как объем воды, который при данной концентрации пищи облавливается (осветляется) рачками в единицу времени; скорость питания, или рацион, — это количество потребленной пищи в единицу времени.

Для *Artemia* Л.М. Сушеня [1972] определяет зависимость рациона от массы на основании связи обмена и массы:

$$C = 0,082 \times W^{0,702} \quad (6.2.2)$$

или для расчета суточного рациона:

$$C = 0,082 \times 10^{-3} \times 4,86 \times 24 \times W^{0,702}, \quad (6.2.3)$$

где  $C$  — интенсивность обмена, или рацион, особи, ккал/сут; 4,86 — оксикалорийный коэффициент, ккал/мл;  $W$  — масса живой особи, мг.

Ниже показана фильтрационная способность популяции артемии в ультрагалинных озерах Алтайского края — Кучукское и Бол. Яровое (общая минерализация в пределах 160—200 ‰). Рационы питания в обоих случаях показаны только для двух возрастных групп: взрослых и ювенильных рачков длиной 6—7 мм на последней стадии развития. Этот прием позволит также избежать переоценки роли артемии в самоочищении воды и поддержании благоприятного экологического состояния озера.

Средняя масса рачков в озерах определена по методу С.Н. Уломского и составила 4,2 мг для половозрелых рачков в обоих озерах, а также 2,8 и 1,6 мг для ювенильных рачков

соответственно в озерах Бол. Яровое и Кучукское. Суточные рационы составляют для половозрелых рачков 0,026 ккал/особь и ювенильных — соответственно 0,019 и 0,011 ккал/особь. Для перехода от энергетических единиц к их вещественному выражению использованы общепринятые показатели калорийности сырой массы кормовых организмов, входящих в спектр питания артемии: фитопланктона — 0,8 ккал/г, сестона — 0,5 ккал/г.

Усвояемость пищи у артемии остается постоянной — на уровне 70 % потребленного фитопланктона и 50 % сестона [Печень-Финенко, 1979]. В составе пищи рачков фитопланктон в среднем составляет в оз. Бол. Яровое — 65 %, в Кучукском — 25 %; сестон соответственно — 35 и 75 %.

Среднесуточные рационы рачков, находящихся в условном объеме 1 м<sup>3</sup> оз. Бол. Яровое, по трем датам наблюдений в энергетическом эквиваленте колебались от 8,92 до 41,96 ккал (табл. 56); максимальный рацион требовался в период интенсивного развития популяции.

Средняя концентрация пищи артемии включает чистую продукцию фитопланктона; взвешенное органическое вещество (ВОВ), определенное по перманганатной окисляемости [Китаев, 1984]; продукцию бактериопланктона, условно принятую за 30 % от деструкции органического вещества соответствующей экосистемы. В обоих озерах основу пищи составлял сестон (табл. 57). В энергетическом выражении средняя концентрация

Таблица 56

Скорость питания (рационы) артемии в алтайских озерах						
Дата	Средняя численность, экз/м <sup>3</sup>		Рационы, ккал/м <sup>3</sup>		Суммарный рацион	
	Ювениль-ные	Взрослые	Ювениль-ные	Взрослые	ккал/м <sup>3</sup>	г/м <sup>3</sup>
оз. Бол. Яровое						
17.06	500	100	9,85	2,62	12,47	29,00
11.09	800	1000	15,76	26,20	41,96	97,63
09.10	200	190	3,94	4,98	8,92	17,15
оз. Кучукское						
16,08	180	640	3,55	16,76	20,31	37,89

Примечание. Суммарный рацион приведен с учетом переваримости корма.

Таблица 57

Дата	Концентрация потенциальной пищи артемии в алтайских озерах				В сырой массе, г/м <sup>3</sup>
	Концентрация пищи, мг С/(м <sup>2</sup> ·сут)				
	Фитопланк-тон	Бактерио-планктон	Сестон	Всего	
оз. Бол. Яровое					
16.06	645	294	7418	8357	97,62
11.09	138	229	15 847	16 214	189,39
09.10	30	10	2162	2202	25,72
оз. Кучукское					
	1570	591	13 130	15 291	178,61

пищи в оз. Бол. Яровое по датам наблюдений колебалась от 24,6 до 181,6 ккал/м<sup>3</sup>, в оз. Кучукское она составляла 171,3 ккал/м<sup>3</sup>.

При приведенных выше значениях концентрации пищи и потребляемого рациона скорость фильтрации своей "жизненной зоны" рачками, находящимися в условном кубометре, составляет от 0,212 (оз. Кучукское) до 0,666 м<sup>3</sup>/сут (оз. Бол. Яровое, сентябрь). Каждым рачком в оз. Кучукское в среднем фильтровалось 269 мл воды, в оз. Бол. Яровое на две даты (июнь и сентябрь) необходимый рацион достигался фильтрацией соответственно 495 и 286 мл озерной воды. В начале октября при ухудшении кормовых условий для достижения рациона рачок должен фильтровать 1707 мл.

Значение популяции рачка в процессе самоочищения воды озера может быть определено как функция их численности и состояния кормовой базы (с учетом органического загрязнения акватории) на дату проведения исследований.

**Оценка сырьевой базы.** Ареал артемии в Западной Сибири приурочен к аридной зоне степи и в меньшей степени — к лесостепи, с севера он ограничен линией Барабинск — Тюкалинск — Ишим — Шадринск.

Общая акватория артемиевых озер по незаконченному их кадастру составляет около 2 тыс. км<sup>2</sup> и находится в интегральной зависимости от условий водности [Студеникина, 1984, 1990].

С учетом среднемноголетних численных показателей биомассы рачка в озерах различной площади и значения  $P/B$ -коэффициента общая биомасса артемии составляет 82 тыс. т, промысловый запас — 40—50 тыс. т. Общий запас диапазирующих яиц в озерах региона оценивается на уровне 6—7 тыс. т, промысловый с учетом 40%-й квоты изъятия может составить более 2 тыс. т. Однако значительная часть промыслового запаса может быть использована только после проведения мелиоративных работ и отработки биотехнологии заготовки применительно к конкретным условиям водоема. Первоочередным объектом расширения зоны заготовки яиц артемии должно стать оз. Кулундинское — самый крупный артемиевый водоем России.

### 6.3. Хозяйственное значение и биохимический состав кормовых гидробионтов

Дефицит белков в кормах в известной мере сдерживает производство продуктов животноводства. Среди разнообразных направлений ликвидации белкового дефицита перспективно использование нетрадиционных его источников, в том числе биокормов водного происхождения.

Один из путей получения биокормов — отлов низших ракообразных из естественных водоемов. В этих организмах содержится от 55,0 до 68,7 % сырого протеина (в пересчете на сухое вещество), от 4,1 до 7,50 % жира [Богатова, 1973]. Калорийность сухого вещества низших рачков колеблется от 4,72 до 5,21 ккал/г (табл. 58). В теле дафний вдвое больше незаменимых аминокислот — аргинина, метионина, триптофана — и значительно больше витаминов А, В и В<sub>1</sub>, чем в теле червей энхитреид, разводимых в искусственных условиях [Маликова, 1956].

Роль жаброного рачка артемии в качестве белкового стартового корма и белковых добавок в комбинированные корма наиболее перспективна, за рубежом ее справедливо называют живым кормом № 1 для подращивания личинок рыб и ракообразных [Кренке, 1981]. Особую значимость артемии как кормового объекта Л.В. Спекторова [1990] определяет:

Таблица 58

Некоторые биохимические показатели зоопланктона

Вид	Влага, %	Про- теин	Жир	Угле- воды	Зола	Калорий- ность сухого вещества, ккал/г
<i>Daphnia magna</i>	90,2	55,5	6,5	22,4	15,6	4,72
<i>Moina macrocopa</i>	95,1	57,5	4,1	27,2	11,2	4,81
<i>M. rectirostris</i>	93,0	57,4	6,3	25,0	11,3	4,85
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	92,5	57,3	6,9	23,5	12,3	4,88
<i>Chydorus sphaericus</i>	87,6	68,7	7,5	15,4	8,4	5,21

— уникальными адаптационными возможностями вида, позволяющими рачкам существовать в широком диапазоне солености и обладать высоким темпом роста, за 2 нед выращивания рачки увеличивают сухую массу в 500 раз, используя 50 % потребленной пищи на прирост;

— неселективным непрерывным питанием и возможностью культивирования на различных дешевых кормах и отходах (птичий помет, различные отруби, пивные дрожжи);

— мелкими размерами науплий (0,3—0,5 мм) с мягким наружным скелетом и медленным плаванием, что позволяет использовать их в виде стартового корма в самые первые часы жизни многих личинок рыб (даже с малым раскрытием рта) и ракообразных;

— возможностью находиться в виде инертного продукта — яиц в диапаузе, которые могут быть собраны в промышленных масштабах и способны сохранять жизненные функции годами в сухом виде, из которых в течение 1—2 сут инкубации в любое время года могут быть получены свободноплавающие науплии;

— содержанием в теле рачков репродуктивных гормонов, стимулирующих созревание организмов, потребителей артемии, а также незаменимых аминокислот, витаминов, каротиноидов.

Биохимический состав гидробионтов, изготавливаемых из них кормов зависит от видовой принадлежности, водоема и срока заготовки, методов технологической переработки. Обычно химический состав и хозяйственная ценность биокорма



определяется содержанием в нем общего белка или сырого протеина, углеводов, липидов (жиров) и золы. Анализ биохимического состава двух главных объектов заготовки — рачков артемия, гаммарус и некоторых видов производимых из них кормов (табл. 59) показал, что у нативных тканей артемии он заметно изменяется с возрастом: наиболее ценным биокормом признаны 2-суточные науплии, у которых содержание сырого протеина и жиров максимальное.

Для обеспечения интенсивного роста большинства выращиваемых рыб доля белка в кормах должна составлять 35—45 %, и в аминокислотном составе соотношение лизина и аргинина (лизино-аргининовый коэффициент — ЛАК) должно быть в пределах 0,8—1,2 [Остроумова, 1981].

В аминокислотном составе стартовых кормов из яиц артемии зафиксировано наличие особо важных незаменимых

Таблица 59

Биохимический состав артемии и гаммаруса и производимых из них кормов (средние данные по озерам Алтайского края)

Вид корма	Полная влага, %	Сырой протеин	Общие липиды	Углеводы, клетчатка	Зола
Нативные ткани:					
рачка артемии*	85,20	45,60	13,55	22,30	16,45
яйца*	10,59	60,49	7,26	12,36	16,66
науплии 2 сут*	89,58	62,28	17,18	—	11,32
науплии 15 сут*	82,58	57,40	8,05	—	19,69
рачка гаммаруса**	85,50	55,00	8,18	—	25,80
Биокорма:					
сухие яйца*	9,62	45,76	0,42	10,91	9,01
сухие науплии*	7,01	55,32	0,98	2,62	10,30
декапсулированные яйца***	9,15	49,99	0,65	6,11	33,04
сухой гаммарус**	9,82	45,39	11,17	8,44	—
сухой гаммарус***	9,40	59,40	5,60	—	25,50

\*Данные К.А. Алтуфьевой и Е.А. Оглезневой [1984].

\*\*Данные А.С. Зыбина, 1958 г.

\*\*\*Данные СибНИИПТЖ, 1988 г.

Таблица 60

Потребности в незаменимых аминокислотах для выращивания рыб и их содержание в некоторых гидробионтах, % к протеину

Аминокислота	Рекомендуемое содержание в корме для		Артемия		Гаммариды	Дафнии
	лососей	форели	по Ивлевой, 1969	данные СибрыбНИИпроекта, 1982 г.	по Ивлевой, 1969	
Лизин	5,2	6,0	6,1	7,7	—	—
Метионин	4,0	2,5	0,9	1,8	0,6—1,6	3,4
Триптофан	0,5	1,0	1,0	—	1,7—2,9	3,7
Аргинин	6,2	6,0	5,0	3,1	4,8—8,7	10,9
Гистидин	1,7	2,5	1,3	1,4	1,7—3,4	2,7
Лейцин	3,9	8,0	6,1	8,6	—	—
Изолейцин	2,5	5,0	2,6	8,7	—	—
Фенилаланин	5,2	5,0	3,2	4,5	—	—
Тирозин	—	3,0	3,7	4,5	2,2—4,1	4,3
Треонин	2,2	5,0	1,7	3,6	—	—
Валин	3,2	5,0	3,2	6,8	—	—

аминокислот — триптофана, лизина и метионина, а общая доля содержания большинства незаменимых аминокислот, исключая фенилаланин и, в меньшей степени, триптофан, превосходит рекомендованные для выращивания рыб пределы (табл. 60). Анализ аминокислотного состава стартовых кормов показывает их значительные колебания по отдельным водоемам. Так, сумма 10 незаменимых аминокислот в сухих яйцах артемии оз. Кулундинское составляет 155,39 г/кг; в аналогичном виде корма из яиц оз. Мал. Яровое значительно выше — 200,11 г/кг.

В 100 г сырых тканей артемии содержится 2,07—2,2 г аминокислот, в том числе незаменимые и приравненные к ним аминокислоты составляют более 50 %. Ниже приведено содержание трех главных незаменимых аминокислот — триптофана, лизина и метионина — в биокормах из артемии алтайских озер по данным лаборатории биохимии СибНИИПТЖ (1988 г.), в г/100 г:

Вид корма	Триптофан	Лизин	Метионин
Декансулированные яйца	0,146	3,83	1,86
Сухие яйца	0,106	3,13	1,36
Сухие науплии	0,337	4,34	1,80

Лизино-аргининовый коэффициент у всех биокормов несколько превышает рекомендованный диапазон: ЛАК для декапсулированных яиц — 1,46, для сухих яиц — 1,42 и для науплий — 1,37. Кормовая мука, выработанная в опытных условиях из рачка артемии, содержит 56,9–58,5 % протеина, что значительно больше, чем в мясо-костной муке (40 %) и очень близко к содержанию протеина в рыбной муке (62 %). Выход муки составляет 10,1–11,6 % сырой массы рачка (данные СибрыбНИИпроект, 1982 г.).

Жир артемии в основном состоит из насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот (86–88 %); содержание полиненасыщенных кислот относительно невелико (12–13 %), и их основная масса представлена диеновыми кислотами (табл. 61). Анализ содержания высоконенасыщенных жирных кислот в стартовых кормах свидетельствует о достаточно высоком содержании линоленовой (сухие яйца — 5,08–18,58 %; декапсулированные яйца — 17,42; сухие науплии — 31,37 %) и относительно низком содержании второй ценной высоконенасыщенной кислоты — эйкозапентаеновой (только в декапсулированных яйцах — 4,1 %).

Таблица 61

Состав жирных кислот артемии из озер Алтайского края  
(данные СибНИИПТЖ, 1988 г.)

Состав кислот	Содержание, % к массе	
	общих липидов	полиненасыщенных кислот
Сумма полиненасыщенных	12,09–13,35	—
диеновых	7,01	54,3–56,1
триеновых	3,11	24,3–24,6
тетраеновых	1,11	8,6–8,9
пентаеновых	0,53	4,1
гексаеновых	0,96	6,9–8,1
Сумма высоконенасыщенных	1,48	11,0–12,2

#### 6.4. Биологическое обоснование правил заготовки биокормов водного происхождения

Природоохранные мероприятия по рациональному использованию биоресурсов, в том числе и водных беспозвоночных, представляющих хозяйственный интерес, включают следующие эколого-экономические предпосылки, регламентирующие порядок их заготовки:

— обязательное сохранение стабильного состояния ресурса, в том числе сохранение его воспроизводства во всех используемых водоемах без дополнительных материальных затрат;

— определение для каждого вида ресурсного организма оптимальных сроков заготовки, что снижает отрицательное влияние промысла на естественное воспроизводство ресурса;

— обязательное прогнозное обеспечение промысла каждого ресурсного организма и определение объемов и квоты его возможной заготовки;

— постепенное введение принципа платности за пользование биоресурсами водного происхождения на основе кадастровых данных.

Дополнительно в каждом конкретном водоеме могут быть приняты местные ограничения на промысел в отдельных частях акватории. Так, ряд лет по инициативе экологов Волчихинского района на озерах Большое и Малое Горькое была запрещена заготовка гаммаруса на местах гнездования водоплавающих птиц в прибрежной акватории. Одновременно считаем экологически и экономически необоснованным полный запрет на заготовку водного биосырья; каждый самовозобновляющийся природный ресурс в условиях стабильной экосистемы должен иметь своего потребителя. Если биоресурс используется внутри экосистемы (как пища для рыб, местных водоплавающих птиц и др.), то его заготовка может осуществляться только после проведения экологической экспертизы состояния всей биоты водоемов [Левченко, 1991]. Во всех случаях промысла водных беспозвоночных следует принимать во внимание, что "...популяции более чувствительны к воздействиям, направленным на их местообитания, чем к прямым воздействиям на их численность" [Коли, 1979, с. 323–324].

Существует мнение, что у животных с коротким циклом развития (*r*-стратегов), к которым относятся все низшие ракообразные, заготовка их ресурса допустима без предварительного расчета доли возможного изъятия, что особенно характерно для некоторых зарубежных экологов [Андерсон, 1985; Бигон и др., 1989]. В этом случае состояние сырьевой базы ресурса саморегулируется попаданием объекта промысла в орудия лова и экономической целесообразностью продолжения промысла в условиях снижения численности. Этот принцип регулирования численности полезных животных может быть принят только для гидробионтов с равномерным распределением по акватории.

Яйца артемии скапливаются в определенных частях акватории, в литорали — в зоне заплеска или чаще — на поверхности воды, тем самым создаются весьма благоприятные условия для их заготовки. Также заметно агрегированы скопления рачка артемии, биомасса которого в разных биотопах различается в 10 раз (оз. Соленое, июнь 1984 г., в скоплениях артемии типа "роя" она достигала 466,9 г/м<sup>3</sup>, в других биотопах была в пределах 4,86—37,16 г/м<sup>3</sup>).

Следует принять во внимание, что у беспозвоночных *r*-стратегов численность популяции регулируется как биотическими факторами, так и климатическими условиями вегетационного периода, которые могут заметно снижать эффективность воспроизводства ресурса. В условиях его переизбытка, а следовательно, изъятия маточного стада, оба фактора могут совокупно снижать сырьевую базу ресурса на ряд лет; ее стабильность может быть достигнута снижением квоты отбираемого сырья или полным запретом заготовки [Соловов и др., 1989]. Общеизвестен факт подрыва на несколько лет сырьевой базы рачка артемии на оз. Бол. Соленое (Great Salt Lake, США) вследствие отсутствия действенных правил охраны биоресурса, в том числе и прогнозного обеспечения промысла.

Правила заготовки кормовых беспозвоночных принципиально мало отличаются от действующих правил рыболовства и только учитывают биологические особенности охраняемых объектов. Более сложно установить приоритет правил охраны в рыбохозяйственных озерах, в которых возможна заготовка

рыбы и кормовых беспозвоночных. В таких озерах часть ресурса беспозвоночных должна резервироваться для питания ихтиофауны и прогноз заготовки должен базироваться на основе кормового баланса экосистемы.

Кроме того, сроки заготовки беспозвоночных не должны отрицательно сказываться на условиях воспроизводства рыб; в рыбохозяйственных водоемах с регулярным промыслом рыбы приоритет отдается правилам рыболовства.

Возможна и обратная ситуация. В озерах, которым присвоен статус гаммарусового водоема, часто имеется непромысловое стадо карася; в таких случаях действует приоритет правил заготовки беспозвоночных, в них должна быть запрещена интродукция рыб и организация ее товарного выращивания до тех пор, пока действует статус гаммарусового водоема.

Обязательным условием организации заготовки биокормов водного происхождения должно быть наличие у звена заготовителей на местах промысла тоневого (промыслового) журнала с обязательной ежедневной отметкой количества добытого биосырья или регистрацией непромысловой обстановки в связи с гидрометеороусловиями.

Действующая технология заготовки беспозвоночных основана на использовании отцеживающих или ставных орудий лова, которые могут применяться без ограничения их длины, размера ячеи или конструктивных особенностей. Как было показано, заготовка биосырья должна регламентироваться расчетными объемами, сроками ее изъятия и в некоторых случаях — размерами или частями используемой для промысла акватории. Дополнительно в правилах заготовки водного биосырья в озерах соответствующего хозяйственного статуса (артемиевые, гаммарусовые) должны быть запрещены без предварительного экологического обоснования и согласования следующие виды хозяйственной деятельности:

— разработка нерудных полезных ископаемых (песок, гравий, глина) в пределах водоохранной прибрежной полосы и особенно в литорали;

— любое загрязнение прибрежных полос и литорали озер в результате антропогенной деятельности;

— заготовка беспозвоночных с применением взрывчатых и отравляющих веществ;

— проведение всех видов интродукции, в том числе и новыми видами беспозвоночных, без биологического обоснования и согласования работ в установленном порядке;

— заготовка тростника, камыша и других видов макрофитов в гаммарусовых озерах.

В правилах заготовки биосырья водного происхождения должны быть установлены следующие ограничения по срокам проведения промысла:

— запрещена весенняя заготовка яиц артемии в тех озерах, в которых в предшествующий осенне-зимний период полностью выбран объем возможной заготовки расчетной квоты; при наличии его остатка промысел яиц может быть продолжен при условии сохранения собранных яиц и возможности их переработки. При таких же условиях может быть организована весенняя заготовка яиц артемии на всех озерах, в которых по ряду причин осенью промысел не проводился;

— заготовка гаммаруса до 15 июня, т.е. до вымета первой генерации рачков, при отсутствии прогнозного обеспечения и данных по выходу маточного стада из зимовки;

— зимний лов гаммаруса подо льдом может быть разрешен только после анализа содержания растворенного в воде кислорода и регистрации начала его дефицита (возможности наступления полного замора).

**Определение объема заготовки.** При регулярном использовании сырьевых ресурсов водоемов определение объемов возможной заготовки, или прогнозное обеспечение промысла, является одной из главных составляющих природоохранных мероприятий [Соловов, Студеникина, 1983; Студеникина, 1984; Соловов и др., 1989].

При разработке методики прогнозных исследований и расчета квоты заготовки ресурса использованы общие для всех биологических объектов предпосылки:

— прогнозные разработки включают определение (расчеты) потенциальной продукции ресурсных организмов — общего запаса и его части, объема возможной заготовки ресурса — промыслового запаса. В различных экосистемах доля (квота) возможного изъятия ресурса,

гарантирующая сохранение его естественного воспроизводства, колеблется в пределах 30—60 % общего запаса. В каждом конкретном случае доля изъятия зависит от степени трофической нагрузки на ресурс внутри экосистемы (водоплавающие птицы, рыбы, околородные животные) и абиотических условий формирования биомассы и воспроизводства ресурсного организма в год промысла. В частности, специальными исследованиями показано, что доля изъятия яиц артемии от общего запаса в малых озерах может быть на уровне 40 %, в средних и крупных она может быть увеличена до 60 % [Соловов, Студеникина, 1990, 1992];

— в регламенте прогнозных работ могут быть предусмотрены два этапа: предварительный прогноз, основанный на анализе тренда среднесрочной динамики биомассы и биопродукции ресурса в конкретном промысловом водоеме, и окончательный прогноз, уточняющий объемы заготовки ресурса, основанный на натурных исследованиях в заключительный период формирования ресурса. Наличие предварительного прогноза позволяет начать промысел ресурса и изъять только 50 % расчетного объема, остаток которого резервируется и реализуется после разработки окончательного прогноза. В частности, для двух главных промысловых объектов: гаммаруса и яиц артемии — предлагаются следующие сроки разработки прогнозов, а следовательно, и сроки начала промысла:

	Рачок гаммарус	Яйца артемии
Предварительный прогноз	01—15,05	10—20,08
Окончательный прогноз	10—20,07	10—20,10

Методика оценки состояния сырьевой базы ресурса основана на определении численных характеристик (плотности в единице объема и расчетной биомассы) промысловых гидробионтов общепринятыми методами гидробиологических исследований. При расчете валовой продукции ресурса учитываются не полный объем озера или площади дна, а только их определенные части, входящие в состав так называемой "жилой" зоны биоресурса, которые исключают явно неблаго-

приятные и ежегодно изменяющиеся для жизнедеятельности участки акватории. При расчетах численных характеристик необходимо учитывать агрегированность и наличие скоплений биоресурса при каждом конкретном исследовании, что позволит избежать завышения или занижения квоты и объемов заготовки.

Приводим методы прогнозного расчета для заготовки двух основных видов биоресурсов — диапаузирующих (зимних, толстоскорлуповых) яиц артемии и рачка гаммаруса, довольно интенсивно используемых в промысле.

Общий запас яиц артемии в соляном озере на определенную дату исследования определяется как

$$W = W_1 + W_2 + W_3, \quad (6.4.1)$$

где  $W$  — общий запас яиц в озере, т;  $W_1$  — число яиц в яйцевых мешках самок;  $W_2$  — число свободноплавающих яиц в объеме "жилой" зоны;  $W_3$  — число яиц на береговых выбросах в литорали или сконцентрированных в лиманах, бухтах и других изолированных или частично изолированных участках береговой линии.

Часть общего запаса яиц, находящихся в яйцевых мешках самок, может быть определена так:

$$W_1 = N_1 \times V_1 \times R \times m^{-12}, \quad (6.4.2)$$

где  $N_1$  — средняя численность самок с невыметанными яйцами, экз/м<sup>3</sup>;  $V_1$  — объем "жилой" зоны рачка, в которой учтено наличие самок, м<sup>3</sup>;  $R$  — средняя плодовитость самок, шт.;  $m^{-12}$  — средняя масса яйца, т.

Часть общего запаса яиц артемии, находящихся на период исследований в толще "жилой" зоны рассчитывается

$$W_2 = N_2 \times V_2 \times m^{-12}, \quad (6.4.3)$$

где  $N_2$  — средняя численность диапаузирующих яиц в 1 м<sup>3</sup> "жилой" зоны, шт.;  $V_2$  — объем зоны распространения яиц, м<sup>3</sup>;  $m^{-12}$  — масса яйца, т.

Часть общего запаса яиц артемии, находящихся в прибрежных выбросах, составляет

$$W_3 = P \times V_3 \times p \times 10^{-12}, \quad (6.4.4)$$

где  $P$  — масса биосырья в 1 см<sup>3</sup> выброса, г;  $V_3$  — объем берегового выброса, определяемый по его линейным измерениям (длине, ширине и толщине), м<sup>3</sup>;  $p$  — чистота выброса, количество в нем живых яиц, %;  $10^{-12}$  — коэффициент перехода к т/м<sup>3</sup>.

При фиксировании на береговой линии нескольких выбросов количество яиц в них суммируется.

Промысловый запас, или объем изъятия, определяется как часть общего запаса с учетом доли возможного изъятия или расчетной квоты, как (0,4–0,6)  $W$ . Некоторую трудность в расчете объема прогноза представляет определение "жилой" зоны самок рачков с половыми продуктами и отдельно "жилой" зоны плавающих яиц. В первоначальном варианте прогнозных исследований к "жилой" зоне самок артемии относили только поверхностный слой глубиной 1–1,5 м; в малых озерах она ограничивалась размерами средней глубины [Соловов, Студеникина, 1990]. Дополнительные исследования горизонтального и вертикального распределения рачка в глубоководном оз. Бол. Яровое показали наличие всех возрастных групп, в том числе и самок с половыми продуктами, до глубин 5–6 м [Новоселов, Студеникина, 1996]. При вертикальном распределении яиц обнаружена их тенденция к концентрации на поверхности озера при общей минерализации рапы более 100 г/л; при меньшей солености воды яйца могут находиться диффузно по всей ее толще. Для стандартизации прогнозных исследований следует принять "жилую" зону для самок артемии в пределах средней глубины или всего расчетного объема водной массы озера; "жилая" зона свободно плавающих яиц должна быть ограничена слоем 0–2 м при исследованиях в сентябре и 0–0,5 м — в октябре, с учетом окончания процесса концентрации яиц у поверхности воды.

Общий запас рачка гаммаруса в озерах после проведения визуальных наблюдений, фиксирующих наличие его промысловой численности, но без дополнительных гидробиологических исследований, принимается по средне-многолетней его биомассе  $B$  с использованием коэффициента  $P/B$ , принимаемого для алтайской популяции рачка равным

1,5, и размерам "жилой" зоны рачка в конкретном озере площадью  $S$ . При наличии прямых исследований, определяющих наблюдаемую численность гаммаруса, в прогнозе используется расчетная биомасса текущего года. Расчет общего запаса рачка в сырой массе проводится по формуле:

$$W = B \times P/B \times S \times 10^{-6}, \quad (6.4.5)$$

где  $W$  — общий запас рачка в сырой массе, т;  $B$  — средняя многолетняя или наблюдаемая в текущем году биомасса рачка, г/м<sup>2</sup>;  $S$  — площадь "жилой" зоны рачка или площадь озера при его равномерном распределении по акватории, м<sup>2</sup>.

Как было показано, промысловая зона гаммаруса исключает запретные для промысла участки озера и отдельные части акватории, которые рачок избегает. Промысловый запас гаммаруса определяется как часть общего с возможной долей изъятия от 40 до 60 %, в зависимости от степени нагрузки на его ресурс потребителей внутри экосистемы.

Экологическая экспертиза состояния экосистемы оз. Песьяное в Барнаульской системе и определение возможности заготовки в нем гаммаруса [Левченко, 1991] показали, что в кормовом балансе карасей гаммариды занимали 35 %, у водоплавающих птиц — 50 %. При учете численности главных потребителей ресурса гаммаруса для обеспечения их рационов требовалось 80 т для фауны рыб и 131 т для орнитофауны. При общем ресурсе гаммаруса 449 т его баланс в экосистеме положительный, что позволило организовать его промышленную заготовку.

## Глава 7

### ФАУНА РЫБ ВОДОЕМОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

#### 7.1. Видовой состав фауны круглоротых и рыб

По схеме ихтиологического районирования территории Палеарктики, основанной на учете видового состава пресноводных рыб, водоемы Алтайского края ранее включались в Сибирский округ Ледовитоморской провинции Циркумполярной подобласти [Берг, 1949]. По более дробному ихтиогеографическому районированию верховья Оби и водоемы Обско-Иртышского междуречья относились к Обско-Чулымскому и Барабо-Кулундинскому участкам самостоятельного Западно-Сибирского округа [Иоганзен, 1946].

На основании данных по расселению сиговых рыб Ю.С. Решетников [1980] предложил разделение территории Ледовитоморской провинции Голарктики в зоогеографическом отношении только на два округа: Сибирский и Берингийский, в которых, в свою очередь, выделяются по два ихтиологических района:

Ледовитоморская провинция	
Сибирский округ	Берингийский округ
Район рек Оби, Енисея, Лены	Район Анадыря
Район Колымы	Район Чукотки

Для ихтиологического районирования территории Сибири считаем необходимым дополнить схему Ю.С. Решетникова более дробными зоогеографическими образованиями согласно системе И.Ф. Правдина [1964], вернувшись к точке зрения П.А. Дрягина [1933] и Л.С. Берга [1949], и выделить в составе Сибирского округа Западно-Сибирский и Восточно-Сибирский

участки (подокруга). Соответственно предложенной схеме рекам Оби, Енисею и Лене придается статус района, верховья Оби выделяются в Приалтайский подрайон.

В пользу предлагаемого районирования верховьев Оби можно привести не только проникновение из нагорно-азиатской подобласти рода *Oreoleuciscus* [Решетников, 1980], но и наличие двух особых форм сигов (*Coregonus lawaretus pid-schian* n. *smitti* *Warpachowski* и *C. l. prawdinellus* (Duekeit)).

В аннотированный список рыбообразных и рыб верховьев Оби и водоемов Кулундинской равнины включены виды и подвиды, устойчиво размножающиеся на указанных акваториях. Не подтверждено естественное воспроизводство сиговых рыб, используемых для товарного выращивания в озерах и прудах и неизбежно мигрирующих в систему Оби: ряпушки, рипуса, сига-лудоги, байкальского омуля, стальноголового лосося; из чукучановых рыб — большеротого и малоротого буффало. Есть неподтвержденные данные о нересте белого амура и толстолобика в оз. Бол. Уткуль, однако включать указанные виды амурской фауны в список рыб верховьев Оби считаем также преждевременным.

Как виды, предположительно исчезнувшие, в списке оставлены дальневосточная минога (*Lethenteron japonicum* (Martens)) и пелядь (*Coregonus peled* (Gmelin)). Последняя фиксированная нами поимка полупроходной миноги относится к 1965 г. (левый берег нижнего течения Бии, в районе кожзавода); пелядь встречалась в уловах 70—80-х годов, вероятно, это был результат миграции вида из прудов и озер при его выращивании.

На основании ревизии рода *Oreoleuciscus* А.Н. Световидовой [1965] в списке приведен только один вид алтайских османов. Следуя Л.С. Бергу [1949], лещ показан как восточный подвид — *Abramis brama orientalis*; предложение Р.В. Бабуевой [1971] именовать западно-сибирскую популяцию леща как *A. b. orientalis* Berg nat. *sibiricus* nom. nov. Babujeva в дальнейшем не получило поддержки среди ихтиологов [Новоселов, 1986а, б].

В состав фауны рыб условно включены ручьевая форель — *Salmo trutta* m. *fario* L. [Жданов, Собанский, 1975]; подкаменщик — *Cottus gobio* L, обнаруженный А.Н. Гундризером [1966, 1968] при ревизии коллекции рыб, собранных Н.Ф. Ка-

шенко в верхнем течении Катуня [Гундризер, 1966, 1968] и голяя Чекановского — *Phoxinus czekanowskii* Dybowski., наличие которого пока не подтверждается контрольными уловами. Стихийную акклиматизацию верховки — *Leucaspius delineatus* (Heckel) — в рассматриваемом регионе отметил Г.М. Кривошеков [1973] и девятииглой колюшки — *Pungitius pungitius* (L.) — в бассейне нижней Катуня — В.П. Соловов [1984а].

Аннотированный список рыб и рыбообразных верховьев Оби и водоемов Кулундинской равнины включает 38 видов, относящихся к 27 родам и 11 семействам. Надродовые таксоны в списке расположены по современной системе [Eschmeyer, 1990]. Нумерация таксонов каждого ранга сплошная; для характеристики статуса рыб по степени угрозы их существованию на основе экспертной оценки использованы пять категорий МСОП (IUCN): исчезнувший (предположительно исчезнувший), находящийся под угрозой (вымирающий, исчезающий), редкий, сокращающийся и неопределенный [Павлов, 1992; Соловов, 1998]. Для обозначения видовой специфики непромысловых видов использованы термины много- и малочисленный. Русские ихтиологические названия обозначены согласно Словарю пресноводных рыб СССР [Линдберг, Герд, 1972].

### Аннотированный список рыбообразных и рыб Приалтайского ихтиологического подрайона

#### К Л А С С Cyclostomata — Круглоротые

#### ОТРЯД I. Petromyzontiformes — Миногообразные

#### С е м е й с т в о I. Petromyzontidae — Миноговые

#### Род 1. *Lethenteron* (*Lampetra*) Greaser et Hubbs, 1922 — Тихоокеанские миноги

1. *Lethenteron japonicum* [Martens, 1868] — тихоокеанская, ледовитоморская минога. Русло Оби и нижнее течение Бии и Катуня. Проходной. Предположительно исчезнувший.

2. *Lethenteron kessleri* [Anikin, 1905] — сибирская минога. Нижнее течение Бии, Катуня, Чарыша, русло Оби. Жилой. Сокращающийся. Малочисленный. Непромысловый.

## К Л А С С Osteichthyes — Костные рыбы

## ОТРЯД II. Acipenseriformes — Осетрообразные

## Семейство 2. Acipenseridae — Осетровые

Род 2. *Acipenser* Linnaeus, 1758 — Осетры

3. *Acipenser baeri baeri* Brandt, 1869 — сибирский осетр. Русло Оби и ее главных притоков (нижнее течение рек Бия, Катунь, Ануй, Песчаная, Чарыш, Чумыш). Полупроходной, частично жилой. Редкий. Непромысловый.

4. *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 — стерлядь. Русло Оби и ее главных притоков (нижнее течение рек Бия, Катунь, Ануй, Песчаная, Чарыш, Алей, Чумыш). Жилой. Сокращающийся. Промысловый.

## ОТРЯД III. Salmoniformes — Лососеобразные

## Семейство 3. Salmonidae — Лососевые

Род 3. *Brachymystax* Günther, 1866 — Ленки

5. *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773) — ленок, ускуч. Предгорные притоки Оби, горные озера. Жилой (озерно-речной). Под угрозой исчезновения. Промысловый.

Род 4. *Hucho* Günther, 1866 — Таймени

6. *Hucho taimen* (Pallas, 1773) — таймень. Русло Оби и ее горных притоков, горные озера. Жилой (озерно-речной). Сокращающийся. Промысловый.

Род 5. *Salmo* Linnaeus, 1758 — Лососи

7. *Salmo irideus* Gibbons, 1855 — радужная форель. Притоки нижнего течения р. Катунь, озера Горного Алтая. Акклиматизант. Жилой. Малочисленный. Промысловый.

8. *Salmo trutta* morfa *fario* Linnaeus, 1758 — ручьевая форель. Бассейн р. Каменка (нижняя Катунь). Некоторые озера Горного Алтая. Акклиматизант. Малочисленный. Промысловый.

## Семейство 4. Coregonidae — Сиговые

Род 6. *Coregonus* Lacepede, 1804 — Сиги, Ряпушки

9. *Coregonus lavaretus pidschian natio smitti* Wagrachowski, 1900 — телецкий сиг. Телецкое озеро, верхнее течение р. Бия, приустьевой участок р. Чулышман. Эндемичный. Жилой. Промысловый.

10. *Coregonus lavaretus prawdinellus* [Dulkeit, 1949] — сиг Правдина. Телецкое озеро, нижнее течение р. Бия. Эндемичный. Жилой. Неопределенный. Промысловый.

11. *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) — пелядь, сырок. Верхнее течение Оби, до устья р. Катунь. Полупроходной. Как абориген, вероятно исчезнувший. Численность поддерживается миграцией из рыбоводных водоемов.

Род 7. *Stenodus* Richardson, 1836 — Нельмы, Белорыбицы

12. *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773) — Нельма. Верхнее течение Оби, нижнее течение Катунь, Бии, нижнее и среднее Чарыша. Полупроходной, частично жилой. Под угрозой исчезновения. Промысловый.

## Семейство 5. Thymallidae — Хариусовые

Род 8. *Thymallus* Link, 1790 — Хариусы

13. *Thymallus arcticus arcticus* (Pallas, 1776) — западно-сибирский хариус. Предгорные притоки Оби, горные озера. Жилой (озерно-речной). Местами многочисленный. Промысловый.

## Семейство 6. Esocidae — Щуковые

Род 9. *Esox* Linnaeus, 1758 — Щуки

14. *Esox lucius* Linnaeus, 1758 — обыкновенная щука. Придаточные водоемы Оби, пойменные озера. Жилой. Промысловый.



## ОТРЯД IV. Cypriniformes — Карпообразные

## Семейство 7. Cyprinidae — Карповые

Род 10. *Abramis* Cuvier, 1817 — Лещи

15. *Abramis brama orientalis* Berg, 1949 — восточный лещ. Придаточные и пойменные водоемы Оби, крупные пойменные озера. Жилой (озерно-речной). Промысловый, многочисленный, акклиматизант.

Род 11. *Carassius* Jarocki, 1822 — Караси

16. *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1783) — серебряный карась. Придаточные и пойменные водоемы Оби. Жилой (озерно-речной). Промысловый, многочисленный, активно распространяется по пойменным водоемам.

17. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) — золотой карась. Пойменные озера равнинной части бассейна. Жилой. Сокращающийся. Промысловый, малочисленный.

Род 12. *Cyprinus* Linnaeus, 1758 — Карпы

18. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 — сазан, обыкновенный карп. Акклиматизант. Придаточные и пойменные водоемы. Жилой (озерно-речной). Промысловый, увеличивает численность.

Род 13. *Gobio* Cuvier, 1817 — Пескари

19. *Gobio gobio syncephalus* Dybowski, 1869 — сибирский пескарь. Русло Оби и притоков, крупные пойменные озера. Жилой. Непромысловый.

Род 14. *Leucaspis* Heckel et Kner, 1958 — Верховки

20. *Leucaspis delineatus* (Heckel, 1848) — обыкновенная верховка. Русло малых притоков, пойменные озера. Случайный акклиматизант. Жилой. Многочисленный. Непромысловый.

Род 15. *Leuciscus* Cuvier (ex Klein), 1816 — Ельцы

21. *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758) — язь. Русло Оби и крупные пойменные озера. Жилой (озерно-речной). Промысловый. Малочисленный.

22. *Leuciscus leuciscus baikalensis* (Dybowski, 1874) — Сибирский елец. Верхнее течение притоков Оби, пойменные озера. Жилой (озерно-речной). Промысловый. Многочисленный в верховых притоках.

Род 16. *Oreoleuciscus* Warpachowski, 1899 — Алтайские османы, Горные ельцы

23. *Oreoleuciscus potanini* (Kessler, 1879) — алтайский осман Потанина. Притоки и пойменные озера рек Чулушман, Чуя, Башкаус, Аргут. Жилой (озерно-речной). Многочисленный в озерах. Промысловый.

Род 17. *Phoxinus* Rafinesque, 1820 — Гольяны

24. *Phoxinus czekanowskii* Dybowski, 1869 — гольян Чекановского, верхнее течение равнинных притоков Оби. Жилой (озерно-речной). Малочисленный. Непромысловый. Обитание в регионе пока не подтверждено.

25. *Phoxinus percunurus* (Pallas, 1814) — озерный гольян. Пойменные озера малых притоков. Жилой. Многочисленный. Промысловый.

26. *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) — обыкновенный, речной гольян. Малые притоки Оби. Жилой (преимущественно речной и ручьевой). Малочисленный. Непромысловый.

Род 18. *Rutilus* Rafinesque, 1820 — Плотвы

27. *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1811) — плотва сибирская. Русло, придаточные водоемы и пойменные озера. Жилой (озерно-речной). Многочисленный. Промысловый.

Род 19. *Tinca* Cuvier, 1816 — Линь

28. *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) — линь. Придаточные водоемы и пойменные озера. Жилой. Сокращающийся. Малочисленный. Промысловый.

Семейство 8. *Valitoridae* — БалиторыРод 20. *Barbatula* [Nemachilus] Linck, 1789 — Усатые голецы

29. *Barbatula toni* (Dybowski, 1869) — сибирский голец. Русловая часть предгорных водотоков. Жилой. Неопределенный. Непромысловый.

Семейство 9. *Cobitidae* — БьюновыеРод 21. *Cobitis* Linnaeus, 1758 — Щиповки

30. *Cobitis melanoleuca* (*Cobitis taenia*) Nichols, 1925 — сибирская щиповка. Русло и придаточные водоемы верхнего течения притоков. Жилой (озерно-речной). Малочисленный. Неопределенный. Непромысловый.

ОТРЯД V. *Gadiformes* — ТрескообразныеСемейство 10. *Lotidae* — НалимовыеРод 22. *Lota* Oken, 1817 — Налимы

31. *Lota lota lota* (Linnaeus, 1758) — обыкновенный налим. Русло Оби и ее главных притоков, Телецкое озеро. Жилой и полупроходной. Малочисленный. Промысловый.

ОТРЯД VI. *Gasterosteiformes* — КолюшкообразныеСемейство 11. *Gasterosteidae* — КолюшковыеРод 23. *Pungitius* Coste, 1848 — Многоигловые колюшки

32. *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758) — девятииглая колюшка. Бассейн нижней Катунь (р. Каменка). Жилой, речной. Случайный акклиматизант, дальнейшее распространение по верховьям Оби не изучено. Малочисленный. Непромысловый.

ОТРЯД VII. *Perciformes* — ОкунеобразныеСемейство 12. *Percidae* — ОкуневыеРод 24. *Gymnocephalus* Bloch, 1793 — Ерши

33. *Gymnocephalus cernuus* (*Acerina cernua*) (Linnaeus, 1758) — обыкновенный ерш. Русло и пойма Оби и главных притоков, озера. Жилой (озерно-речной). Малочисленный. Промысловый.

Род 25. *Perca* Linnaeus, 1758 — Пресноводные окуни

34. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 — обыкновенный, речной окунь. Реки и пойменные озера. Жилой (озерно-речной). Многочисленный. Промысловый.

Род 26. *Stizostedion* [*lucioperca*] Rafinesque, 1820 — Судак

35. *Stizostedion lucioperca* Linnaeus, 1758 — обыкновенный судак. Русло Оби и нижнее течение равнинных притоков. Жилой (озерно-речной). Акклиматизант, активно распространяется на притоки Оби. Промысловый.

ОТРЯД VIII. *Scorpaeniformes* — СкорпенообразныеСемейство 13. *Cottidae* — Керчаковые, РогатковыеРод 27. *Cottus* Linnaeus, 1758 — Подкаменщики

36. *Cottus gobio* Linnaeus, 1758 — обыкновенный подкаменщик. Бассейн р. Катунь. Жилой. Неопределенный. Непромысловый.

37. *Cottus poecilopus* Heckel, 1836 — пестроногий подкаменщик (пестроногий бычок). Реки бассейна Оби. Жилой. Малочисленный. Непромысловый.

38. *Cottus sibiricus* Kessler, 1899 — сибирский подкаменщик, широколобка (сибирский бычок). Русло Оби и главных притоков. Жилой. Непромысловый.

Наиболее распространены в современном составе ихтиофауны представители семейства карповых (36,8 %); меньшим числом видов представлены семейства лососевых рыб (10,5 %) и окуневых, сиговых и подкаменщичковых (по 7,9 %). В других

семействах насчитывается по 1—2 вида. Аборигенная ихтиофауна рассматриваемого участка представлена четырьмя фаунистическими комплексами: бореальным равнинным и бореальным предгорным, нагорно-азиатским и арктическим пресноводным. В результате интродукции и саморасселения фауна рыб пополнилась представителями понто-каспийского пресноводного комплекса.

До перекрытия Оби плотиной ГЭС экологическую группу проходных и полупроходных рыб и круглоротых составляли тихоокеанская минога, сибирский осетр, нельма, пелядь и налим, т.е. 13,2 % всех таксонов мигрировали в верховья Оби. Перекрытие Оби значительно сократило численность рыб этой группы, привело к выпадению их из видового состава и к образованию "жилых" стад осетра и нельмы [Сецко, 1969; Конева, 1972].

По характеру питания среди рыб преобладают бентофаги и хищники (соответственно 40 и 35 %), несколько меньше эврифагов и особенно типичных планктофагов. Основное число видов рыб размножается весной или летом (соответственно 55 и 25 %). По местам нереста рыбы верховьев Оби относятся к фитофилам (50 %), литофилам (40 %) и псаммофилам (10 %).

В список исчезающих видов, требующих внесения в Красную книгу Алтайского края, включены тихоокеанская минога, нельма и ленок; к редким видам, требующим особых мер охраны и регулирования промыслом, следует отнести сибирского осетра, стерлядь, тайменя, линя [Соловов, 1998].

Определенный научный интерес представляет анализ видового состава ихтиофауны с использованием теории множеств [Андреев, Решетников, 1978]. Для анализа использован видовой состав фауны рыб в 18 различных ихтиоценозах и построены дендрограммы сходства по Серенсену взвешенным парно-групповым методом с учетом меры пересечения видов для исследуемых водоемов (рис. 9).

Дендрограмма коэффициентов видового сходства ихтиофауны рассматриваемых районов распадается на пять групп. Первая включает русло Оби и нижнее течение ее главных притоков: Чарыша, Алея и Чумыша, которые объединяются на уровне 85 %. Вторую, четко обособленную, группу составляют водоемы поймы Оби, равнинные притоки Оби, Бийско-Чу-

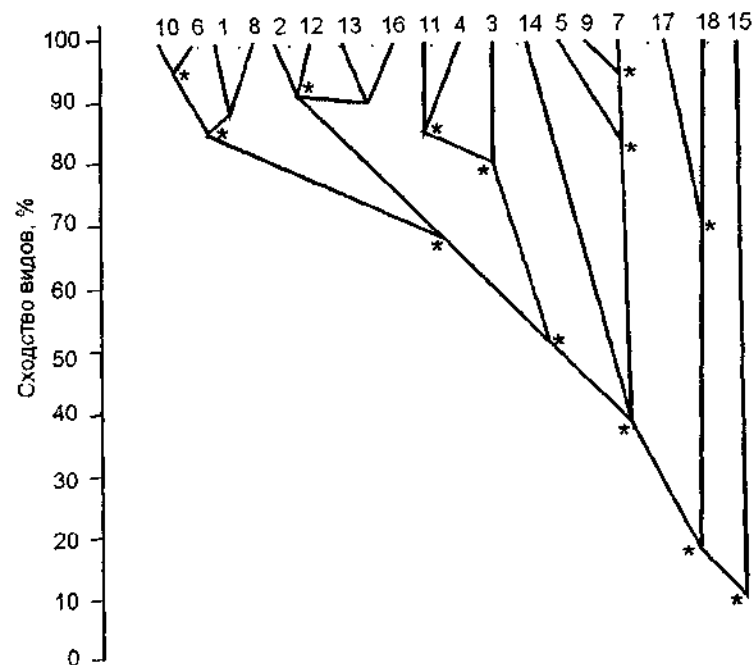


Рис. 9. Дендрограмма сходства по Серенсену ихтиофауны водоемов Алтайского края.

1 — Обь, русло; 2 — Обь, пойма; 3 — Катунь, нижнее течение; 4 — Бия, нижнее течение; 5 — Чарыш, верхнее течение; 6 — Чарыш, нижнее течение; 7 — Алея, верхнее течение; 8 — Алея, нижнее течение; 9 — Чумыш, верхнее течение; 10 — Чумыш, нижнее течение; 11 — предгорные притоки Оби; 12 — равнинные притоки Оби; 13 — Бийско-Чумышские озера; 14 — предгорные озера; 15 — горные озера; 16 — Бурлинские озера; 17 — Кулундинско-Касмалинские озера; 18 — Барнаульские озера.

мышские водоемы и Бурлинские озера, которые присоединяются к первой группе на уровне 68 %. Третья группа представлена нижним течением рек Катунь и Бии, а также предгорными притоками Оби, присоединяющимися к первой группе на уровне 52 %. Отдельными кластерами представлены верхнее течение главных притоков Оби — Чарыша, Алея, Чумыша, а также Барнаульские, Кулундинские и Касмалинские озера. Совершенно обособленное положение на дендрограмме занимают предгорные и горные озера.

Результаты исследований подтверждают сомнения в правомочности выделения Обско-Чулымского и Барабо-Кулундинского ихтиологических участков. Видовой состав ихтиофауны скорее определяется факторами вертикальной зональности, составляя равнинные, предгорные и горные ихтиоценозы [Журавлев, 1996].

## 7.2. Особенности биологии рыб местной фауны.

### Рост рыб как показатель состояния их популяции

При описании ареала, роста, питания и размножения представителей аборигенной ихтиофауны основное внимание уделено ценным и промысловым видам. Ввиду ограниченности объема монографии особенности биологии некоторых семейств показаны фрагментарно, сведения по ихтиофауне приведены в аннотированном списке рыбообразных и рыб Приалтайского ихтиологического подрайона, а характеристики рыб-акклиматизантов (восточный лещ, судак, сазан и др.) — в разделе, посвященном итогам рыбоводно-акклиматизационных работ.

### Семейство Осетровые — Acipenseridae

В верховьях Оби в составе семейства осетровых обитают два вида: сибирский осетр (*A. baeri baeri* Brand) и стерлядь (*A. ruthenus* Linnaeus). Верхнеобское стадо осетра представлено в рассматриваемом регионе полупроходной озимой и туводной (жилой) формами [Петкевич, 1952; Гундризер и др., 1983]. Верхняя граница распространения осетра совпадает с местами нереста и по сравнению с данными 40—50-х годов заметно изменилась. Из современного ареала осетра следует исключить бассейн Бии, нижнее течение Катунь выше с. Сротки, бассейн р. Алей. Практически не изменился ареал осетра в нижнем и среднем течении Чарыша, нижнем течении Чумыша. Из сохранившихся 850 га нерестилищ осетра полупроходной формой используются 650 га в верховьях Оби и 50 га в зоне выклинивания Новосибирского водохранилища, а туводной формой — около 100 га в нижнем течении рек Ануй и Песчаная [Соловов, 1997а].

Динамика прилова молоди осетра в промысловые орудия лова свидетельствует о постепенном увеличении численности; по контрольно-наблюдательному пункту в устье р. Верх. Иня за период 1971—1994 гг. прилов молоди осетра увеличился в 9,5 раза, по пункту Казенная Заимка, расположенному в русле Оби, — в 15 раз. Наиболее многочисленными в исследуемой популяции осетра были рыбы длиной 21—30 см (50,7 %) и массой 50—200 г (37,0 %).

Ареал стерляди в верховьях Оби приурочен к местам нереста, нагула и зимовки, между которыми совершаются ежегодные миграции. Четко обособлено локальное стадо стерляди в Новосибирском водохранилище и прилегающем участке русла Оби; другие стада привязаны к нижним участкам главных притоков и примыкающей акватории русла Оби и выделены как чумышское, алейское, чарышское и ануйское. Сохранилось незначительное стадо стерляди в р. Бии [Соловов, 1997б].

Размерный состав стерляди в контрольных уловах — 15—55 см, основная часть представлена рыбами длиной 30—40 см (62 %). Этот показатель изменчив, зависит от места и сроков лова. Отмечено увеличение показателей роста вниз по течению Оби: среднегодовой прирост массы рыб одновозрастного модального класса на отдельных участках акватории: р. Чарыш — 190 г, р. Алей — 113 г, Федуловская протока — 221 г, устье р. Верх. Иня — 230 г.

Сравнительный анализ показателей роста осетра верховья Оби за 1950 г. [Петкевич, 1952] с аналогичными усредненными показателями за 1976—1994 гг. свидетельствует об увеличении темпа роста рыб в условиях изолированной акватории "водохранилище — верховья Оби" (табл. 62). Более высокие значения длины и массы характерны для всех сравниваемых возрастных групп осетра как ответ популяции на сокращение миграционных путей и улучшение кормовых условий [Сецко, 1976].

По сравнению с результатами исследований 50-х годов [Соломоновская, 1952] в питании осетровых рыб произошли некоторые изменения состава кормовых объектов; заметно увеличилось значение личинок хирономид, частота их встречаемости выросла с 31,1 до 80,0 %, а доля по массе в пищевом комке увеличилась с 16,4 до 26,0 %. Из состава пищи исчезли личинки Ephemeroptera и Trichoptera, которые в 50-е годы

Т а б л и ц а 62

Рост осетровых рыб верховьев Оби  
и Новосибирского водохранилища в разные годы

Год	Показатель	Возраст, лет							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Осетр									
1950*	Длина, см	11,8	20,4	27,1	34,3	38,6	43,5	54,5	63,2
	Масса, г	14	68	156	307	454	807	1150	1894
	Состав, %	28,6	28,4	22,1	10,7	6,6	1,2	1,2	1,2
1976—1994**	Длина, см	16,1	28,7	33,1	38,8	44,2	53,0	57,1	66,5
	Масса, г	35	158	226	369	595	1025	1510	2400
	Состав, %	13,8	35,7	20,2	17,7	7,3	2,5	1,7	1,1
1997***	Длина, см	19,8	27,6	34,2	43,2	50,1	53,6	—	—
	Масса, г	46	118	220	501	850	1030	—	—
	Состав, %	11,6	44,9	26,2	14,5	1,4	1,4	—	—
Стерлядь									
1950*	Длина, см	—	25,3	29,7	31,1	33,2	36,3	42,1	—
	Масса, г	—	79	145	153	198	325	574	—
	Состав, %	—	6,3	15,2	17,8	18,9	21,5	16,5	3,8
1984—1987***	Длина, см	24,1	30,5	32,3	35,7	41,1	44,1	47,9	—
	Масса, г	69	129	172	244	343	466	590	—
	Состав, %	3,6	19,4	37,1	24,6	11,3	2,8	1,2	—
1997***	Длина, см	18,1	22,6	28,3	34,1	36,0	40,8	43,1	—
	Масса, г	51	106	156	187	207	259	390	—
	Состав, %	8,4	18,0	29,4	23,1	13,6	4,9	2,6	—

\*Данные А.Н. Петкевича [1952].

\*\*Данные по верховьям Оби В.П. Соловова [1997а].

\*\*\*Данные по Федуловской протоке, верховья Оби.

были главными составляющими питания. Смена спектра питания осетровых объясняется снижением численности поденок и ручейников вследствие возрастающего загрязнения акватории, к которому хирономиды менее восприимчивы.

Осетровые рыбы в верховьях Оби требуют особых мер охраны, особенно на местах зимовки; создания нерестовых заказников и микрозаповедников; неперенным условием сохранения ценных и редких рыб является их искусственное воспроизводство.

## Семейство Лососевые — Salmonidae

В верховьях Оби обитают два вида лососевых рыб — таймень — *Hucho taimen* (P.) и ленок, или ускуч, — *Brachymystax lenok*. Для них характерно сокращение ареала и заметное снижение численности, что обусловлено антропогенными факторами (браконьерство, загрязнение, молевой сплав). Кроме того, в результате рыбоводных работ фауна пополнилась двумя видами рода *Salmo*: радужной форелью — *Salmo irideus Giblyns* и ручьевой форелью — *S. trutta m. fario* L.

В Катунь рост тайменя характеризовался следующими данными:

Показатель роста	Возраст, лет			
	2+	3+	4+	5+
Длина тела, см	17,3	30,1	44,2	61,7
Масса рыб, г	44	290	1125	2200

Оба вида — хищники, питаются в основном рыбой. В пробах Катунь 50 % желудков тайменя были заполнены сибирским подкаменщиком; накормленность колебалась от 194 до 212 ‰. Нерест проходит весной, на глубоких перекатах; массовый браконьерский лов тайменя и ленка бывает ранней весной на путях нерестовых миграций. По классификации МСОП, ленок в верховьях Оби находится под угрозой исчезновения, а таймень отнесен к сокращающимся видам.

## Семейство Сиговые — Coregonidae

В верховьях Оби семейство представлено родами *Stenodus* и *Coregonus*, первый включает нельму, второй — сигов Телецкого озера. Полупроходная форма пеляди до перекрытия Оби плотиной единично встречалась в уловах до Катунь [Петкевич, 1952]; как результат рыбоводных работ пелядь встречалась в верховьях Оби довольно интенсивно в 70-е и 80-е годы, однако факт ее размножения не установлен.

Нельма — (*S. leucichthus nelma* (P.)). Современный ее ареал ограничивается нижним течением Катунь, нижним и средним течением Чарыша, приустьевыми участками Алея, Чумыша и

Верх. Ини. Контрольные наблюдения в весенний период указывают на тенденцию снижения численности ее молоди, за период 1971—1993 гг. среднегодовой прилов снизился с 22 до 1 экз.

Размерно-весовой состав уловов нельмы представлен особями с длиной тела 30—80 см и массой 200—6000 г. В прилове преобладают особи в возрасте 2+ и 3+ (более 50 %), в 1972 г. эта возрастная группа в уловах составляла только 27,4 % (табл. 63). Сравнение показателей линейного и весового роста свидетельствует об увеличении темпа роста: средневозрастной прирост длины тела увеличился с 6,42 до 6,77 см, прирост массы — с 666 до 799 г.

Относительно высокий темп роста нельмы в верховьях Оби обуславливается двумя факторами: удлинением периода нагула и сокращением миграционного пути на нерестилища. В условиях зарегулирования стока для подъема производителей на нерестилища Катуня требуется около 20 дней, на нерестилища Чарыша — 17 дней [Конева, 1972]. В результате период нагула увеличивается на 2,5 мес по сравнению с полупроходной формой.

Нельма отнесена к видам, находящимся под угрозой исчезновения, главный угрожающий виду фактор — браконьерский лов на путях нерестовых миграций. Вид может быть сохранен только при условии его искусственного воспроизводства и мероприятий по формированию сети особо охраняемых тер-

Таблица 63

Показатели роста нельмы Верхней Оби

Показатель	Возраст, лет						
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Данные Л.А. Коневой по верхнему бьефу плотины за 1964—1971 гг.							
Длина тела, см	31,8	41,7	51,0	61,1	68,7	71,7	76,8
Масса рыб, г	340	792	1376	2480	3247	4250	5006
Состав, %	11,7	13,2	14,2	12,2	20,8	17,9	10,0
Наши данные за 1971—1993 гг.							
Длина тела, см	29,6	47,4	55,8	63,8	69,0	75,3	77,0
Масса рыб, г	203	1217	1951	2538	3500	3800	5800
Состав, %	11,1	19,7	30,9	13,6	9,9	13,1	1,7

риторий, включающих охрану зимовальных ям на участках главного русла Оби и нерестилищ в нижнем течении р. Катунь и среднем течении р. Чарыш [Журавлев, 1996].

### Семейство Хариусовые — *Thymallidae*

В верховьях Оби обитает один вид хариусовых рыб — западносибирский хариус — *Thymallus arcticus arcticus* (P.), который часто является основным видом в среднем течении горных и предгорных водотоков, в горных озерах. Главные биотопы хариуса — каменистые перекаты, примыкающие к ним заводи и затоны.

Основу любительских уловов хариуса составляют особи массой от 50 до 300 г; в контрольном лове в нижнем течении Катуня возрастной состав популяции хариуса был явно сдвинут на младшие возраста:

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+
Улов, %	44	26	18	6	4	2

Темп роста хариуса зависит от состояния кормовой базы, в некоторых озерах бассейна верхнего течения Чарыша (оз. Белоголосово) рост замедленный, популяция представлена тугорослой формой (табл. 64). Основу питания составляют воздушные насекомые, личинки поденок и веснянок, стрекоз, ручейников. У тугорослой формы хариуса в горных озерах — остатки растительной пищи.

Таблица 64

Показатели роста хариуса

Место лова	Показатель	Возраст, лет					
		1+	2+	3+	4+	5+	6+
р. Катунь, с. Чемал	Длина тела, см	10,6	13,7	18,3	23,3	27,9	31,6
	Масса рыб, г	14	35	90	210	401	480
р. Урсул	Длина тела, см	9,1	12,5	18,9	26,0	27,3	—
	Масса рыб, г	10	33	107	191	365	—
Озера Горного Чарыша	Длина тела, см	—	9,7	12,5	14,6	—	—
	Масса рыб, г	—	15	31	78	—	—

Хариус находится под возрастающим прессом любительского и отчасти браконьерского лова в периоды его миграций на зимовку в основное русло и на нерест — в притоки. Правила охраны хариуса в горных водоемах не разработаны, и вид практически не охраняется.

### Семейство Щуковые — Esocidae

В водоемах Алтайского края семейство представлено одним видом — *E. lucius* L., который распространен повсеместно, за исключением озер с постоянным зимним дефицитом кислорода. Щука наиболее многочисленна в пойменных водоемах Оби и Бурлинских озерах, реже встречается в предгорных озерах (Белое, Кольванское). Для последних лет характерно снижение численности во всех водоемах края, что обусловлено как неблагоприятным уровнем режимом, так и выловом производителей перед нерестом. Щука в условиях края нерестится со второй декады апреля, т.е. до начала срока весеннего охранного режима. Значительная часть производителей изымается с невыметанными половыми продуктами.

Основу промысловых уловов составляют щуки в возрасте 2+ — 4+, повторно нерестующие рыбы встречаются редко. Рост щуки в верховьях Оби удовлетворительный: на первом году жизни прирост массы может составить 159 г, на втором — 237, на третьем — 816 г [Новоселов, 1984]. Наиболее высокими показателями линейного роста характеризуется щука в Бурлинских и Уткульских озерах (табл. 65).

Половой зрелости щука в условиях верховьев Оби достигает в возрасте 2+ и 3+ при длине тела 35—40 см и массе 500—800 г. Самцы частично созревают на год раньше самок при длине тела 20—25 см. Соотношение полов на нерестилищах характеризуется явным преобладанием самцов (1,6 : 1,0). Плодовитость закономерно увеличивается с ростом и возрастом рыб от 25,4 (особи 3+) до 197,1 тыс. икринок (особи 6+). По мере увеличения размеров рыб наблюдается увеличение и других показателей плодовитости: относительная плодовитость растет с 10,8 до 21,5 икринок/г; гонадосоматический индекс — с 1,6 до 11,8 %.

Таблица 65

Линейный рост щуки (длина тела) в водоемах Алтайского края, см							
Место лова	Год	Возраст, лет					
		1+	2+	3+	4+	5+	6+
р. Обь	1970	24,1	32,1	35,5	45,9	55,6	64,0
	1972	32,6	39,4	49,1	63,2	—	—
	1978	27,7	31,3	49,4	60,4	65,0	69,2
	1989	20,6	34,4	48,1	60,2	65,9	71,1
р. Бия	1990	18,3	26,1	35,0	44,9	51,9	—
р. Чарыш	1984	—	38,1	46,56	60,5	65,8	68,8
оз. Бол. Уткуль	1957	34,2	39,6	49,6	60,1	75,3	91,1
	1968	—	40,1	46,5	56,0	—	—
	1979	31,4	42,3	47,8	54,0	—	—
	1984	27,8	37,2	42,1	48,0	—	—
оз. Мал. Уткуль	1968	35,1	42,3	53,1	55,0	—	—
оз. Песчаное	1959	39,8	44,5	53,3	56,2	—	—
	1979	47,1	56,5	—	—	—	—
оз. Белое	1979	—	48,7	50,7	65,6	—	—

Примечание. Использованы данные З.А. Ивановой [1962]; В.П. Соловова и З.И. Новоселовой [1979б].

Сохранение промыслового значения щуки во всех водоемах достижимо только при условии совпадения сроков ее нереста и весеннего запрета, охранный режим для ранненерестующих рыб верховьев Оби необходим сразу после распаления льда.

### Семейство Карповые — Cyprinidae

В рассматриваемом регионе это семейство представлено 10 родами и 14 видами; промысловое значение имеют 6 видов: лещ, серебряный карась, карп, язь, плотва и линь. В любительском и местном рыболовстве определенное значение из карповых рыб имеют также золотой карась, озерный голянь, сибирский елец, пескарь.

**Серебряный карась — *Carassius carassius auratus* (Bloch).** Ареал серебряного карася в Алтайском крае весьма обширен и включает равнинные озера и пойменные водоемы Оби; отсутствует в водотоках предгорной зоны, в которых скорость течения превышает 0,5 м/с. В распределении карася прослеживается закономерность: его численность увеличивается с

востока на запад и с юга на север территории края, в системе Оби — по мере разветвления гидрографической сети и удаленности водоемов от основного русла [Журавлев, 1989а]. В последние годы наблюдается активное заселение карасем равнинных притоков Оби.

В водоемах края серебряный карась достигает длины тела 40 см и массы 2500 г, все исследованные его стада в местах промысла характеризовались коротким возрастным рядом: в уловах не встречаются рыбы старше 6+ лет, что обусловлено генетическими особенностями этого вида [Glaser, 1986]. Основу промысла обычно составляют особи в возрасте от 2+ до 4+ лет (68—96 %). Максимальные показатели роста характерны для пойменных водоемов (табл. 66). Установлена достоверная коррелятивная зависимость темпа роста серебряного карася и уровня режима, так, для его популяции в оз. Бол. Островное указанная связь достигает  $r = 0.857$  [Журавлев, 1989а].

Половой зрелости серебряный карась в равнинных озерах частично достигает в возрасте 2+ лет при длине тела 10—12 см и массе 40—60 г; в пойменных водоемах — в возрасте 3+ лет при достижении длины тела 16—18 см и массы 200—250 г. Репродуктивные популяции карася в равнинных озерах представлены в основном гиногенетическими самками, однако в

Т а б л и ц а 66

Линейный рост (длина тела) серебряного карася  
в водоемах Алтайского края, см

Водоем	Год лова	Возраст, лет					
		1+	2+	3+	4+	5+	6+
Равнинные озера*		10,3	12,1	14,3	15,9	24,0	27,3
Бол. Островное	1989	7,7	10,6	11,3	16,1	19,3	21,8
	1997	—	11,8	14,3	16,4	18,3	—
Кривое	1989	8,1	11,1	14,0	16,3	19,0	21,5
	1939	—	11,0	—	16,0	18,5	20,1
Пойма Оби	1986	—	—	18,9	21,9	25,7	31,7
	1997						

\*Иванова, 1962.

последние годы прослеживается тенденция увеличения численности самцов. В пойменных водоемах соотношение полов в среднем 1 : 3 или 1 : 4 в пользу самок; появление двуполой формы серебряного карася в верховьях Оби произошло в результате аутоакклиматизации серебряного карася из бассейна р. Амур и его внутривидовой гибридизации с типичной аборигенной формой этого вида [Журавлев, 1986].

Серебряный и золотой караси относятся к полициклическим порционно-нерестующим рыбам с прерывисто-асинхронным типом вителлогенеза. Кривая размерного состава ооцитов в период их трофоплазматического роста у однополых форм имеет двухвершинный полигон распределения, а у серебряного карася двуполой формы — трехвершинный. Диаметры ооцитов у выделенных групп карасей соответственно составляют 0,3—1,5 мм; 0,5—2,1 и 0,3—1,8 мм (рис. 10). Двух- и трехвершинный полигон распределения диаметра икринок в преднерестовый период подтверждается и различием в росте сеголеток карасей к концу вегетации [Демина, 1977; Журавлев, 1989б].

Наиболее высокие показатели абсолютной плодовитости (тыс. икринок) отмечены у карася пойменных водоемов:

Возрастная группа	Пойма Оби	оз. Бол. Островное
3+	27,6	9,1
4+	72,4	13,4
5+	245,5	20,2

Спектр питания серебряного карася не отличается разнообразием, характерно снижение потребления зоопланктона и увеличение доли растительной пищи при относительно стабильном во всех возрастных группах потреблении личинок хирономид.

Золотой карась — *Carassius carassius* (L.). Ареал обоих видов рода *Carassius* часто совмещенный, однако золотой карась встречается значительно реже, в промысловых уловах может полностью отсутствовать или быть в соотношении от 1 : 8 и даже 1 : 75. Избегает водоемы с минерализацией воды более



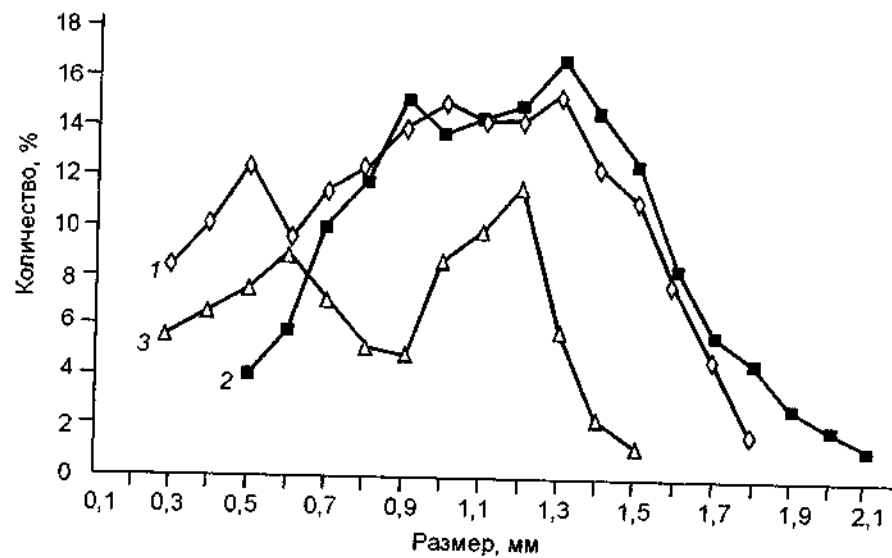


Рис. 10. Размерный состав ооцитов в яичниках серебряного карася в преднерестовый период.

- 1 — серебряный карась бисексуальной популяции (оз. Шибаво, 1986 г.);  
 2 — серебряный карась гиногенетической популяции (оз. Кривое, 1987 г.);  
 3 — золотой карась (оз. Кривое, 1987 г.).

5 г/л, обитает в литоральной зоне и заросших участках и озерах займищного типа зарастания.

В условиях края заметно сокращает свою численность, при неблагоприятных условиях обитания в небольших изолированных озерах становится "тугорослым", замедляет темп роста, превращаясь в карликовую морфу (*C. carassius m. humilis*). Г.М. Кривошеков [1953] считает, что основными экологическими факторами, обуславливающими распространение карасей и темп их роста, являются кормность водоема, степень кислотности и солености воды. Лучший темп роста золотого карася характерен для пойменных водоемов (см. табл. 65).

Половой зрелости достигает в возрасте 2+ и 3+ при длине тела от 12 до 14 см и массе 60—100 г. Соотношение полов близко 1 : 1. Индекс пищевого сходства между двумя видами карасей в оз. Кривое составил 57 %.

Язь — *Leuciscus idus* (L.). Ареал язя включает русло Оби с придаточными водоемами поймы, крупные пойменные озера (Шибаво, Телеутское, Кокуйское), нижнее и частично среднее течение главных притоков Оби — Чарыша, Аляя, Чумыша, Верх. Инн. Единично может встречаться в нижнем течении Бии и Катунн. Еще в начале XX в. ареал распространялся на верховые озера р. Барнаулка — Бахматовское, Зеркалы [Велижанин, 1930]. С 1996 г. язь становится промысловой рыбой в Бурлинских озерах.

В уловах язь встречается в возрасте до 9+ лет. Промысловое стадо состоит в основном из особей с длиной тела 30—37 см и массой 300—1100 г (более 60 %), значительную часть его уловов занимают неполовозрелые рыбы (в пределах 20 %). Численность язя в верховьях Оби сокращается, основная причина — вылов производителей в нерестовый период на устьевых участках притоков, в которых язь, как и щука, нерестится ранней весной и фактически не попадает под охранный режим.

Особенности роста язя в верховьях Оби показаны в сводной таблице для карповых рыб (см. табл. 69). Нарращивание длины и массы тела рыб относительно равномерно в возрастных группах до достижения половой зрелости, которая у язя наступает преимущественно в возрасте 5+ лет при длине тела 29—30 см и массе 500—600 г. Абсолютная плодовитость колеблется от 36,7 до 167,8 тыс. икринок, в среднем составляя 71,7 тыс. икринок; относительная плодовитость находится в пределах 56,5—104,9 шт/г [Журавлев, Соловов, 1984]. В большей мере показатели плодовитости зависят от массы гонад и массы рыб, о чем свидетельствуют высокие значения коэффициентов корреляции — соответственно 0,917 + 0,028 и 0,888 + 0,039. С возрастом рыб наблюдается тенденция увеличения относительной плодовитости и гонадосоматического индекса.

По типу питания язь — типичный эврифаг; по частоте встречаемости в его пищеварительном тракте преобладали жуки и их личинки — 62,5 %, личинки ручейников — 50,0, личинки стрекоз — 37,5, макрофиты — 25,0, личинки хирономид — 25,0 и моллюски — 12,5 %. Индекс наполнения колебался от 17,2 до 54,5 ‰, составляя в среднем 34,2 ‰.

Минимальная накормленность была характерна для преднерестового периода, максимальная — после его окончания. Основные участки нагула располагаются в низкой пойме, приустьевых участках крупных притоков, затонах.

**Гольян озерный** — *Phoxinus phoxinus* (P.). Широко распространен в лесостепной зоне края; многочисленный вид в мелких озерах рек Бурла, Кулунда, Касмала, Барнаулка. Чаще всего обитает вместе с карасями. Устойчив к дефициту кислорода. Массовое созревание происходит в возрасте 1+ и 2+ лет при массе 3—4 г.

По типу икротетания относится к порционнно-нерестующим видам; абсолютная плодовитость колеблется от 860 до 4450 икринок, составляя в среднем 2585 икринок. Нерест в конце мая при прогреве воды 12—15 °С.

**Плотва сибирская** — *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas). Широко распространена в водоемах Алтайского края, наиболее многочисленный вид в Оби и пойменных озерах. В Бии встречается до впадения р. Лебедь, по Катунь — до впадения р. Ишь, в Чарыше — до с. Белоглазово, в Чумыше — до устья р. Тогул, однако ее промысловое значение в указанных притоках незначительно. В массовых количествах отмечена в малых притоках правобережья Оби (Бол. Речка, Петровка, Камышенка, Бобровка, Верх. Иня) и некоторых предгорных озерах (Белое, Кольванское), промысловый вид в озерах р. Бурла и в водохранилищах р. Алей (Гилевское, Склюихинское).

В уловах попадает плотва в возрасте до 9+ лет, основная масса рыб в верховьях Оби вылавливается в возрасте 3+—5+ лет (до 85 %); в Бурлинских озерах — в возрасте 2+—4+ года. По районам промысла линейный и весовой рост подвержен значительным вариациям, зависящим от условий питания (табл. 67), четко прослеживается замедление роста в озерах при высокой численности и ограниченности кормовых ресурсов (Белое, в отдельные годы — Бол. Уткуль). И.И. Грезе [1953] на основе анализа данных 40-х годов по плотве в сибирских водоемах выделяет хороший темп ее роста только в двух озерах: Сартлан и Мал. Топольное, в которых пищевой служили организмы бентоса, особенно моллюски.

Таблица 67

Линейный рост (длина тела) плотвы водоемов Алтайского края, см							
Система, водоем	Годы исследований	Возраст, лет					
		2+	3+	4+	5+	6+	7+
<b>Бурлинская:</b>							
Мал. Топольное	1946*	12,1	16,0	20,5	25,0	27,7	—
	1979—1989	12,0	14,7	16,9	21,7	22,3	—
<b>Песчаное</b>							
	1979—1989	9,8	12,7	17,2	21,9	—	—
	1994	12,8	16,5	18,7	20,5	22,1	23,6
<b>Бийско-Чумышская:</b>							
Бол. Уткуль	1963**	9,4	11,0	12,0	12,8	13,9	16,5
	1968	11,0	13,2	15,3	16,5	17,6	19,8
	1979—1989	8,4	9,5	11,3	13,4	15,1	—
<b>Предгорная:</b>							
Белое	1984	5,8	7,5	8,4	10,1	12,3	13,8
<b>Водоохранилища:</b>							
Гилевское	1983, 1984	11,0	14,1	15,9	17,8	20,2	22,5
Склюихинское	1983, 1984	9,2	12,9	14,2	16,0	—	—
Верховья Оби	1979—1989	11,2	15,1	16,7	18,5	21,8	24,5

\*Данные И.И. Грезе (1946 г.).

\*\*Данные А.Н. Гундризера (1963 г., письменное сообщение).

В верховьях Оби у плотвы наблюдается тенденция увеличения показателей роста вниз по течению реки, обусловленное увеличением биопродуктивности поймы (табл. 68).

Половой зрелости плотва в верховьях Оби и материковых озерах достигает в возрасте 2+ — 3+ лет; минимальные размеры, при которых она становится половозрелой, зависят от условий обитания. Если в оз. Бол. Уткуль наименьшая длина

Таблица 68

Зависимость роста плотвы в верховьях Оби от биопродуктивности поймы						
Возраст	Чарыш		Алей		Касмала	
	Длина тела, см	Масса, г	Длина тела, см	Масса, г	Длина тела, см	Масса, г
3+	13,4	45	14,3	52	15,1	56
4+	14,6	56	17,3	80	16,9	83
5+	15,9	75	18,5	112	19,4	129

половозрелых рыб (самцов) составляла 8,8 см, а масса всего 10 г, то в Гилевском водохранилище соответственно 13,5 см и 47 г.

Абсолютная плодовитость плотвы закономерно увеличивается с возрастом, длиной и массой рыб; диапазон колебаний плодовитости у плотвы Гилевского водохранилища 10,2—20,4 тыс. икринок, у плотвы оз. Песчаное — от 1,8 до 10,7 тыс. икринок. Коэффициенты корреляции плодовитости и массы рыб статистически достоверны ( $r = 0,842 + 0,039$ ); зависимость плодовитости и длины рыб выражена менее четко ( $r = 0,629 + 0,086$ ).

В верховьях Оби нерест плотвы начинается при температуре воды 6—8 °С, окончание — при 13—16 °С и продолжается от первой декады до конца мая. Нерестовые миграции выражены слабо и направлены в устьевые участки впадающих рек и пойменные озера.

Для сибирской плотвы характерна эврифагия при низкой пищевой активности и широкой пищевой пластичности; она потребляет те доступные ей корма, которые меньше всего поедаются другими рыбами или находятся в изобилии и не требуют активного поиска [Грезе, 1953]. В пищевом спектре плотвы в верховьях Оби по частоте встречаемости преобладают макрофиты (41,8 %), личинки хирономид (32,5 %) и ручейники (25,1 %). Пик питания плотвы приходится на июль и август, когда индекс наполнения кишечника достигает соответственно 265 и 310 ‰.

Как массовый вид плотва не требует особых мер охраны, кроме запрета на лов в период нереста. Наоборот, в некоторых озерах и пойменных водоемах необходима интенсификация ее добычи.

Линь — *Tinca tinca* (L.). В верховьях Оби местообитания линя приурочены к пойменным озерам; значительно реже — к старицам и затонам. В равнинных озерах ареал линя сокращается: в 70-х годах исчез в Бол. Островном и Бакланьем, на грани исчезновения находится в верховьях р. Барнаулка — в озерах Горько-Перешеечное, Куличье, Парасково. Промысловое значение линя сохраняет в некоторых Бийско-Чумышских озерах (Бол. и Мал. Уткуль, Петровское). По сравнению с данными 60-х годов показатели роста линя практически не

изменились (табл. 69). Половой зрелости достигает в возрасте 2+ и 3+ лет.

Обитатель литорали и заросших участков, избегает открытой зоны. Нерестовых миграций не совершает. Как и караси, переносит зимний дефицит кислорода в воде до 1,0—1,5 мг/л, но значительно хуже — антропогенное загрязнение и увеличение минерализации воды. По классификации Международного союза охраны природы (МСОП), линь в Алтайском крае отнесен к сокращающимся видам [Соловов, 1998] и требует мер особой охраны, в том числе, создания маточного стада и искусственного воспроизводства в прудовых условиях.

Т а б л и ц а 69

Линейный рост (длина тела) некоторых карповых рыб в водоемах Алтайского края, см

Место лова	Год	Возраст, лет							
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Язь									
Верховья Оби	1984	8,5	16,0	20,6	24,3	29,9	34,6	37,2	40,5
Линь									
оз. Бол. Уткуль	1968	—	18,8	22,1	25,0	29,1	—	—	—
оз. Петровское	1939	—	13,2	16,8	19,2	22,1	25,0	26,6	29,0
	1968	—	18,5	23,4	25,5	30,5	—	—	—
оз. Кривое	1988	7,5	18,1	23,2	26,9	30,1	32,8	34,2	36,3
	1962	—	14,6	15,8	18,1	19,9	23,1	—	—
Гольян озерный									
оз. Кривое	1981	3,8	6,2	7,5	8,8	9,8	—	—	—
Золотой карась									
Степные озера	1962	—	8,9	11,9	14,2	15,1	16,8	—	—
оз. Бол. Островное	1962	6,4	9,3	11,4	12,6	13,8	14,3	16,1	—
оз. Кривое	1989	6,7	10,0	13,9	15,5	16,9	17,8	—	—
Пойма Оби	1986	—	—	14,4	15,8	17,3	18,6	—	—

## Семейство Окуневые — Percidae

В рассматриваемом регионе обитают три вида окуневых рыб: ерш — *Gymnocephalus cernuus* (L.); окунь — *Perca fluviatilis* L. и судак — *Stizostedion lucioperca* L. В крупных озерах с четко выраженными различными биотопами обитают две экоморфы окуня: первая — в литорали среди зарослей — травяной окунь (m. *phragmiteti*); вторая — в открытой части озер на более глубоких участках — глубинный окунь (табл. 70).

Таблица 70

## Линейный рост (длина тела) окуневых рыб, см

Система, водоем	Год	Возраст, лет					
		2+	3+	4+	5+	6+	7+
Окунь							
Бурлинская:							
Песчаное*		—	12,0	16,0	18,3	20,8	22,1
Мал. Топольное	1967	—	14,8	17,1	18,9	—	—
Бол. Топольное	1967	—	19,4	20,8	24,5	—	—
Кулундинская:							
Кривое	1962	13,1	17,1	18,1	21,6	—	—
Баклань	1962	—	12,8	15,2	18,1	19,8	—
Бийско-Чумышские:							
Красилово	1962	14,8	16,7	17,2	—	20,5	—
Бол. Уткуль	1968	12,5	15,5	16,5	18,5	—	—
Мал. Уткуль	1968	13,8	15,9	16,1	17,6	22,8	28,5
Петровское	1968	14,0	15,5	16,3	17,9	—	—
Предгорные:							
Белое	1979	—	7,7	8,7	9,8	11,8	12,1
Бассейн р. Алей							
Склоуха**		8,0	9,0	11,1	12,3	—	—
Пойма Оби	1997	13,6	17,9	20,4	23,2	—	—
Ерш							
Бассейн р. Алей:							
Склоуха	1983	6,8	8,0	—	—	—	—
Предгорные:							
Белое	1979	—	12,4	13,8	14,1	—	—

\*Усредненные данные за 1962, 1967 и 1980 гг.

\*\*Усредненные данные за 1975 и 1983 гг.

Ареал окуня сокращается в равнинных озерах, за последние 20 лет он выпал из промысла в Кулундинских озерах (сохранился только в оз. Мостовом), в Бол. Островном, Горько-Перешесечном.

Аллометрическое соотношение длина : масса рыб описывается соотношением  $W = a \cdot l^b$ , где  $W$  и  $l$  — параметры массы и длины тела;  $a$  и  $b$  — константы. Для абсолютного большинства рыб из водоемов Алтайского края эта функциональная зависимость массы пропорциональна кубу длины тела ( $2,52 < b < 3,57$ ). Коэффициенты корреляции ( $r$ ) связи этих параметров находятся в пределах 0,985—0,999; ошибка уравнения регрессии ( $S_0$ ) не превышает 0,027—0,277 (табл. 71).

Таблица 71

## Аллометрические соотношения массы и длины тела у рыб из водоемов Алтайского края

Вид	Коэффициент регрессии		$r$	$S_0$
	$a$	$b$		
Сибирский осетр*	0,007	3,003	0,996	0,129
Стерлядь*	0,170	2,009	0,998	0,152
Серебряный карась*	0,072	2,614	0,998	0,075
Серебряный карась**	0,060	2,826	0,999	0,042
Золотой карась**	0,029	3,043	0,997	0,087
Язь*	0,032	2,861	0,998	0,101
Гольян озерный**	0,011	3,350	0,997	0,074
Плотва*	0,007	3,307	0,999	0,034
Плотва**	0,030	2,843	0,999	0,027
Линь**	0,008	3,394	0,993	0,083
Щука*	0,011	2,959	0,985	0,227
Щука**	0,001	3,574	0,999	0,046
Нельма*	0,003	3,267	0,992	0,151
Хариус*	0,014	3,054	0,999	0,048
Таймень*	0,007	3,091	0,998	0,146
Окунь*	0,079	2,584	0,997	0,058
Окунь**	0,002	3,271	0,991	0,156

\*Верховья Оби.

\*\*Равнинные озера.

Из приведенного списка исключение составила стерлядь, для которой параметры массы и длины тела связаны квадратичным соотношением ( $b = 2,009$ ), что, вероятно, свидетельствует о замедлении весового роста по отношению к приростам длины тела в старших возрастных группах.

### 7.3. Динамика уловов и рыбопродуктивность водоемов

Рыбохозяйственная классификация водоемов по преобладающему составу ихтиофауны может быть классифицирована на основе выделения следующих типов сообществ промысловых видов:

— моновидовой тип ихтиоценоза (рыбопромыслового сообщества) — ихтиофауна водного объекта представлена 1 видом;

— олиговидовой тип ихтиоценоза — в составе ихтиофауны выделяются вид-доминант и 2—3 вида рыб, имеющих второстепенное значение в промысле или любительских уловах;

— мезовидовой тип ихтиоценоза — выделяется 1, реже 2 вида-доминанта, составляющих вместе 50 % общего вылова; 2—4 вида-субдоминанта, суммарно составляющие 25—30 % улова, и группа видов-статистов, встречающихся в промысловых или любительских уловах в качестве прилова;

— теоретически возможен и поливидовой тип ихтиоценоза, в котором разделение видов доминантов и субдоминантов затруднительно; состав ихтиофауны характеризуется значительным биоразнообразием и каждый вид равномерно представлен в уловах.

В рыбохозяйственном озерном фонде Алтайского края к первой группе водоемов отнесены хариусовые озера предгорной зоны (рыбопродуктивность 5—10 кг/га) и некоторые карасевые озера степной зоны в регрессивной фазе водности, когда в результате их обмеления и осолонения из состава ихтиофауны выпадает озерный голянь и золотой карась, и в сообществе остается только тугорослая форма серебряного карася. Ко второй группе отнесены карасевые озера регулярного промысла (Кулундинская, Касмалинская и Барнаульская системы) с рыбопродуктивностью 30—40 кг/га. К третьей группе мезовидовых ихтиоценозов отнесены плотвично-окуневые озера

(Бурлинская и Бийско-Чумышские системы) с рыбопродуктивностью 50—70 кг/га. Четко выраженных поливидовых сообществ рыб в озерном фонде Алтайского края нет.

В рыбохозяйственном речном фонде Алтайского края можно выделить следующие типы водоемов: 1) хариусовый, 2) ельцовый, чаще ельцово-плотвичный, 3) плотвично-лещевый и 4) карасево-окуневый. Первые два типа водотоков могут быть отнесены к группе олиговидовых ихтиоценозов; они характерны для рек предгорной зоны и Бийско-Чумышской возвышенности, их рыбопродуктивность не превышает 5—15 кг/км. Плотвично-лещевый тип преобладает в составе речного фонда притоков Оби первого порядка на равнинной территории края, рыбопродуктивность этих рек может достигать максимальных значений — 50—100 кг/км. К карасево-окуневым рекам отнесена часть малых левобережных притоков Оби (Барнаулка, Касмала, Кулунда), для которых в зимний период наблюдается дефицит растворенного в воде кислорода на отдельных участках; рыбопродуктивность рек невысока (20—30 кг/км). Видовой состав ихтиофауны рек плотвично-лещевого и карасево-окуневого типов может быть разнообразным, они относятся к группе мезовидовых сообществ. Поливидовой тип сообщества в составе речного фонда может быть выделен для русловой части Оби и ее главных притоков. Рыбопромысловая статистика по водоемам Алтайского края [Лузанская, Савина, 1956] и данные Алтайской озерно-речной лаборатории позволяют оценить изменение качественного и количественного состава уловов за 60 лет. За период 1937—1997 гг. уловы колебались от 459,7 до 2182,7 т, т.е. почти в 5 раз. Минимальные уловы были характерны для конца 60-х и начала 70-х годов как результат отрицательного влияния низкой водности в пойме Оби и в равнинных озерах в течение 2 лет подряд (1967, 1968 гг.). Максимальные уловы приходились на военные годы и были результатом интенсификации промысла даже в ущерб сырьевой базе, строгой сохранности улова и практически отсутствия браконьерского лова (см. прилож. 8) [Соловов, 1986].

В динамике уловов рыбы по Алтайскому краю отчетливо прослеживается увеличение значения крупного частика как результат интродукции леща в верховья Оби и выращивания

Таблица 72

## Динамика уловов рыбы и их качественного состава

Период лова	В среднем за год, т	Лососевые и сиговые		Крупный частик		Мелкий частик	
		т	%	т	%	т	%
1937—1940	1483	7	0,5	186	12,5	1287	87,0
1941—1945	1746	4	0,3	152	8,9	1583	90,8
1946—1950	1505	4	0,7	136	9,0	1363	90,3
1951—1955	1100	3	0,3	96	8,7	991	90,1
1956—1960	1063	2	0,2	101	9,5	962	90,5
1961—1965	1160	—	—	156	13,4	990	85,3
1966—1970	779	47	6,0	85	10,8	657	83,3
1971—1975	860	66	7,6	98	11,3	660	76,7
1976—1980	951	62	6,6	198	20,8	691	72,7
1981—1985	977	41	4,2	337	34,5	599	61,3
1986—1990	1370	40	2,9	382	27,9	945	68,9
1991—1995	954	—	—	191	20,0	763	80,0
1996—1997	914	4	0,4	305	33,4	605	66,2

сазана в озерах (табл. 72). Если в начале статистических наблюдений улов сиговых и лососевых рыб в регионе базировался на их промысле в речной системе, то во втором периоде — за счет выращивания в прудах и озерах. Одновременно увеличивается рыбохозяйственное значение озер: в 50-е годы речные водоемы обеспечивали 50—60 % общего улова, в последние годы — только 15—20 % (рис. 11).

Для сравнения видового состава уловов использованы две даты с наиболее близкими значениями объема уловов (1946 и 1990 гг.), что позволяет репрезентативно оценить изменение видового состава и промыслового значения отдельных видов в условиях активного антропогенного вмешательства (нарушение миграционных путей, интродукция новых видов, рост загрязнения и др.).

В составе улова 1946 г. зафиксированы 10 видов: стерлядь, нельма, хариус, щука, плотва, язь, линь, караси, окунь и налим; более 70 % его объема составляли плотва и караси. В статистике 1990 г. учтено также 10 видов, в том числе рыбы, интродуцированные в Верхнюю Обь, — лещ, сазан, судак. Основу промысла явно составляют караси — 63,8 %; осетровые и лососевые в статистике не учитываются, на грани выпадения

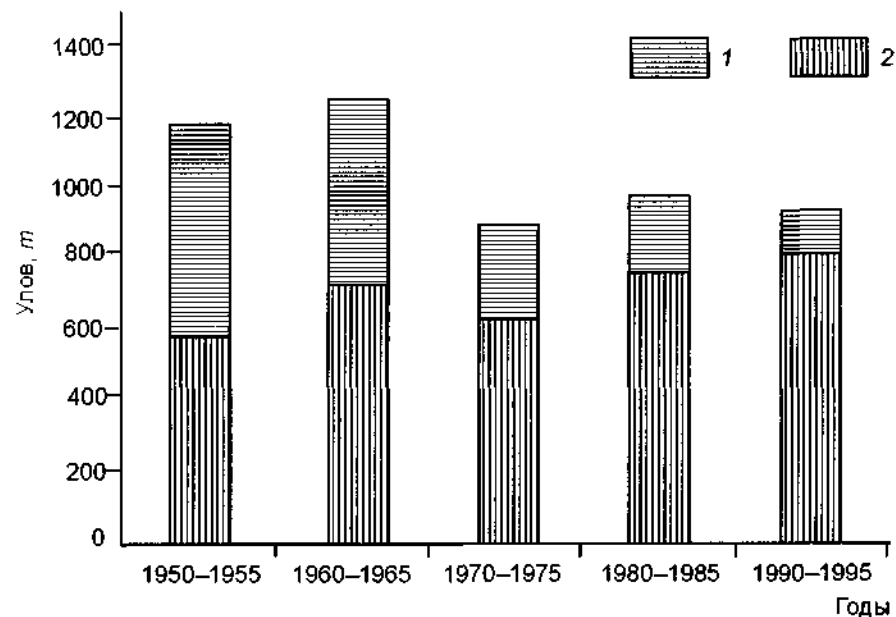


Рис. 11. Динамика уловов по типам водоемов.

1 — верховья Оби; 2 — материковые озера.

из уловов также линь, окунь и налим (табл. 73). Заметно сокращается промысловое значение щуки и плотвы. Даже принимая во внимание, что официальная статистика в последние годы не учитывает возможности любительского и лицензионного лова, расхищения части крупного частика из промысловых уловов, можно заключить, что для верховьев Оби характерно нарушение стабильности сырьевой базы.

Одна из причин снижения статистических уловов заключается в изменении видовой направленности промышленного лова, что особенно характерно для промысловой популяции плотвы, добыча которой стала фактически невозможной вследствие прилова молоди леща. Кроме того, низкие уровни воды в пойме Оби в конце 60-х годов отрицательно сказались на воспроизводстве рыбы и ее численности. Многие места традиционного промысла рыбы временно потеряли рыбохозяйственное значение, лов на них был прекращен и в последующие годы не восстановлен. Одновременно на материковых

Т а б л и ц а 73

## Изменение состава уловов в водоемах Алтайского края

Вид	1946 г.		1990 г.	
	т	%	т	%
Стерлядь	2,1	0,1	—	—
Нельма	2,1	0,1	—	—
Хариус	2,1	0,1	—	—
Пелядь	—	—	0,1	—
Щука	54,2	2,6	8,4	0,4
Плотва	794,6	38,1	344,8	18,0
Язь	10,4	0,5	1,2	0,1
Линь	83,4	4,0	—	—
Лещ	—	—	149,8	7,8
Сазан (капр)	—	—	119,3	6,2
Караси	717,5	34,4	1223,7	63,8
Окунь	264,8	12,7	15,2	0,8
Судак	—	—	3,4	0,2
Налим	12,5	0,6	0,1	—
Мелочь, не распределенная по видам	141,8	6,8	51,6	2,7
Всего...	2085,5	100,0	1917,8	100,0

озерах росли масштабы товарного выращивания сиговых и карповых рыб, что способствовало переносу центра промышленного рыболовства на эти водоемы. Зброшенные рыбной промышленностью места промысла были заняты базами отдыха и рыбаками-любителями. По данным инспекции Росрыбвода, любительский лов рыбы использует в верховьях Оби до 70 % рыбных запасов [Ворсин, Гросс, 1980].

Как и в общем видовом составе уловов рыбы по Алтайскому краю, в верховьях Оби произошло увеличение значения крупного частика, которое достигнуто за счет интродукции восточного леща. Второй интродуцент — судак — прироста вылова не обеспечил. Для других видов, включаемых в категорию крупного частика, характерно заметное снижение уловов. Заметные изменения произошли и в количественном составе мелкого частика: снизилось значение окуня и плотвы; для карася, наоборот, характерен рост промыслового значения (табл. 74). Сибирская плотва во все периоды остается одним

из основных объектов промысла, снижение ее уловов объясняется прежде всего переориентацией на добычу крупного частика близнецовыми неводами и сокращением закидного и запорного неводного лова в пойме в связи с неизбежным приловом молоди леща.

В верховьях Оби продуктивность водоемов увеличивается вниз по течению с одновременным увеличением площади поймы и сроков ее затопления. При оценке рыбопродуктивности рыбопромысловых участков региона следует также учитывать расположение водоемов в генетическом ряду: русло — протоки — затоны — пойменные озера, соединенные истоками с руслом или протоками. В среднем рыбопродуктивность увеличивается вниз по течению в русловой части Оби от 0,03 до 0,18 т/км, в протоках и затомах — от 0,1 до 0,5 т/км, в заливных пойменных озерах — от 0,5 до 2,5 т/км<sup>2</sup>.

Корреляционный анализ связи уловов рыбы в верховьях Оби с водностью (высотой уровня воды и продолжительностью паводка) показал наличие достоверной связи средней сопряженности только между среднегодовыми уровнями воды за период открытой воды и уловами через 3 года ( $r = 0,642$ ) и высотой уровня воды в мае и уловами через год ( $r = 0,651$ ). Взаимная связь температуры и высоты уровня воды обус-

Т а б л и ц а 74

## Видовой состав уловов в верховьях Оби в различные периоды лова

Вид	1950—1954 гг.		1960—1964 гг.		1970—1974 гг.		1980—1984 гг.		1990—1994 гг.	
	т	%	т	%	т	%	т	%	т	%
Стерлядь	3,0	0,5	0,4	0,1	—	—	—	—	—	—
Хариус	3,0	0,5	0,9	0,2	—	—	—	—	—	—
Щука	57,0	9,6	68,3	13,1	24,2	8,5	17,0	7,5	2,8	2,4
Язь	10,6	1,8	17,8	3,4	7,4	2,5	2,8	1,2	0,6	0,5
Лещ	—	—	—	—	40,3	14,5	82,6	36,4	72,0	60,8
Судак	—	—	—	—	0,6	0,2	2,5	1,1	1,3	1,1
Плотва	347,0	58,5	328,3	62,9	158,0	55,8	82,5	36,3	18,1	15,3
Караси	109,6	18,1	60,0	11,5	36,3	12,8	35,4	15,6	23,4	19,7
Окунь	55,0	9,6	28,6	5,5	7,1	2,5	3,8	1,7	0,3	0,3
Мелочь, 3 группы	3,7	0,5	6,4	1,2	8,4	3,0	—	—	—	—
Налим	5,2	0,9	11,1	2,1	0,6	0,2	0,4	0,2	—	—
Всего...	596,0	100,0	521,9	100,0	283,0	100,0	227,0	100,0	118,5	100,0

ловливает сложный характер влияния этих факторов на уловы рыбы. Для условий Оби уровенный режим имеет большую значимость для воспроизводства рыбы, чем температурные условия вегетационного периода [Соловов, 1984б].

В материковых озерах Алтайского края уловы рыбы имеют тенденцию увеличения, достигнув максимального значения в 1986 — 1990 гг., когда среднегодовой улов достиг 1039 т и составил 75,8 % его общего объема (табл. 75). На этот же период приходится максимальные уловы в Бурлинских озерах и в основном рыбохозяйственном водоеме Касмалинской системы — Бол. Островном. Многолетняя рыбопродуктивность плотвично-окуневых озер составляет 40—45 кг/га, карасевых — от 20 до 30 кг/га, хотя в отдельные годы в карасевых озерах вылов рыбы достигает 50—60 кг/га.

Быгующее мнение о снижении рыбопродуктивности подтверждается промысловой статистикой только по промысловым участкам верховьев Оби. По данным Б.Г. Иоганзена [1953], средний улов рыбы по Верхнеобскому рыбохозяйственному речному району в пределах края за 1945—1951 гг. составлял 680 т, по озерным участкам — 580 т. Даже с учетом уловов рыбаков-любителей и неучитываемой статистикой части промыслового улова современная рыбопродуктивность верховьев Оби снизилась в 3—4 раза.

Рыбопродуктивность регулярно используемых для промысла озер за счет выполненных рыбоводно-мелиоративных ме-

Таблица 75

Динамика уловов и рыбопромысловое значение озер Алтайского края

Период лова	Улов всего, т	В том числе по озерам		Бол. Остров- ное	Бурлин- ские озера
		т	%		
1946—1950	1505	690	48,8	153	227
1951—1955	1100	622	56,5	106	206
1956—1960	1063	634	59,6	54	148
1961—1965	1160	684	58,9	47	258
1966—1970	779	542	69,6	68	144
1971—1975	860	555	64,5	104	198
1976—1980	951	667	70,1	89	247
1981—1985	977	549	56,2	90	198
1986—1990	1370	1039	75,8	170	400
1991 и 1995	954	860	90,1	131	575

роприятий выросла в 1,6 раза, хотя стабильность промысла ухудшилась, что хорошо заметно по динамике уловов в оз. Бол. Островное, диапазон колебаний которых составляет даже по среднепятилетним значениям 47—170 т.

Методика рыбопромысловых прогнозов для водоемов Алтайского края разработана как по сырьевой базе (оптимальный улов), так и с учетом современной интенсивности промысла (среднесрочный прогноз).

Экологический метод определения потенциальной рыбопродуктивности основан на мониторинговом исследовании гидрологического и гидробиологического состояния водоемов с учетом антропогенной нагрузки по 10-балльной шкале комплексной оценки с приведением суммы набранных баллов к потенциальной рыбопродуктивности по уравнению линейной регрессии [Журавлев, 1986, 1989а]. Фактическая рыбопродуктивность рек и озер Алтайского края составляет 50—75 % от потенциальной рыбопродуктивности (сырьевой базы).

Для оценки современного состояния промысла по типам водоемов удовлетворительная аппроксимация достигается решением параметров модели Фокса [Fox, 1970], которая предполагает криволинейную связь между уловами  $Y$  и промысловым усилием  $C_f$  по уравнению

$$\ln C_f = a - bf, \quad (7.1)$$

где  $C_f$  — улов на единицу усилия, т;  $f$  — количество орудий лова, шт.;  $a$  и  $b$  — коэффициенты регрессии.

Согласно модели Фокса можно рассчитать оптимальные характеристики промысла и состояния запаса с использованием уравнений

$$f_{\text{оптим}} = 1/b; \quad (7.2)$$

$$Y_{\text{max}} (\text{оптимальный улов}) = e^{a-1/b}; \quad (7.3)$$

$$C_f (\text{оптимальное промысловое усилие}) = e^{a-1}. \quad (7.4)$$

Входной информацией служат данные по уловам ( $Y$ ) и промысловым усилиям ( $f$ ). Первый этап использования модели — расчет промыслового усилия  $C_f$ , коэффициентов  $a$  и  $b$ ;



Таблица 76

Оптимальный уравновешенный улов по типам водоемов

Годы исследований	Верховья Оби		Озера			
	Y, т	f, шт.	плотвично-окуневые		карасевые	
			Y, т	f, шт.	Y, т	f, шт.
1971—1975	305	1250	198	6	357	8
1976—1980	284	1170	247	7	420	9
1981—1985	328	950	198	6	451	9
1986—1990	331	940	400	10	639	12
1991—1995	94	390	575	12	285	8
<i>r</i>	0,841		0,987		0,717	
<i>a</i>	2,506		3,142		3,202	
<i>b</i>	0,003		0,028		0,017	
<i>C<sub>f</sub></i> , т/шт.	0,44		8,52		9,04	
<i>Y<sub>max</sub></i> , т	146,6		304,3		531,8	

$C_f$  определяется как  $Y/f$ ; коэффициенты  $a$  и  $b$  — решением системы уравнений типа  $y = a + bx$ .

Модель удовлетворительно аппроксимирует зависимость при условии наличия высокой корреляционной связи между заданными параметрами ( $r > 0,7$ ).

Решение параметров уравнения Фокса по основным промысловым районам Алтайского края (верховья Оби, плотвично-окуневые и карасевые озера регулярного и периодического лова) в целом подтверждает правомочность использования данной модели для составления рыбопромысловых прогнозов [Журавлев, 1991а].

На основании данных по участию в промысле закидных и близнецовых неводов на озерах, а также ставных сетей в пойме верховьев Оби рассчитан максимально уравновешенный улов по выделенным районам промысла: верховья Оби — 150 т, плотвично-окуневые озера регулярного промысла — 300 т, карасевые озера регулярного и периодического лова — 500 т (табл. 76).

Поскольку фактический вылов за последнее пятилетие в озерах в среднем составил 860 т, а по речной системе — 94 т, ошибка прогноза вылова по вышеприведенной модели не превышает 5—15 %.

## Глава 8

ПЕРСПЕКТИВА РЫБОВОДНОГО ОСВОЕНИЯ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

## 8.1. История рыбоводно-интродукционных работ

Рыбоводно-интродукционные работы в Алтайском крае проводились по трем направлениям: интродукция новых видов и рыбоводство в естественных водоемах; развитие прудового рыбоводства и совершенствование его базы; организация индустриальных озерных и тепловодных хозяйств. По всем перечисленным направлениям рыбоводства в алтайских водоемах были доказаны перспективность и право на дальнейшее их развитие.

В истории рыбоводно-интродукционных работ на водоемах Алтайского края следует выделить три периода, отличных по продолжительности, набору видов-интродуцентов, целевому назначению выполняемых мероприятий и их результатам.

**Первый период** связан с продвижением в Сибирь сазана и карпа: в 1932 г. из Капитоновского рыбопитомника Оренбургской области в пруды Алейского района перевезен карп, позднее (1935 г.) в Бурлинские озера — балхашский сазан. В настоящее время в прудах края обитают потомки оренбургского (галицийского зеркального) карпа, которые стали исходным материалом для формирования алтайской породы [Иванова, 1981]. Попытки расселения карпа по естественным водоемам в 30-е годы (оз. Бахматовское, р. Алей) не дали положительного результата.

Начало интродукции сазана совпало с высокими уровнями воды в Бурлинских озерах, что способствовало распространению и нарастанию численности по всей системе. Однако последующее состояние уровней озер в регрессивную фазу водности привело к гибели вида зимой 1952 г. В оз. Бол. Ут-

куль, куда балхашский сазан был перевезен в 1941 г., он акклиматизировался, но при отсутствии покровительственных мер в период нереста не создал промысловой численности.

В рассматриваемом периоде была проведена попытка акклиматизации дальневосточных лососей. В 1932—1933 гг. в оз. Светлое (бассейн р. Кокша) было инкубировано 3,6 млн икры кеты и 2,3 млн ее личинок выпущено в р. Катунь. Вселение кеты не дало положительного результата. Постоянный зимний дефицит растворенного кислорода в среднем течении Оби не способствовал акклиматизации вида [Йоганзен, Петкевич, 1952].

В первый период рыбоводно-интродукционных работ (30—50-е годы) была в принципе доказана возможность акклиматизации сазана в естественных незаморных водоемах края и целесообразность выращивания его культурной формы в прудовых хозяйствах. Работы этого периода носили пробно-поисковый характер, ограничивались незначительным числом экспериментируемых видов и не обеспечивались глубоким научным анализом и последующим контролем за результатами интродукции.

Второй период интродукционных работ на территории края начался со вселения леща из оз. Убинское в Новосибирское водохранилище и верховья Оби в районе Барнаула (1957—1961 гг.). Результаты оказались обнадеживающими, что вызвало желание переселить леща и в некоторые равнинные озера (1963—1970 гг.). Для периода свойствен научно обоснованный подход к выбору объектов интродукции, при котором учитывалось соответствие биотопических характеристик водоемов вселения жизненным потребностям интродуцентов. Были увеличены масштабы перевозимого посадочного материала и числа заселяемых озер, что сказалось на общих результатах проводимых работ [Соловов, 1972]. Интродукционно-рыбоводные работы охватили девять ценных с хозяйственных позиций видов рыб: радужную форель, рипуса, пелядь, сига-лудогу, сазана, леща, белого амура, обыкновенного толстолобика, судака.

Кроме верховьев Оби и ее притоков работы по зарыблению проводились в наиболее перспективных равнинных озерах, из них лещ был вселен в 11, пелядь — в 10, рипус — в 2,

лудога — в 3, фитофаги — в 2, сазан — в 5 озер [Соловов, 1967, 1972а; Соловов, Новоселова, 1977; Новоселов, 1978]. Полный хозяйственный эффект получен от акклиматизации леща, судака и радужной форели в верховья Оби [Соловов, 1971; Новоселов, 1977; Ростовцев, 1980]. Временный хозяйственный эффект достигался от интродукции пеляди, рипуса, леща и сазана в оз. Песчаное Бурлинской системы и леща в оз. Бакланье Кулундинской озерной системы [Соловов, Новоселова, 1979а; Новоселов, 1979; Сатюков, 1979].

Интродукция леща в озера равнинной территории края проводилась поэтапно. Одновременно с верховьями Оби были зарыблены два озера: Бакланье (1958 г.) и Бол. Уткуль (1959 г.), а с 1962 г. началось планомерное его расселение в другие равнинные озера. Важно отметить, что после 1967 г. посадочный материал для переселения леща заготавливался в Новосибирском водохранилище и верховьях Оби (у с. Шелаболиха, пос. Казенная заимка). На равнинной территории полной акклиматизации леща в озерах препятствовали периодические зимние заморы, поэтому от 11 его посадок в различные озерные системы он сохранился только в незаморных правобережных озерах — Бол. Уткуль, Петровское и частично в водоемах р. Бурла.

Первым видом из семейства сиговых, завезенных в водоемы края, был уральский рипус. Из Аракульского рыбозавода в 1963 г. в озера Песчаное и Мал. Топольное (р. Бурла) было доставлено и инкубировано соответственно 5,4 и 2,2 млн икринок. Как показали наблюдения, рипус за 2 года хорошо набрал массу и осенью 1965 г. уже достиг половой зрелости. Однако акклиматизации вида (как это наблюдалось в оз. Сарлан Новосибирской области) не произошло. Рипус частично был отловлен, а оставшийся погиб от замора зимой 1966/67 г. [Соловов, 1967]. Вселение пеляди в водоемы края было начато весной 1966 г. и продолжалось до 1992 г. В целом во втором периоде произошло окончательное осознание невозможности акклиматизации большей части вселяемых объектов. Нестабильная гидрологическая ситуация на водоемах равнинной территории края продиктовала переход к упрощенной схеме интродукции, целью которой ставилось быстрое (как правило, в течение одного—двух вегетационных периодов) наращивание

рыбами товарной массы. Этим обусловлен набор объектов интродукции, характеризующихся повышенным темпом роста и хорошими вкусовыми качествами. Положительные результаты достигнуты только при 1—2-летнем выращивании сиговых.

На статистических уловах рыбы итоги рыбоводно-интродукционных работ стали сказываться с середины 60-х годов: за 1966—1971 гг. сдано более 300 т сиговых, 20 т сазана и 100 т леща. В уловах стал встречаться судак, в видовом составе уловов выращиваемые виды достигли 9,3 %. Во втором периоде фауна рыб водоемов края из ценных видов пополнилась восточным лещом, судаком и радужной форелью.

Третий период интродукционно-рыбоводных работ характеризуется окончательным переходом к товарному выращиванию. Ответственным моментом периода стала отработка оптимальных комплексов поликультуры в различного типа водоемах. Для этого требовалось большое количество посадочного материала, в крае стали создавать специализированные рыбоводные объекты: Мамонтовский инкубационный цех сиговых, Уткульский озерно-прудовый комплекс, Завьяловский и Бурлинский рыбопитомники. Для выращивания посадочного материала использовались также все типы пригодных для этой цели водоемов: малые питомные озера, отчлененные заливы, старицы, пруды-спутники [Новоселова, 1982, 1986].

Принимаются меры по созданию маточных стад сиговых и карповых рыб: проводится интродукция пеляди в озера Горного Алтая [Гундризер, Попков, 1984, 1991; Новоселов, Новоселова, 1998] и предгорной зоны — оз. Белое [Новоселова, Студеникина, 1978; Новоселова, 1981; Журавлев, 1984, 1980]. Разрабатываются рыбоводно-биологические обоснования по формированию маточных стад сиговых в озерах Кольванском, Красилковском, Склюихинском водохранилище [Новоселова, 1986]. Из акклиматизационных мероприятий на третьем этапе следует отметить вселение леща в Склюихинское водохранилище и карпа в Гилевское и бассейн р. Алей [Новоселов, 1984в].

Для периода характерно начало воспроизводства в верховьях Оби сазана и карпа (в устьевых участках рек Алей, Бол. Калманка, Бол. Иня, Селезневской протоке). Как ре-

зультат внедрения поликультуры в прудовое рыбоводство в речных в уловах до середины 90-х годов встречались оба вида толстолобиков — белый и пестрый, белый амур, пелядь.

В третьем периоде закончена разработка биотехники выращивания в прудах радужной форели и создано сибирское стадо ее производителей [Ростовцев, 1984]; завершается формирование маточного стада растительноядных рыб [Филиппов, 1980]. Одновременно при отсутствии должного ветеринарного контроля в водоемы края вместе с ценными видами занесены верховка, девятиглая колюшка. Вместе с растительноядными рыбами в водоемы проник возбудитель инвазионного заболевания ботриоцефалус (*Bothriocephalus gowcongensis* Gen.). В питании осетра р. Оби зафиксировано наличие мизид (*Neomysis intermedia*), проникших в верховья Оби из Новосибирского водохранилища (осень 1997 г., протока Федуловская).

Продолжались регулярные работы по интродукции сиговых рыб для товарного выращивания. За 1971—1984 гг. в равнинные озера края было выпущено 430 млн личинок сиговых рыб, из которых около 390 млн составляла пелядь [Соловов, Новоселова, 1994]. Кроме того, в разные годы использовались и другие виды сиговых рыб: европейская и сибирская ряпушки, муксун, байкальский омуль, севанские сиги, сиг-лудога. Все указанные виды показали хороший темп роста в солоноватых озерах края, но их широкое внедрение в поликультуру выращиваемых рыб сдерживалось нерегулярным поступлением посадочного материала. Суммарный улов сиговых в третьем периоде — 612 т. Промысловый возврат от 1 млн неподрощенных личинок сиговых в среднем составил 1,5 т, в некоторые годы эффективность сиговодства достигала 5,2 т (1971 г.) и 5,7 т (1973 г.). В неблагоприятные годы с жарким летом и заморными зимами промысловый возврат снижался до 0,3—0,6 т от 1 млн выпущенных в водоем личинок.

Уловы интродуцентов характеризовались нестабильностью во всех типах водоемов; годовые уловы леща в верховьях Оби колебались в пределах 32—255 т, в Бурлинских озерах — 1,1—81,2, уловы сиговых в равнинных озерах — 6,8—115,9, карпа и сазана — 1,0—29,3 т.

За три периода рыбоводно-интродукционных работ в Алтайском крае в плановом порядке было использовано

19 видов рыб, с которыми дополнительно завезено еще 3. Акклиматизировались и дали хозяйственный эффект только 6 видов: радужная форель, пелядь, лещ, сазан, судак, амурская форма серебряного карася. Перспективным оказалось товарное выращивание омуля, ряпушки сибирской и сига-лудоги.

Для второго и третьего периодов характерно интенсивное развитие в крае прудового рыбоводства. Первое полносистемное карповое хозяйство было организовано в 1964 г. на р. Зиминка в совхозе "Раздольный". Хозяйство продолжительное время было пионером прудового рыбоводства в Западной Сибири [Иванова, Иванов, 1972]. В период интенсивного развития прудового рыбоводства (70—80-е годы) в крае функционировали четыре специализированных рыбоводческих совхоза: "Зеркальный" (бывший "Павлозаводской") — на р. Фунтовка, "Рыбный" на р. Тараба, "Бирюкса" (бывший "Мичуринец") на реках Каменка и Сараса, "Калманский" — на реке Бол. Калманка, которые ежегодно обеспечивали выход 4 млн сеголетков при средней рыбопродуктивности 0,5—1,5 т/га.

Специализированное озерное рыбоводство в крае начало развиваться с 1967 г. и совпало с началом систематического зарыбления озер сиговыми и карповыми рыбами. Базой для развития озерного рыбоводства стало строительство Мамонтовского инкубационного цеха сиговых рыб (1978 г.) и Бурлинского сазаньего рыбопитомника (1972 г.). Схемой развития и размещения рыбного хозяйства, разработанной Алтайской озерно-речной лабораторией СибрыбНИИпроект, предусматривалась организация восьми озерных товарных хозяйств (ОЗТХ) с акваторией до 8,4 тыс. км<sup>2</sup> [Соловов, 1984б]. Первыми объектами реализации указанной схемы стали Уткульский, Мамонтовский, Бурлинский и Завьяловский рыбхозы, имеющие в своем составе рыбопитомники, зимовальные комплексы или пруды, пруды-спутники, холодильники и базу переработки рыбной продукции.

К середине 80-х годов были достигнуты определенные результаты: доказана перспективность выбранных направлений; отработаны основные технологии получения посадочного материала, в том числе молоди жизнестойких стадий [Новоселова, 1986]. Наиболее перспективными оказались два способа: выращивание поликультуры молоди рыб в специально приспособ-

собленных питомных озерах и двукратное использование приозерных прудов-спутников. Для выращивания молоди в озерных рыбхозах предполагалось использовать и благоустроить 20 км<sup>2</sup> питомных озер и 0,7 км<sup>2</sup> прудов-спутников.

## 8.2. Итоги интродукции леща, сазана и судака

Реконструкция промысловой ихтиофауны южной зоны Западной Сибири, в том числе и верховьев Оби, руководствовалась классическими исследованиями А.И. Березовского [1927] и П.Л. Пирожникова [1929], обосновавших возможность акклиматизации в регионе карповых рыб, в том числе леща и сазана.

Лещ. В период с 1963 по 1970 г. интродукция леща в озера равнинной зоны Алтайского края проводилась регулярно, основными водоемами вселения были озера Песчаное, Бол. Островное, Бол. Уткуль. Наиболее интенсивно оно шло с 1965 по 1968 г., в течение которых из водоемов Новосибирской области было завезено 63,8 тыс. производителей леща, что составило 50 % всех перевозок этого вида на территорию края (табл. 77).

За почти 20-летний период интродукции леща на территории Алтайского края было зарыблено 11 равнинных озер, 1 водохранилище комплексного назначения и верховья р. Оби. Только в речной системе вселение леща закончилось натурализацией, однако и кратковременные хозяйственные результаты интродукции оказались довольно впечатляющими в озерах Песчаное, Бакланье [Соловов, 1970; Новоселов, 1984а, 1989].

Исходную форму алтайской популяции представляет лещ, завезенный из бассейна р. Урал в оз. Убинское, относящийся к восточному (арало-каспийскому) подвиду *Abramis brama orientalis* (Berg).

До середины 60-х годов в верховьях Оби не встречался лещ старше 6 лет. С 1967 г. в промысловой популяции наблюдалось постепенное увеличение возрастных групп. По результатам наблюдений в 1976 г. в протоке Заломная учтено 12 возрастных групп, на следующий год в устье р. Бол. Калманка — 13,

Таблица 77

## Интродукция леща в водоемы Алтайского края

Система, водоем	Период зарыбления, годы	Количество посадочного материала, тыс. экз.	Плотность посадки, экз/га	
			средняя	колебания
Верховья Оби	1957	22,20	—	—
Бурлинская:				
оз. Мал. Топольное	1962	2,10	1,50	—
оз. Песчаное	1963—1970	34,78	1,70	0,60—3,60
оз. Бол. Топольное	1965—1967	3,20	0,10	0,10—0,20
Кулундинская:				
оз. Горько-Лебяжское	1968	0,50	1,40	—
оз. Мостовое	1962	0,80	0,20	—
оз. Бакланье	1958—1974	3,97	2,30	0,20—6,40
оз. Кривое	1963—1966	1,80	0,90	0,30—1,60
Касмалинская				
оз. Бол. Островное	1966—1969	22,75	2,00	0,30—3,30
Барнаульская				
оз. Зеркалы	1966	3,80	1,70	—
Алейско-Чарышская:				
Склячихинское водохранилище	1977	15,00	22,00	—
Правобережная:				
оз. Бол. Уткуль	1959—1970	18,45	2,60	0,30—4,80
оз. Петровское	1970	3,30	8,20	—
Всего...	1957—1977	132,65	3,43	0,10—6,40

в протоках Плахинская — 13—14 (1979—1980 гг.), Селезневская — 12—13 (1981, 1983 гг.), Заломная — 13 (1996—1997 гг.).

В начальный момент акклиматизации лещ отличался высокими значениями массы и длины во всех возрастных группах, превышающими аналогичные значения исходной популяции в материнском водоеме. Подобное явление увеличения темпа роста рыб при интродукции, отмеченное П.А. Дрягиным [1953] и названное И.А. Пивневым [1975] "феноменом акклиматизации", неустойчиво, и в дальнейшем происходит естественное снижение показателей роста до обычных для вида норм. Этот процесс происходил у леща в верховьях Оби после

1975 г., когда снижение темпа роста закончилось стабилизацией на более низком уровне [Соловов, Новоселов, 1978].

Размерно-возрастная структура леща в 1976—1980 гг. характеризовалась постепенным снижением линейных размеров, массы и увеличением доли младших возрастных рыб в популяции (рис. 12). В связи с резким снижением темпа роста леща в 1981 г. по рекомендации Алтайской озерно-речной лаборатории была снижена промысловая мера на леща с 30 до 25 см, что привело к изъятию части тугорослого леща младших возрастных групп. Однако значительного увеличения темпа его роста не последовало (табл. 78).

Основу нерестового стада леща составляют производители 5—9 лет у самок и 4—7 лет у самцов. Ход леща на нерест начинается в зависимости от температурных условий, как

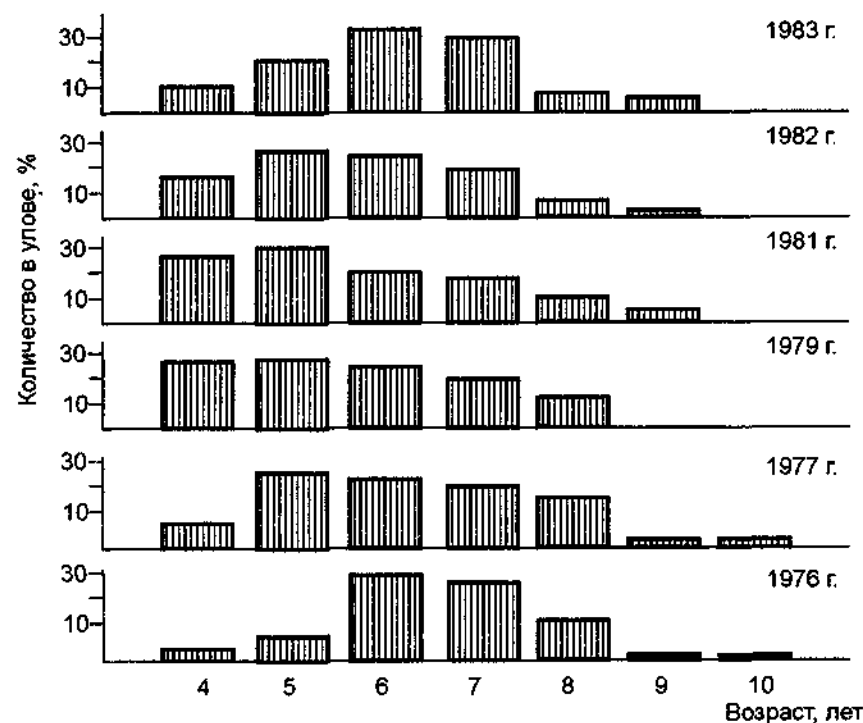


Рис. 12. Возрастной состав промыслового стада леща в верховьях Оби.

Таблица 78

## Рост леща модальных классов в верховьях Оби

Показатель	Возраст, лет					
	3	4	5	6	7	8
1967—1975 гг.						
Длина тела, см	22,70	29,67	34,01	35,98	38,48	42,24
Масса, г	253	551	812	1094	1386	1841
Прирост						
массы, г	180,96	298,04	284,07	307,22	322,35	462,45
длины, см	7,71	6,46	4,73	2,72	2,68	4,12
1976—1983 гг.						
Длина тела, см	19,97	27,04	30,10	32,24	35,16	38,50
Масса, г	161	393	555	714	1012	1296
Прирост						
массы, г	98,33	232,20	161,06	158,93	298,27	283,91
длины, см	5,52	7,07	2,94	2,14	2,92	3,34
1992—1997 г.						
Длина тела, см	18,50	26,10	29,80	33,80	36,80	40,20
Масса, г	150	382	600	856	1152	1571
Прирост						
массы, г	100,90	232,60	251,40	258,80	353,40	419
длины, см	6,00	7,60	4,90	3,80	3,70	3,40

правило, в третьей декаде апреля. Заканчивается он обычно во второй декаде мая, однако отдельные особи с невыметанными половыми продуктами могут встречаться до конца мая. Сравнение сроков наступления полового созревания леща материнских водоемов — оз. Убинское, Новосибирского водохранилища [Сецко, Феоктистов, 1976] и верховьев Оби — показало, что в последнем произошло их смещение в сторону старших возрастов при меньших линейных размерах и массы рыб. Сократилась продолжительность "нерестовой компании" и одновременно снизилась индивидуальная абсолютная плодовитость. Эти факторы послужили основой для изменения сроков запрета на промысел леща в пойменно-речной системе Верхней Оби в пределах Алтайского края с 20 апреля по 10 июня на более ранний срок его окончания — 25 мая.

Определяющими условиями воспроизводства леща, как и других весенне-нерестующих рыб, в условиях верховьев Оби являются уровень и температурный режимы. Интегрирующие показатели обоих факторов, по О.В. Трифионовой [1982, 1984], — эпюры уровня и эффективности нереста — устанавливают взаимосвязь между колебанием уровня и результативностью нереста рыб.

Оптимальные значения уровня весеннего паводка для нормального воспроизводства леща в верховьях Оби находятся между 350 см (район с. Усть-Чарышская Пристань) и 530 см над нулем графика водомерного поста (с. Шелаболиха). Эпюра эффективности нереста кроме оптимума уровня режима учитывает продолжительность залития нерестилищ, необходимых для инкубации икры и прохождения периода "покоя" личинок.

В состав оптимальных условий воспроизводства леща, или в эпюру эффективности нереста, обычно не включаются площади нерестилищ, затопляемые менее 20 сут. Именно по истечении этого периода личинки леща приобретают подвижность, и резкое падение уровня воды, характерное для системы Верхней Оби, в меньшей степени сказывается на их выживаемости в наблюдаемом году [Новоселов, 1986в].

Эпюра эффективности нереста леща наиболее точно отражается на величине улова через 5 лет. Рост или снижение показателя закономерно отражается на динамике промысловых уловов. Подтвердилось отрицательное влияние очень многоводного 1979 г. на урожайность леща в последующих уловах 1984 и 1985 гг.

Судак. Интродукция судака в Новосибирское водохранилище в 1959—1963 гг. способствовала активному расширению его ареала к верховьям Оби. В 1967 г. впервые отмечен нерест его производителей в устье р. Верх. Иня [Соловов, 1971] и до конца 70-х годов нерест судака зафиксирован во всех основных притоках верхнего течения Оби [Новоселов, 1986]. Экологическая пластичность судака способствует его периодическому распространению из оз. Хорошее по другим озерам Бурлинской системы, с середины 90-х годов судак становится объектом промысла в озерах Песчаное и Бол. Топольное.

Вид активно саморасселился из Новосибирского водохранилища по акватории верховьев Оби, верхней границей его ареала следуют нижнее течение Бии и Катуня, нижнее и среднее течения Чарыша, Алея и Чумыша. Однако его численность и промысловая значимость увеличиваются вниз по течению Оби и ее главных притоков.

В уловах в верховьях Оби попадаются особи 13-летнего возраста, но встречаемость возрастных групп старше 10 лет исключительно редкая. Анализ многолетних данных по возрастному составу промыслового стада показал, что каждое поколение остается в составе промысловой группы в течение 3—4 лет.

Следует отметить, что темп роста судака в разные периоды наблюдений не отличался стабильностью. Благоприятные условия среды водохранилища, высокая обеспеченность пищей привели к увеличению темпа линейного и весового роста по сравнению с исходными формами [Феоктистов, 1970]. Рост судака при начальном освоении им верховьев Оби отличался ускоренным нарастанием массы и линейных размеров [Соловов, 1971].

Современные показатели роста характеризуются общим снижением параметров рыб во всех возрастных группах популяции (табл. 79). Возраст впервые нерестящихся самцов судака составляет в настоящее время 3 года, самок — 4 года, что соответствует усредненной длине тела 38—44 см. В нерестовом стаде число самцов преобладает над самками, но в общем соотношении полов близко 1 : 1. Массовый подход производителей судака на нерестилища в верховьях Оби наблюдается в конце апреля — начале мая при температуре воды 8—12 °С. Нерест длится чаще всего 5—10 дней. Воспроизводство судака здесь меньше зависит от колебаний уровня воды, на что указывает относительно стабильная численность его молоди в маловодные и многоводные годы.

После перехода на хищничество существенных возрастных изменений в спектре питания не отмечается, с возрастом судаку становится доступней более крупная добыча. Анализ размерного состава потребляемых пищевых компонентов показал, что размеры плотвы в желудках составляют обычно 17—40, окуня — 20—35, ерша — 12—22, леща — 11—29 % длины тела самого хищника.

Таблица 79

## Рост судака модальных классов Верхней Оби

Показатель	Возраст, лет				
	3	4	5	6	7
Новосибирское водохранилище [Феоктистов, 1966]					
Длина тела, см	40,10	44,60	50,70	55,20	62,30
Масса, г	950	1430	2200	2700	3200
Верховья Оби					
1972 г.					
Длина тела, см	43,20	53,90	62,60	66,00	—
Масса, г	1220	2310	3630	5100	—
1976—1983 гг.					
Длина тела, см	38,92	44,73	49,58	54,73	57,30
Масса, г	443	1180	1677	2233	2941
1992—1997 г.					
Длина тела, см	38,40	44,60	51,60	58,20	62,25
Масса, г	872	1275	2037	2985	3502

Доминирующий пищевой компонент у судака в течение всего годового цикла — плотва (48,5—72,3 %), в меньшей степени — окунь (18,0—38,3 %) и лещ (4,2—20,7 %), причем последний потребляется в основном в возрасте от сеголетков до двухгодовиков.

Сазан. Первые работы по акклиматизации сазана в водоемах Сибири начались в 1935 г., когда под руководством Б.Г. Иоганзена была проведена интродукция 2415 производителей в оз. Хорошее Бурлинской системы. В последующие многоводные годы сазан проник и в другие озера системы [Сатюков, 1979, 1981], уже в 1937—1940 гг. он стал обычен в неводных уловах, из которых сазана стали брать для дальнейшего расселения, в частности в оз. Бол. Уткуль. С момента организации Уткульского ОЗТХ и особенно в конце 70-х — начале 80-х годов работы по вселению сазана в озеро приобрели плановый характер. Большой Уткуль стал одним из очагов естественного расселения сазана по верховьям Оби и ее пойме; вторым очагом было Новосибирское водохранилище,

периодически зарыбляемое молодью сазана из Каменского нерестово-выростного хозяйства. В настоящее время сазан регулярно отмечается в пойменных протоках, старицах и устьевых участках главных притоков Оби [Акклиматизация..., 1972].

В верховьях Оби сазан полностью сохранил особенности экологии вида: требовательность к повышенному температурному режиму в вегетационный и нерестовый периоды, снижение обмена веществ и отстой на ямах зимой. Южный характер происхождения сазана особенно проявляется во время нереста, он размножается позже других карповых рыб. Для этого заходит в наиболее прогретые пойменные участки, когда температура воды достигнет не менее 15—17 °С. Очень чувствителен он к снижению температуры — при резких ее колебаниях покидает нерестовые участки, отходя в русловую часть проток. При длительном охлаждении воды созревшая икра нередко подвергается резорбции, но при благоприятных условиях нереста эффективность его воспроизводства высокая и численность сазана продолжает увеличиваться в равнинной части верховьев Оби.

Сазан достигает половой зрелости в возрасте 4—6 лет, но отдельные текущие самцы встречаются в возрасте 3 года. Соотношение полов на местах нереста 2 — 3 : 1 в пользу самцов. В зависимости от массы самок количество выметываемой икры колеблется в значительных пределах (от 20 до 1000 тыс. шт.). Нерест единовременный. Выживаемость сеголетков в значительной степени определяется условиями водности пойменной системы. Высокий уровень воды обеспечивает залитие наиболее удаленных участков поймы и заход производителей к местам нереста, расположенных на таких участках.

Условия нестабильной водности Оби и отшнуровывание водоемов высокой поймы от русла часто становятся причиной массовой гибели молоди сазана. Годы с высоким залитием поймы в меньшей степени, чем для других весенне-нерестующих рыб, обуславливают высокую "урожайность" молоди сазана.

В пойменной системе Оби сазан эффективно питается, что обеспечивает ему высокий темп роста, сравнимый с ростом в озерах равнинной территории края (табл. 80). Наиболее интенсивно наращивает массу на 3-м году жизни. Максимальной

Т а б л и ц а 80

Рост сазана модальных классов в водоемах Алтайского края

Показатель	Возраст, лет						
	3	4	5	6	7	8	9
Верховья Оби 1995—1997 гг.							
Длина тела, см	34,40	39,30	44,50	49,50	56,10	59,70	62,50
Масса, г	1055	1472	2079	2927	4158	5056	5940
Бурлинские озера [Сатюков, 1981]							
Длина тела, см	35,40	38,20	42,30	44,00	48,40	50,30	53,30
Масса, г	1057	1323	1474	1735	2148	2772	3007
оз. Уткуль [Сатюков, 1979]							
Длина тела, см	—	50,30	53,50	59,10	67,00	—	—
Масса, г	—	2666	3300	4433	6200	—	—

массы и длины достигает в возрасте старше 10 лет. При еще сравнительно непродолжительных сроках обитания в верховьях Оби встречаются особи массой 15—20 кг.

Для своего постоянного обитания и особенно в период нагула сазан предпочитает участки поймы с небольшим течением, слегка заиленным дном. Всеяден, предпочитает бентосную пищу, между тем, отличия в поведении, строении рта, плоточных зубов позволяют ему занимать с лещом разные кормовые ниши. Требуется особой охраны в период нереста на мелководьях, на которых должны быть запрещены передвижения моторных лодок; целесообразно проведение работ осенью по спасению молоди сазана в отшнурованных водоемах поймы.

\*  
\*   \*  
\*

Плановая интродукция леща, судака и сазана по верховьям Оби проводилась с целью качественного и количественного улучшения ихтиофауны. В перспективе предполагалось значительное увеличение продуктивности и рыбохозяйственной значимости бассейна. Подводя итог проведенной работы, можно констатировать, что их эффективность неоспорима с точки



зрения улучшения качественного состава уловов в речной системе, но ожидаемого роста рыбопродуктивности не произошло.

Натурализации леща, судака и сазана в верховьях Оби способствовала большая пластичность вселенцев к условиям верховьев Оби, прежде всего к условиям воспроизводства при нестабильном уровненом режиме. К тому же нельзя отрицать факт частичного снижения численности местной ихтиофауны за счет непосредственной их элиминации хищным вселенцем и более активного режима питания.

### 8.3. Опыт рыбоводного использования сиговых и карповых рыб в озерах

В карпово-сиговой зоне озерного рыбоводства [Мухачев, 1989] ведущими объектами товарного выращивания являются карповые рыбы: карп, сазан, быстрорастущие формы карася, и в качестве дополнительных видов — сиговые и растительноядные. Однако исторически сложилось, что первым объектом интенсивного выращивания в озерах Алтайского края стала пелядь, что объяснялось наличием в Сибири посадочного материала сиговых рыб, ее быстрым темпом роста и неостребованностью ресурса зоопланктона местными рыбами. В процессе внедрения и отработки технологии выращивания сиговых рыб было установлено, что широкий и постоянно меняющийся градиент условий в равнинных водоемах края не всегда соответствует индивидуальным требованиям содержания вида.

За 1969—1992 гг. ежегодно зарыбляемые площади озер сиговыми рыбами в Алтайском крае колебались в пределах 84—201 км<sup>2</sup>, в среднем составляя 130 км<sup>2</sup>. Установлено, что эффективность выращивания связана с размерами "жилой зоны" сиговых и заметно ограничивается условиями обитания. За многолетний период факторы абиотической среды водоемов, в которых выращивалась пелядь, имели следующую амплитуду: площадь — 200—9000 га, средняя глубина — 0,8—2,16 м, максимальная глубина — 1,3—4,5 м, общая минерализация — 760—8216 мг/л, рН — 7,3—9,2. Из 42 случаев посадки пеляди в 11 произошла гибель личинок на стадии рассасывания желточ-

ного мешка, в 12 наблюдалось явное угнетение роста и только в 19 случаях получен хозяйственный эффект.

Статистическая обработка приведенных выше результатов показала особое значение для пеляди наличия максимальных глубин: гибель личинок происходит при глубине менее 2,34 м, угнетение роста — менее 2,92, и для получения хозяйственного эффекта в условиях равнинных озер Алтайского края она должна быть более 3,5 м [Соловов, 1975]. Другие параметры среды обитания: биомасса зоопланктона — более 1 г/м<sup>3</sup>; зарастаемость макрофитами — 5 — 25 % акватории. С 1966 г. в равнинные озера края было выпущено 656 млн личинок сиговых, из которых 606 млн составляла пелядь. Для товарного выращивания использовались и другие виды сиговых рыб, однако ограниченность и нерегулярность получения посадочного материала снизили эффективность их использования в повышении рыбопродуктивности. Суммарный улов сиговых рыб за период их рыбоводного освоения составил 1171 т, в среднем ежегодно добывали не менее 50 т.

Среднегодовой выпуск личинок сиговых рыб колебался от 5 до 67 млн шт. Плотность посадки изменялась в зависимости от поставленной цели и наличия посадочного материала: для товарного выращивания — 1,0—1,4 тыс. шт/га; для получения рыбопосадочного материала — 21—41 тыс. шт/га [Новоселова, 1981, 1984, 1990а].

Отмечена высокая вариабельность весового и линейного роста одновозрастных особей: по многолетним наблюдениям, средняя масса выращенных сеголетков пеляди была 37—149 г, двухлетков — 112—735 г [Соловов, Новоселова, 1990]. Анализ связи роста сиговых рыб с факторами среды показал наличие незначительной отрицательной корреляции (–0,366) с плотностью посадки личинок и недостоверной (–0,173) — с температурой воды. Характерным примером выращивания сиговых в равнинных озерах края представляют итоги многолетнего использования для этих целей оз. Горько-Лебедянское (Кулундинская система). Первый опыт выращивания пеляди был осуществлен в 1969 г., минерализованность воды отдельных плесов достигала 6,1—10,7 г/л; 1,5 млн личинок были выпущены в распресненный залив озера, однако летом по мере повышения температуры воды пелядь была вынуждена ми-

грировать в более глубоководное плесо с максимальной минерализацией. Несмотря на высокие показатели остаточной биомассы зоопланктона (июль,  $5,7 \text{ г/м}^3$ ), к осени сеголетки достигли средней массы только 46 г, на следующий год пелядь вполне компенсировала отставание в росте, ее двухлетки достигли массы 600 г. Регулярно рыбоводное освоение акватории озера начато с 1972 г. (табл. 81), когда появилась возможность его подпитки пресной водой из Кулундинского магистрального канала.

Лучший хозяйственный эффект при товарном выращивании пеляди и других сиговых достигался в многоводные по гидрологическому режиму периоды. Одновременно многолет-

Таблица 81

## Показатели выращивания пеляди в оз. Горько-Лебедянское

Год	Плотность посадки, тыс. шт/га	Улов товарной рыбы			Средняя масса, г	
		0+	1+	кг/га	0+	1+
		г				
1972	5,0	4,4	—	11,0	134	—
1973	5,0	—	0,5	1,3	120	559
1974	3,8	5,0	9,3	30,0	126	650
1975	3,7	0,5	17,0	43,8	130	469
1976	3,7	7,0	—	17,5	117	—
1977	8,0	1,3	—	3,3	97	—
1978	6,0	1,7	19,0	51,8	104	309
1979	7,0	0,5	—	1,3	57	—
1980	5,0	0,6	20,0	51,5	79	230
1981	5,3	8,5	10,0	46,3	89	246
1982	5,3	2,0	—	5,0	96	301
1983	6,9	0,4	22,0	56,5	102	260
1984	5,1	9,6	74,2	209,5	104	264
1985	8,5	2,1	21,8	59,8	87	239
1986	15,5	—	0,6	1,5	61	220
1987	3,5	—	—	—	37	165
1988	5,7	—	—	—	87	—
1989	—	—	8,7	21,8	—	295
Среднее	6,1	2,6	11,9	28,1	95	323

няя динамика отмечает постепенное снижение темпа роста одновозрастных групп пеляди при их длительном выращивании в одном и том же озере. За период выращивания с 1966 по 1992 г. средняя масса сеголетков и двухлетков пеляди в основных водоемах края колебалась (табл. 82).

В питании пеляди прослеживаются возрастные и сезонные изменения спектра потребляемой пищи, обусловленные ее потребностями, доступностью кормовых организмов и их обилием [Лоскутова, Соловов, 1975; Веснина, Новоселова, 1984; Новоселова, 1985]. Максимальные значения накормленности (245—708 %) характерны особям до месячного возраста. В дальнейшем возрастные изменения проявляются в снижении индексов наполнения желудочно-кишечных трактов:

Возраст, сут	60—70	80—90	120—150
Накормленность, %	183—345	154—305	93—174

Основу пищи пеляди составляет зоопланктон, но во всех озерах ей свойственна избирательность питания крупными или наиболее массовыми видами. Бентос появляется в пище в летние периоды даже при высоких значениях биомассы зоопланктона, в оз. Долгое при биомассе зоопланктона  $15 \text{ г/м}^3$  пелядь питалась в основном гаммаридами. Прогрев водных масс вынуждает холодолюбивые виды временно обитать в более благоприятных по температурному режиму придонных слоях воды.

Таблица 82

## Весовой рост пеляди основных водоемов Алтайского края

Система, озеро	Возраст, лет			
	0+		1+	
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания
Бурлинская, Песчаное	86	51—133	510	419—612
Касмалинская, Бол. Островное	112	81—147	569	399—735
Кулундинская, Долгое	89	50—149	485	422—530

В зимний период накормленность пеляди в большей степени зависит от биомассы зоопланктона и содержания растворенного кислорода; она активно питается при биомассе зоопланктона не менее  $0,5 \text{ г/м}^3$  и наращивает биомассу, частично восполняя неблагоприятный излишне теплый вегетационный сезон. Снижение в воде кислорода до  $2,0\text{--}2,5 \text{ мг/л}$  вызывает падение интенсивности питания, а его уменьшение ниже  $1,5 \text{ мг/л}$  — полное прекращение потребления пищи.

В спектре питания пеляди предпочтение отдается группе ветвистоусых рачков и при изобилии пищи потребляется в основном 3—5 видов. В менее благоприятных условиях состав пищи расширяется до десятка и более видов, включая "вынужденные" корма.

Функциональный обмен сиговых в значительной степени определяется температурными условиями. На основные жизненные функции тратится максимум энергии при температуре водной среды  $22\text{--}24 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $44 \text{ кал/г массы} \cdot \text{сут}$ ). Однако дальнейшее повышение температуры воды приводит к резкому их снижению. Критическим барьером в условиях равнинных озер края для пеляди и большинства сиговых является температура воды более  $26\text{--}27,5 \text{ }^\circ\text{C}$  [Новоселова, 1985а, в].

Максимальный прирост линейных и весовых размеров пеляди в алтайских озерах характерен для первой половины лета и начала осени. При этом размеры сеголетков в конце вегетационного периода не оказывают существенного влияния на рост двухлетков. Отсюда при двухлетнем содержании сиговых придерживались технологии получения в первый год мелких сеголетков массой не более  $50\text{--}60 \text{ г}$ , что позволяло увеличивать объем посадки личинок на выращивание, а следовательно, и получать больше посадочного материала [Соловов, Новоселова, 1978; Новоселова, 1985].

За весь период выращивания равнинные озера края зарыблялись личинками сиговых 175 раз, из которых хороший хозяйственный эффект получен в 87 случаях посадки. Среди причин нестабильного выращивания сиговых рыб следует отметить: зарыбление неподросшими личинками, выпуск молодежи жизнестойких стадий составлял всего  $10\text{--}20 \%$ ; недоучет изменений "жилой зоны" сиговых рыб и прежде всего глубин озер; отсутствие собственного маточного стада сиговых на тер-

ритории края и поэтому — постоянный дефицит посадочного материала.

По аналогии с сельским хозяйством равнинные озера Алтайского края следует отнести к зоне рискованного выращивания сиговых рыб. В зависимости от ежегодно изменяющихся гидролого-климатических факторов фонд пригодных для выращивания озер колеблется в пределах  $75\text{--}186 \text{ км}^2$ . Одним из требований при выращивании сиговых в равнинных озерах края остается наличие  $10\text{--}15 \%$  акватории с глубинами более  $3 \text{ м}$ , что обеспечивает не только разобщенность биотопов с местной ихтиофауной, но и предотвращает гибель при высоких летних температурах воды [Соловов, Новоселова, 1982].

При зарыблении озер личинками пеляди для однолетнего товарного выращивания существует дилемма: искусственная задержка срока инкубации икры и как результат — повышенный отход эмбрионов на заключительной стадии, или ранний выпуск личинок в озера при минимальном наличии доступного зоопланктона. В 1979—1981 гг. специальные исследования показали, что в условиях Алтайского края в последней декаде апреля на озерах, частично освободившихся от льда, складываются вполне благоприятные кормовые условия для раннего их зарыбления личинками пеляди. В литорали озер, где проводился выпуск личинок, свободная от льда акватория достигала  $120\text{--}200 \text{ м}$  ширины и до  $600 \text{ м}$  длины, средняя глубина участков составляла  $0,5\text{--}0,6 \text{ м}$ . Численность доступного для личинок зоопланктона в оз. Долгое составляла  $24,2 \text{ тыс. экз/м}^3$ ; в Бакланье —  $115,1$ ; Дальнее Придорожное —  $126,2$ ; Ближнее Придорожное —  $241,2$ ; Кривое —  $77,0 \text{ тыс. экз/м}^3$  (28 апреля 1980 г.). Показанная доступная биомасса зоопланктона значительно выше, чем необходимая пороговая концентрация ( $15\text{--}20 \text{ тыс. экз/м}^3$ ), обеспечивающая оптимальные жизненные условия для личинок рыб [Карпевич, 1975].

Вселение личинок в свободные от льда окраины обязательно проводится в нескольких местах, наиболее защищенных от ветра и от последующей подвижки льда, с песчаным дном и без зарослей жесткой растительности, что уменьшает угрозу выедания хищными беспозвоночными. Как показала практика,

раннее зарыбление озер увеличивает вегетационный период выращивания на 10—15 сут и положительно сказывается на результатах.

В составе поликультуры выращиваемых в равнинных озерах рыб наибольший интерес из бентофагов представляют карп и сазан. Сравнительно быстрый рост, достижение товарной массы в течение одного—двух вегетационных сезонов, экологическая пластичность, высокая пищевая ценность карповых послужили основой для их выращивания в разных озерных системах.

Потенциальные возможности карповых рыб наиболее полно реализуются при сочетании естественных благоприятных факторов равнинных озер с мерами интенсификации: уплотненной посадкой годовиков, стимулированием развития естественной кормовой базы и частичной подкормкой искусственными кормами (табл. 83). Полученные результаты оказались намного рентабельнее, чем в прудовом карповодстве, в котором эффективность, оцениваемая отношением массы выращенной товарной рыбы к массе выпущенной молоди, составляет 2,5. В равнинных озерах края этот показатель эффективности достигает 3,0—17,5 [Новоселова, 1986].

Для товарного выращивания карпа особенно привлекательны сравнительно мелководные и малые по площади озера, в которых отработана технология совместного выращивания то-

Т а б л и ц а 83

## Результаты выращивания товарного карпа в малых озерах

Показатель	1983 г.	1984 г.	1985 г.
Плотность посадки годовиков, тыс. шт/га	1,0	1,4	2,5
Масса годовиков при посадке, г	26	70	10
Масса выращенных двухлетков, г	493	518	612
Выловлено двухлетков			
т	3,9	25,6	52,7
кг/га	78	512	439
Расход внесенных кормов на прирост массы, кг/кг	2,3	1,0	1,2
Внесение органических удобрений, т	—	50	—

варных сеголетков карпа и пеляди. Результаты особенно наглядны на примере Завьяловских озер Кулундинской системы. В 1981, 1982 гг. при общей плотности посадки личинок 13—16 тыс. шт/га (в том числе пеляди — 8—9, карпа — 5—7 тыс. шт/га) в конце вегетационного периода общая рыбопродуктивность достигла 230—250 кг/га. Пелядь выросла до массы 50—102 г, карп — 225—289 г. Результаты позволяют подтвердить мнение, что в кормных озерах южной зоны Западной Сибири можно вырастить карпа товарного качества за один вегетационный сезон [Новоселова, Соловов, 1983]. Высокий темп роста достигается разобщенностью экологических ниш совместно выращиваемых видов: летом теплолюбивый карп держится днем в литорали, на прогреваемых мелководьях, а ночью с частичным охлаждением воды перемещается в более глубокие места. Пелядь только вечером начинает мигрировать к берегам. Осенью с охлаждением воды пелядь устойчиво держится в литорали, карп предпочитает более глубокие места.

В начале 70-х годов в окунево-плотвичных озерах — главных местах выращивания товарной пеляди — численность аборигенной ихтиофауны восстановилась. Одновременно произошло снижение эффективности рыбоводных работ, ниже показана их результативность по Бурлинской системе озер (табл. 84).

Низкая результативность зарыбления озер неподрученными личинками обусловила необходимость разработки биотехники получения жизнеспособной молоди ценных видов рыб в условиях края. Для решения поставленной задачи были разработаны и внедрены две биотехнологии: выращивание посадочного материала сиговых и карповых рыб в приспособленных малых озерах и двухкратное использование прудовспутников.

Т а б л и ц а 84

## Фактические уловы рыб в Бурлинской системе озер, т

Вид	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.	1976 г.	1977 г.
Пелядь	104,9	41,4	6,5	13,4	13,1	2,0
Плотва	14,4	58,8	140,7	175,6	203,7	212,8
Окунь	17,0	24,6	30,2	90,8	74,4	52,2

В зависимости от степени подготовленности питомных озер их рыбопродуктивность составляла 115—300 кг/га, в том числе по пеляди — 75—200 и карпу — 40—100 кг/га (табл. 85).

Двухкратное использование акватории прудов-спутников, построенных непосредственно у береговой линии озер, из всех регионов Сибири впервые было внедрено в условиях Алтайского края. Ранней весной пруды постепенно пополняются водой, тем самым создаются оптимальные температурные и кормовые условия для подращивания личинок сиговых рыб; на втором этапе, когда вода в прудах прогревается и возникает угроза гибели сиговых, акватория используется до осени для выращивания молоди карповых рыб.

Для подращивания личинок сиговых в первом периоде были использованы плотности посадки от 365 до 2400 тыс.

Т а б л и ц а 85

Опыт использования оз. Долгое для выращивания молоди

Условия и результаты выращивания	1976 г.	1977 г.	1978 г.
Площадь озера, га	120	115	125
Глубина, м			
средняя	1,5	1,3	1,9
максимальная	3,5	3,2	3,9
Общая минерализация воды, мг/л	2778	3985	2944
Показатель рН	9,4	9,0	8,8
Масса выращенной молоди, т			
пеляди, средняя	67,0	56,7	50,4
колебания	25,0—99,0	31,9—72,8	35,0—76,0
карпа зеркального, средняя	85,4	56,0	88,0
карпа чешуйчатого, средняя	77,4	60,5	102,6
Выращено молоди, тыс. шт.			
пеляди	294,0	170,0	64,0
карпа	116,0	32,0	15,0
Рыбопродуктивность (общая), кг/га	241,6	106,6	39,1
Промысловый возврат, %			
пеляди	11,6	17,1	2,1
карпа	16,8	30,0	1,5

Примечание. В 1978 г. результаты выращивания молоди зафиксировать полностью не удалось, дамба на питомном озере была размыва и молодь разошлась по всей системе озер.

шт/га; установлена отрицательная корреляция плотности посадки и средней массы подрощенных личинок ( $-0,79$ ). Оптимальной оказалась плотность посадки 500 тыс. шт/га, при которой за 30—40 сут подращивания средняя масса достигает 500 мг, выход 50 %.

Второй этап использования прудов-спутников начинается с середины июня, пруды вторично порционно пополняются водой и удобряются. Опробированы плотности посадки личинок карпа от 75 до 500 тыс. шт/га. Самые высокие показатели роста отмечены при использовании плотности посадки 100—120 тыс. шт/га, выход сеголеток достигает 30 %; расход кормов — 2,0—2,7 т/га за сезон выращивания, рыбопродуктивность — 700 кг/га [Новоселова, 1985].

Включение в поликультуру выращиваемых видов растительноядных рыб, осваивающих практически не используемую аборигенными видами свободную нишу водных макрофитов и микроводорослей, способно значительно повысить рыбопродуктивность водоемов. Вселение растительноядных рыб в равнинные озера края впервые проведено в 1969 г., однако отсутствие к тому времени достаточно отработанной технологии выращивания фитофагов в озерах региона и нестабильность получения посадочного материала снизили возможности интродукции. До конца 70-х годов растительноядные рыбы выращивались в качестве добавочных только в прудовых хозяйствах.

В условиях естественных водоемов края из растительноядных рыб перспективно выращивание белого амура и пестрого толстолобика. С 8—9-суточного возраста в их пищевых комках отмечаются различные группы фитопланктона; в возрасте 30—40 сут молодь начинает питаться как взрослые особи: в пище амура преобладают высшая водная растительность, нитчатые водоросли; у толстолобика — зоопланктон, водоросли, детрит. В питании годовиков белого амура преобладает мягкая водная растительность, в частности, от 50 до 100 % пищевого комка составляют рдесты, уруть, ряска, роголистник. Для двухлетков белого амура в озерах Кулундинской системы суточные рационы в среднем составляют 65—108 % от массы рыб, в мелководных хорошо прогреваемых озерах показатель накормленности увеличивается в 1,3—1,8 раза и за сезон каждая особь потреб-

ляет не менее 30 кг растительности на 1 кг прироста рыбы [Новоселова, 1988, 1990].

Фитофаги достаточно эффективно тратят поступающую с пищей энергию на обменные процессы и приросты массы. Коэффициенты конвертирования пищи у разновозрастных особей амура составляют в среднем 0,34—0,36, у толстолобика — 0,32—0,34. Это позволяет за сравнительно короткий вегетационный период в алтайских озерах интенсивно наращивать массу (кг):

Вид	Возраст, лет		
	0+	1+	2+
Белый амур	0,02—0,10	0,5—0,9	1,9—2,5
Пестрый толстолобик	0,02—0,09	0,4—0,6	1,0—1,5

В незаморных или периодически заморных озерах края (Бол. Уткуль, Песчаное) особи растительноядных рыб в возрасте 8—9 лет достигают массы от 10 до 15 кг. Установлено, что в естественных водоемах края на прирост 1 г массы карпу требуется больше тепла, чем фитофагам.

Температурно-временные коэффициенты, рассчитанные для различных видов ценных рыб, имеют следующие значения:

Вид	Возраст, лет	
	1+	2+
Белый амур	8,84	4,20
Пестрый толстолобик	9,98	4,37
Карп	13,08	5,51

При интродукции растительноядных рыб в естественные водоемы определенное значение для эффективности выращивания представляют масса вселяемой молодежи и возраст. Наибольшую опасность для растительноядных рыб со стороны аборигенных видов представляет щука, для которой доступны жертвы, составляющие 15—30 % ее длины; для окуня практически недоступными становятся фитофаги массой 20—25 г. Сложившиеся экологические условия алтайских водоемов поз-

воляют зарыблять озера осенними сеголетками или весной — годовиками массой не менее 15—20 г [Новоселова, 1991a].

Биологические особенности растительноядных рыб ограничивают возможности их естественного размножения. Период нагула их до нереста в прудах края составляет 1190—1270 градусо-дней [Филиппов, 1980], а для первичного созревания самок фитофагов требуется от 16 до 19 тыс. градусо-дней, самцов 9—18 [Кривцов и др., 1988].

Половое созревание самок белого амура наступает в возрасте 8—10 лет, самцов — в 7 лет; созревание производителей пестрого толстолобика — еще позже. В естественных температурных условиях половые продукты созревают к концу июля — середине августа, и поздние сроки нереста не позволяют вырастить доброкачественный посадочный материал.

Большой интерес при выращивании растительноядных рыб представляют отработанные промышленные и геотермальные воды. При этом последние воды обладают преимуществом перед отработанными из-за отсутствия переносчиков инвазионных заболеваний, резких перепадов температур.

Наличие их в пределах Алтайского края приурочено к Кулундинской равнине, особую значимость для рыборазведения представляют водоносные горизонты верхнемеловых морских и нижне-верхнемеловых отложений [Винокурова и др., 1975]. Ресурс термальных вод в Бурлинском, Славгородском, Кулундинском, Табунском, Благовещенском, Ключевском районах, отвечающих требованиям заводского способа воспроизводства рыб, оценивается в 230 млн м<sup>3</sup> [Мосиенко, 1971], что открывает перспективу создания регионального маточного питомника и выращивания жизнестойкой молодежи растительноядных.

Содержание ремонтного молодняка в более оптимальных условиях геотермальных вод позволит обеспечить первичное созревание самок амура в возрасте 5—6 лет, самцов — 4—5 лет, пестрого толстолобика — 6—7 лет.

Следует подчеркнуть, что в равнинных озерах края растительноядные рыбы способны активно воздействовать на фитоценозы и оказывать влияние на состояние экосистем, поэтому необходимо "жестко" привязывать плотность их посадки к продукции основных кормовых объектов. Биологическая ме-

лиорация макрофитных озер и организация в них выращивания фитофагов целесообразны только при зарастаемости более 20 % и продукции макрофитов выше 5 т/га.

#### 8.4. Форель

**История интродукции.** Естественными местами обитания исходных видов радужной форели — проходного стальноголового лосося (*Salmo gairdneri* Rich.) и жилого речного лосося (*S. chasta*) являются водоемы Тихоокеанского побережья Северной Америки, как гибридная форма указанных видов радужная форель (*S. irideus* Gib.) была завезена в Европу, откуда в конце XIX в. была интродуцирована в Россию. Происхождение форели накладывает отпечаток на ее широкие приспособительные возможности к условиям внешней среды. Хороший темп роста, высокие вкусовые качества, этологические особенности привели к расселению радужной форели не только в соответствующие ее биологическим потребностям естественные водоемы, но и в прудовые хозяйства далеко за пределы ее исконного местообитания [Привольнев, 1969]. Для условий Алтайского края важно, что форель может приспосабливаться к обитанию в воде с соленостью до 28—34 ‰ и усваивать корм при температуре до 25 °С.

По данным М.П. Сомова, уже в 1913, 1914 гг. в России было 28 форелевых хозяйств, располагающихся преимущественно в Прибалтике и Петербургской губернии. В годы Великой Отечественной войны основные районы форелеводства в нашей стране подверглись разорению, и радужная форель была почти полностью уничтожена, поэтому в 1946—1948 гг. на Центральную экспериментальную станцию ГосНИОРХа "Ропша" из Германии была повторно завезена ее икра. В дальнейшем посадочный материал именно из "Ропши" распространялся по всей стране.

В Сибири первые работы по акклиматизации радужной форели, организации прудовых форелевых хозяйств и выращиванию ее для спортивного рыболовства начаты в 1965 г. в Алтайском крае [Скопинцева, 1967; Титарев, 1970, 1974]. Небольшие речки и ручьи, отличающиеся чистыми родниковыми водами, не замерзающие зимой и достаточно прохладные

легом и заселенные малоценной аборигенной ихтиофауной, особенно в предгорных районах Алтая, привлекли внимание как наиболее подходящие акватории для расселения и интродукции радужной форели. Однако при ее интродукции не удалось избежать попадания в посадочный материал и другого вида рода *Salmo* — ручьевой форели — *S. trutta m. fario*, которая акклиматизировалась в бассейне Кокши-Каменки и активно перевозилась в водоемы Горного Алтая [Жданов, Собанский, 1975].

В 1965—1970 гг. вблизи оз. Лебединое и вытекающей из него р. Кокши совхозом "Урожайный" с помощью специалистов ВНИИПРХа и непосредственно Е.Ф. Титарева была организована небольшая полносистемная форелеводческая ферма. В этот период и были разработаны основы ведения форелеводства применительно к условиям Алтая. Уже в начале 70-х в крае функционировало три полносистемных форелевых хозяйства, производивших до 15 т деликатесной рыбы. В пересчете на 1 га водной площади выход товарной форели составлял 50—220 т [Ростовцев, 1980, 1983]. Успешно натурализовалась радужная форель в оз. Лебединое и р. Кокша.

Были достигнуты положительные результаты совместного содержания форели и карпа в прудах, в которых дополнительный прирост биопродукции форели в размере 50—150 кг/га обеспечивался за счет уничтожения "сорной" рыбы — гольяна, верховки, карася; кроме того, она устраняла трофических конкурентов карпа. Высаживаемые в пруды головки форели массой 4—8 г за вегетационный период успевали достигать индивидуальной массы в 250—700 г.

Вселение радужной форели из предгорных хозяйств в безрыбные озера Горного Алтая [Собанский, 1979] показало целесообразность более широкого использования посадочного материала, выращенного в местных условиях. В высокогорном безрыбном оз. Ежлю-Коль в первые годы интродукции за 15—16 мес форель достигла массы 320—600 г и абсолютной длины 35,0—56,8 см. В 80-е годы из водоемов края она расселилась как биологический мелиоратор в озера Красноярского края. Практиковалось зимнее выращивание форели в садковых хозяйствах на сбросных отработанных водах ГРЭС и промышленных предприятиях Кемеровской, Новосибирской,

Тюменской областей. Особое развитие форелеводство в Сибирском регионе получило в Республике Хакасия, где на основе алтайского маточного стада выращивается около половины производимой в РФ товарной форели.

Основным базовым предприятием холодноводного рыбозаведения в крае остается совхоз "Радужный", выведенный в 1983 г. из состава совхоза "Урожайный" на самостоятельный хозяйственный баланс. Его форелеводческий комплекс состоит из 64 прудов-бассейнов, занимающих площадь 2,8 га, из них 24 выростных пруда по 250 м<sup>2</sup>, 30 нагульных — по 500 м<sup>2</sup> и несколько маточных и ремонтных прудов. Кроме того, имеется 1 карантинный пруд, 2 мальковых участка, оборудованных бассейнами площадью 4 м<sup>2</sup> и 4 бассейна площадью 120 м<sup>2</sup> для содержания производителей в период нерестовой компании. Источником водоснабжения являются оз. Лебединое и две артезианские скважины. Проектная мощность хозяйства — 100 т товарной форели в год.

Форелеводческий комплекс "Радужный" — полносистемное хозяйство. Производственный цикл объединяет все стадии рыбоводного процесса по выращиванию форели: оплодотворение и инкубирование икры, выращивание мальков, сеголетков, годовиков, товарной рыбы, а также формирование ремонтного и маточного поголовья.

**Особенности биологии.** Радужная форель в условиях Алтайского края сохраняет яркую радужную окраску, некогда определившую ее видовое название, и проходящую вдоль тела взрослых рыб цветную кайму. В брачный период эта полоса и жаберная крышка особенно ярко окрашиваются и служат отличительными признаками готовых к нересту производителей.

Морфологический анализ позволил установить статистически достоверную изменчивость систематических признаков радужной форели, акклиматизированной на Алтае: биотопическую — по 11 признакам; размерно-возрастную — по 16 и эколого-географическую — по 9—15, что дает основание выделить ее в отдельную популяцию.

Половой диморфизм у радужной форели алтайской популяции достаточно четко проявляется уже в двухлетнем возрасте. Самцы значительно мельче самок, имеют крупную грубую голову, с возрастом рыло заостряется, нижняя челюсть сильно

вытягивается и на конце загибается в крючок. Достоверные различия у разнополых особей отмечены по 13 признакам в двухлетнем и по 14 в шестилетнем возрасте.

Производители радужной форели, живущие в оз. Лебединое и содержащиеся в прудах форелеводческого комплекса, в систематическом отношении равноценны. Однако различия в экологии оказывают определенное влияние на морфологические признаки форели: размерно-возрастная изменчивость у "прудовых" самок выражена более определенно: из 12 признаков 5 оказались статистически достоверными (табл. 86).

Морфологические признаки самцов изменяются в несколько иной закономерности: у "озерных" самцов с возрастом несколько увеличиваются относительная длина головы и вентроанальное расстояние. Становится более мощным хвостовой стебель, что обусловлено образом жизни в естественных условиях.

Рот у форели конечный, большой, вооружен сильными зубами, обеспечивающими удержание добычи, которую ловит нередко на лету, и даже при искусственном кормлении сохраняет это свойство потребления пищи.

Характерная особенность радужной форели — ее высокая пластичность по отношению к температурному режиму водоемов, в которых она обитает и разводится. Оптимальная температура воды находится в пределах 12—18 °С, снижение ее с 5 до 0,5 °С приводит к резкому, почти трехкратному падению интенсивности питания и прекращению роста. Несмотря на то, что радужная форель считается относительно холодолюбивой и stenotherмной, она, судя по многочисленным наблюдениям и специальным опытам, выносит температуру от 0,5 до 26 °С [Боровик, 1969]. При высоком содержании кислорода в воде форель продолжительное время может жить и расти при температуре 22 °С [Михеев, 1982]. Обладает способностью постепенно адаптироваться к высоким температурам и тогда кратковременное повышение до 25—27 °С не вызывает видимых отклонений в ее поведении.

Температура оказывает большое влияние и на созревание гонад у производителей. Половой зрелости радужная форель в условиях края достигает в возрасте 3—5 лет. По способу размножения относится к литофильной экологической группе



Таблица 86

## Размерно-возрастная изменчивость форели, % к длине тела

Признак	Возраст, лет					
	3+		4+		5+	
	$M \pm m$	$td$	$M \pm m$	$td$	$M \pm m$	$td$
Самки "озерные"						
Абсолютная длина тела	108,0 ± 0,19	1,52	109,3 ± 0,84	0,90	110,2 ± 0,52	
Наибольшая высота тела	23,4 ± 0,05	3,00	24,6 ± 0,40	0,82	25,0 ± 0,62	
Наименьшая высота тела	10,7 ± 0,74	0,12	10,7 ± 0,28	0,52	10,5 ± 0,62	
Пектороventральное расстояние	24,4 ± 0,63	0,23	24,5 ± 0,58	0,38	24,8 ± 0,87	
Вентроанальное расстояние	28,6 ± 1,09	0,95	27,1 ± 1,16	1,26	28,7 ± 0,53	
Длина головы	21,0 ± 0,23	3,94	22,5 ± 0,30	0,42	22,7 ± 0,37	
Самки "прудовые"						
Абсолютная длина тела	108,0 ± 1,00	1,11	109,5 ± 0,90	0,59	108,9 ± 0,98	
Наибольшая высота тела	22,6 ± 1,03	2,13	24,8 ± 0,17	1,32	25,5 ± 0,52	
Наименьшая высота тела	10,6 ± 1,02	0,98	9,6 ± 0,67	6,00	9,9 ± 0,02	
Пектороventральное расстояние	23,2 ± 0,61	0,04	22,9 ± 0,15	5,00	23,6 ± 0,09	
Вентроанальное расстояние	29,0 ± 1,12	1,07	26,9 ± 1,60	0,42	26,1 ± 1,03	
Длина головы	26,1 ± 0,10	7,10	20,6 ± 0,11	5,20	21,5 ± 0,15	
Самцы "озерные"						
Абсолютная длина тела	110,4 ± 0,54	0,18	119,3 ± 0,06	5,32	107,0 ± 0,63	
Наибольшая высота тела	23,5 ± 0,48	0,58	24,7 ± 2,00	0,19	24,3 ± 0,34	
Наименьшая высота тела	9,4 ± 0,08	3,66	10,5 ± 0,31	1,66	9,8 ± 0,32	
Пектороventральное расстояние	22,2 ± 0,39	1,05	23,0 ± 0,67	2,02	21,6 ± 0,22	
Вентроанальное расстояние	22,1 ± 0,55	6,09	28,5 ± 0,91	1,57	27,0 ± 0,31	
Длина головы	20,5 ± 0,43	2,59	21,9 ± 0,35	2,90	21,0 ± 0,44	
Самцы "прудовые"						
Абсолютная длина тела	110,5 ± 0,12	0,46	111,1 ± 1,30	0,14	111,3 ± 0,57	
Наибольшая высота тела	25,5 ± 0,12	1,93	26,7 ± 0,62	0,60	26,1 ± 0,80	
Наименьшая высота тела	9,5 ± 0,13	0,10	9,6 ± 0,06	0,33	9,5 ± 0,28	
Пектороventральное расстояние	20,5 ± 1,73	1,09	22,4 ± 0,22	1,00	21,8 ± 0,57	
Вентроанальное расстояние	24,2 ± 1,04	1,92	30,0 ± 2,82	0,33	31,0 ± 1,00	
Длина головы	24,1 ± 0,57	0,48	24,4 ± 0,28	1,08	24,0 ± 0,23	

рыб. На Алтае в естественных условиях созревание половых продуктов наблюдается в марте—июле [Ростовцев, 1979], нерестится весной при температуре воды 3—8 °С в верховьях речек и ручьев, имеющих быстрое течение и гравийное дно. Размеры гнезда зависят от массы самок и могут достигать длины 60 см, ширины 30 и высоты 25 см. Обычно после завершения процесса кладки порции икры самка приступает к рытью второго гнезда, затем третьего, располагая их одно за другим вверх по течению. Эффективность естественного воспроизводства невысока.

Размер икринок и их количество сильно варьируют в зависимости от размеров самки. По нашим исследованиям, у радужной форели алтайской популяции корреляция между массой рыбы и диаметром икринок очень велика ( $r = 0,98$ ). Одна самка форели в зависимости от возраста и массы продуцирует от 0,3 до 6,0 тыс. шт. икринок. Для Алтайского края в форелевых хозяйствах плодовитость радужной форели составляет 1,2—2,0 тыс. икринок на 1 кг массы тела рыбы.

Условия среды влияют не только на морфологические показатели форели, но и на ее воспроизводительную способность. Все показатели плодовитости изменяются с возрастом и зависят от условий существования маточного стада (табл. 87).

**Биотехнология выращивания.** С 1972 г. разработкой промышленной технологии выращивания товарной рыбы и воспроизводства форели в совхозе "Радужный" занимаются ученые Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства (СибНИИПТЖ). Одним из главных направлений научных разработок с 1986 г. стало целенаправленное формирование племенного стада радужной форели для условий Сибири [Ростовцев, 1989, 1991]. Стадо совершенствуется в направлении увеличения рабочей плодовитости и жизнестойкости молоди на первом году жизни. Оценка производителей проводится согласно разработанной "Инструкции по бонитировке радужной форели в промышленных хозяйствах" (1987 г.). При формировании маточного стада форели учитываются экстерьер рыбы, темп роста и плодовитость. Рыбоводные преимущества производителей племенного ядра маточного стада явно выражены уже на первых

Таблица 87

Возрастная и биотопическая изменчивость показателей плодовитости радужной форели, шт. икринок

Показатель	Возраст, лет	Озерная форма	Прудовая форма
		( $M \pm m$ )	( $M \pm m$ )
Индивидуальная абсолютная плодовитость	3+	1098 ± 0,65	1800 ± 0,23
	4+	1969 ± 0,44	2700 ± 0,91
	5+	2980 ± 0,62	4332 ± 0,67
Индивидуальная относительная плодовитость	3+	3660 ± 0,21	3913 ± 0,86
	4+	2702 ± 0,74	2963 ± 0,43
	5+	2560 ± 0,23	2669 ± 0,58
Рабочая плодовитость	3+	768 ± 0,12	1260 ± 0,41
	4+	1378 ± 0,42	1890 ± 0,54
	5+	2006 ± 0,37	3092 ± 0,87

этапах их использования. Так, выход личинок от племенных производителей в 2—3 раза выше и они жизнеспособнее на 20—23 %.

Задачи сибирского форелеводства сводятся к формированию желательного типа сибирской форели, отличающейся следующими рыбоводно-биологическими параметрами:

Показатель	Самки	Самцы
Возраст созревания, лет	4	3
Масса тела при переводе в основное стадо, кг	1,1	0,6
Индекс прогонистости	3,5—3,9	3,8—4,1
Индекс широкоспинности	14,0—19,0	14,0—18,0
Рабочая плодовитость, тыс. шт. икринок	1,5—3,9	—
Объем эякулята, см <sup>3</sup>	—	3,0—11,0

С учетом корреляции между индексами прогонистости и широкоспинности с продуктивными качествами производителей, именно эти показатели положены в основу шкалы комплексной оценки после отбраковки особей, не соответствующих

Таблица 88

Минимальные стандартные оценочные показатели производителей сибирской форели

Возраст, лет	Класс	Самки			Самцы		
		Пр	Шр	Рп	Пр	Шр	Оэ
3	Элита	—	—	—	3,7	17,0	3,7
	1-й	—	—	—	3,9	15,0	3,5
	2-й	—	—	—	4,1	13,0	3,0
4	Элита	3,4	18,0	1,7	3,7	18,0	7,0
	1-й	3,6	16,0	1,5	3,9	16,0	5,0
	2-й	3,8	14,0	1,2	4,0	14,0	4,0
5	Элита	3,4	19,0	2,4	3,6	18,0	11,0
	1-й	3,7	16,0	2,0	3,8	16,0	9,0
	2-й	3,9	14,0	1,5	4,0	14,0	6,0

Примечание. Оценочные показатели: Пр — индекс прогонистости; Шр — индекс широкоспинности; Рп — рабочая плодовитость, тыс. икринок; Оэ — объем эякулята, см<sup>3</sup>.

стандартным показателям по массе тела (табл. 88). В состав оценочной шкалы включены также возраст и показатели воспроизводительной способности производителей [Ростовцев, 1991]. Сопоставление классов по телосложению и продуктивности позволяет определить их суммарный класс, который и служит основным критерием в племенной работе.

Производители группы элита и лучшие по воспроизводительной способности особи 1-го класса составляют племенное ядро хозяйства, остальные используются для промышленного воспроизводства.

Отнерестившиеся производители форели физиологически слабые, но при благоприятных условиях (хорошая обеспеченность питанием, оптимальный гидрохимический и гидрологический режимы), как правило, поправляются после нереста и на будущий год или через год нерестятся повторно.

Температура воды оказывает большое влияние на продолжительность созревания гонад производителей, и для полного репродуктивного цикла самок необходимо около

2400 градусо-дней. Такое количество тепла в естественных условиях холодноводного рыбоводства не гарантируется, икра инкубируется в апреле — мае при температуре воды в пределах 3—6 °С и в условиях ее резких колебаний. Из-за нестабильного температурного режима инкубации и увеличения ее сроков отход икры в аппаратах значительно увеличивается [Ростовцев, 1983]. Установлено, что при искусственном разведении радужной форели для эмбрионального развития необходимо 320—380 градусо-дней; и при увеличении продолжительности инкубации до 60—80 сут сокращаются сроки вегетационного периода для выращивания мальков и сеголетков.

Для устранения негативного влияния нестабильных температурных условий инкубации икры в технологический процесс инкубации икры внедрен автоматический подогреватель воды до 10—12 °С, позволяющий сократить процесс инкубации на 15—20 сут, тем самым увеличен период выращивания и достигнуто получение стандартной по массе молоди.

Еще до рассасывания желточного мешочка выклюнувшиеся личинки уже начинают заглатывать мелкие формы зоопланктона, а после полной резорбции желточного мешка переходят исключительно на внешнее питание. Излюбленной пищей молодой форели являются насекомые во всех стадиях развития, зоопланктон необходим лишь в первые 1—1,5 мес. При выращивании форели необходима постоянная сортировка рыб по размерам, тем самым исключается травмирование и угнетение отстающих в росте особей.

В оз. Лебединое и р. Кокша основу питания форели в естественных условиях составляют гаммарус, бычок-подкаменщик, речной гольян и насекомые.

К перемене пищи радужная форель приспосабливается сравнительно легко, поэтому ее можно выращивать исключительно на искусственных кормах. Однако пищевая ценность форели при этом снижается. Насыщенность крови гемоглобином у рыб, выращенных в прудах-бассейнах на искусственных рационах, на 7—19 % ниже, чем на естественных кормах в оз. Лебединое. Содержание белка в теле последних выше на 8 %, а жира — на 5 % ниже [Ростовцев, 1984].

При изучении показателей телосложения и возрастных изменений массы ремонтной молоди радужной форели, раз-

водимой в Алтайском крае, выявлено, что темп роста особей достаточно высок, разница в средней массе тела по возрастным группам статистически достоверна по третьему порогу вероятности безошибочных прогнозов —  $V_3 = 0,999$ . Прирост массы тела в возрастном интервале сеголеток-трехлеток составляет 82—252 г, что соответствует видовой особенности роста форели. Выяснено, что с возрастом молодь алтайской форели становится более прогонистой и широкотелой [Ростовцев, 1996]. Ежегодный прирост массы тела в возрастном интервале четырех—восьмилетки составляет 350—500 г.

Форелеводческий комплекс совхоза "Радужный" помимо выращивания товарной рыбы и производства рыбопосадочного материала организует платное любительское рыболовство на специально отведенных прудах и непосредственно в оз. Лебединое. Это способствует привлечению дополнительных материальных средств для сохранения и поддержания производственных мощностей хозяйства.

Использование радужной форели как объекта рыбоводства очень перспективно. Пример этому — интенсивное выращивание форели во всех без исключения развитых странах мира, где она занимает приоритетное значение на потребительском рынке в сравнении с карповыми и другими видами рыб.

### 8.5. Результаты интродукции речных раков и перспектива раководства

Биопродуктивность водоемов увеличивается не только традиционными методами рыбоводства и мелиорации, но и использованием в качестве объекта выращивания промысловых ракообразных. Одним из перспективных объектов подобного рода в условиях Западной Сибири считается речной рак. Потребляя неиспользуемые рыбой кормовые ресурсы и не являясь трофическим конкурентом ихтиофауне, он закономерно вызывает научный и практический интерес для искусственного разведения и интродукции. Первые пересадки речного рака предприняты еще в начале XIX в. Именно он стал первым водным объектом, перенесенным человеком с западных

го на восточный склон Уральских гор [Иоганзен, Петкевич, 1951].

За 1805—1861 гг. длиннопалый речной рак стихийно интродуцирован в реки Исеть, Тобол, Туру, Омь, саморасселился по бассейну Иртыша. В конце 70-х годов XIX в. в Университетском пруду Томска был организован его промысел. К.Ф. Кесслер отмечал поимки речных раков в р. Нарым (1858 г.) и в р. Барнаулка (1869 г.). За 40—50 лет рак успешно расселился в большинстве водоемов Зауралья и Западной Сибири.

Перевозки в Европу, а затем и в Россию американского сигнального рака, являющегося носителем возбудителя рачьей чумы, привели к почти полному исчезновению длиннопалого рака сначала в водоемах Европы, а затем в России, в том числе и в Западной Сибири. В 1954—1955 гг. предприняты попытки акклиматизации в водоемах Западной Сибири широкопалого речного рака: 15 тыс. производителей из оз. Спиджо (Литва) были завезены в реки Иня, Бердь, озера Сартлан и Убинское. Опыт интродукции широкопалого рака в водоемы Сибири закончился неудачно из-за несоответствия для вида экологических условий новых мест обитания [Иоганзен и др., 1972].

В 1976—1979 гг. длиннопалый речной рак стихийно перевезен из бассейнов рек Кубани и Дона в Алтайский край, 107 разнополых особей размером 5—8 см были выпущены в оз. Бол. Уткуль. Раки успешно прижились и через несколько лет сформировалось промысловое стадо, началось саморасселение по верховьям Оби. Вторым очагом стихийной интродукции речного рака стало Склюихинское водохранилище, из которого он распространялся по бассейну р. Алей. Третье место активного освоения раком речной акватории и водохранилища является р. Кучук. Стихийное расселение рака по водоемам края продолжается и часто заканчивается его гибелью после первой зимовки.

Саморасселение длиннопалого рака по верховьям Оби пока ограничено г. Барнаулом, ниже которого факты поимки рака нам пока неизвестны. Видимо, очаги интенсивного загрязнения в черте города для него непроходимы. Одновременно выше города, в том числе в притоке первого порядка р. Бол. Калманка и в некоторых зонах рекреации в черте города (затон Ковш, протока Лапа), его численность довольно высока.

Таблица 89

Морфометрическая характеристика длиннопалых раков, % к длине карапакса без рострума

Признак	Кубанский*	Бол. Уткуль	Склюихинское водохранилище	р. Кучук
Длина:				
подвижного пальца	72,4	55,2	84,8	70,0
ладони	57,8	32,3	43,3	37,6
Ширина:				
ладони	41,7	37,1	45,1	41,2
карапакса	68,8	73,6	72,1	70,1

\* По данным К.Н. Будникова, Ф.Ф. Третьякова [1952].

В Алтайском крае проводились и планомерные работы по интродукции рака: он завезен в Гилевское водохранилище (1983, 1984 гг.); в пруд с. Суслово, бассейн р. Касмала (1983 г.); в правобережные озера Петровское (1987 г.) и Красиловское (1990 г.). Исследования популяции речного рака в маточных водоемах края показали, что по основным морфометрическим характеристикам он относится к роду *Astacus*, группе узкопалых, виду *A. leptodactylus* Escholtz (длиннопалый рак). Морфометрические признаки всех трех локальных маточных стад рака близки между собой (табл. 89) и практически мало отличаются от его материнской популяции в реках Кубани [Будников, Третьяков, 1952].

Между интенсификацией лова и размерами раков прослеживается определенная зависимость. Наибольший пресс лова сказывается на его популяции в озере Бол. Уткуль, отсюда и заметное снижение численности крупных особей в уловах.

Размерный состав улова раков, %

Водоем	Размеры, см						
	7—8	9—10	11—12	13—14	15—16	17—18	
Бол. Уткуль	3	8	7	12	15	18	9 13 11 3 1
Склюихинское водохранилище	—	—	—	—	—	19	32 30 14 3 2

Весовой рост раков в водоемах Алтайского края надо признать высоким (табл. 90), сравнимым с показателями вида Азово-Черноморского бассейна и северо-западных районов [Соболь, 1969; Пинский, 1971].

Половая структура отлавливаемой части популяции весьма непостоянна и колеблется от времени и места лова, применяемых снастей. Кроме того, на половом составе уловов отражаются различия в сроках линьки: во время линьки самок в уловах преобладают самцы и наоборот.

Контрольный лов рака в оз. Бол. Уткуль в июне выявил соотношение самцов и самок 1 : 2, в августе — 3 : 1, а осенью — 2 : 1 [Клепиков, 1996]. В период появления потомства в Склюихинском водохранилище соотношение самцов к самкам было близко 9 : 1, осенью — 2 : 1. В целом соотношение полов близко 1 : 1 у молодых особей и менее благоприятно половая структура складывается в половозрелой части популяции, когда количество самцов явно превалирует.

Половой состав популяции рака в водоемах Алтайского края, %

Водоем	Размеры, см										
	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18					
Бол. Уткуль:											
самцы	66	50	50	29	64	53	86	87	96	100	100
самки	34	50	50	71	36	47	14	13	4	0	0
Склюихинское водохранилище:											
самцы	—	—	—	—	—	57	75	100	100	—	—
самки	—	—	—	—	—	43	25	—	—	—	—

По мере вовлечения самок в процесс размножения выживаемость их снижается по сравнению с самцами, свободными от вынашивания потомства и ухода за ним. Среди самых крупных раков самки, как правило, отсутствуют. В оз. Бол. Уткуль в воспроизводстве участвуют самки более 80 мм, хотя факты спаривания отмечены и для более мелких особей:

Размер самок, см	7-8	9-10	11-12	13-14	15			
Участие в воспроизводстве, %	0	84	98	94	94	93	76	75

Таблица 90

Линейно-весовые показатели речных раков водоемов края

Показатель	оз. Бол. Уткуль		Склюихинское водохранилище	
	В среднем	Колебания	В среднем	Колебания
Длина полная, мм				
самцы	134,0	78,8—175,5	141,2	122,2—172,8
самки	112,8	74,4—151,1	128,9	122,7—134,6
Масса, г				
самцы	88,3	15,1—204,2	84,4	54,0—149,0
самки	40,4	11,0—83,4	50,7	48,0—56,0

Самки длиннопалого рака откладывают в зависимости от размера 50—900 яиц. Число яиц у самок речного рака оз. Бол. Уткуль колеблется от 120 до 610, в среднем составляет 310; в Склюихинском водохранилище — 350; в р. Кучук — 375. С увеличением линейных размеров, массы и возраста закономерно увеличивается плодовитость самок: коэффициент корреляции плодовитости и длины равен +0,48. Средний диаметр яиц рака в водоемах края — 2,7 мм (колебания 1,9—3,0 мм), масса — от 4,0 до 16,0 мг, в среднем 12,0 мг.

Сроки выклева личинок зависят от климатических условий конкретного года, и как правило, в водоемах края приходятся на конец июня — начало июля. В отношении выживаемости молоди существует мнение, что к вылуплению личинок сохраняется в среднем не более 100—150 яиц и от потомства одной самки доживает до взрослого состояния 12—16 особей [Фомичев, 1986].

Животная планктонная пища используется, главным образом, молодью. Случаи охоты и преследования для речных раков нетипичны и очень редки [Цукерзис, 1983]. Исследования в алтайских водоемах не выявили в составе пищи раков рыбы и ее икры, хотя питание погибшей рыбой не исключено.

Раки потребляют богатые органическими и минеральными веществами илы, не пренебрегают малоподвижными моллюсками, личинками водных насекомых. В поисках пищи руководствуются в первую очередь органами осязания и обоняния. Средняя масса пищевых комков раков из алтайских водоемов 32 мг, большая часть пищи представлена высшей водной растительностью.

Накормленность зависит от физиологического состояния раков, минимальная наблюдалась у самок, вынашивающих

яйца (1,7—3,8 ‰), максимальная — у представителей обоих полов, не участвующих в воспроизводстве и активно нагуливающих массу (20,3—33,7 ‰).

Мышцы речного рака после термической обработки в соленой воде включают до 14 % легкоусвояемых белков при минимальном содержании жира. Отходы при разделке, включая и панцирь, используют для выработки кормовой муки и удобрительных туков. Разработан промышленный способ получения хитина и его производного — хитозана, используемых в бумажной, пищевой и фармацевтической промышленности.

В Алтайском крае насчитывается около 2,5 тыс. га нагульных прудов, используемых для разведения различных видов рыб. Опыт их эффективного использования для совместного выращивания рыбы и речных раков накоплен Алтайским НИИ промышленных технологий животноводства. Кроме того, для заселения раками в крае могут быть использованы предгорные озера Белое, Колыванское общей площадью 7 км<sup>2</sup>; водоемы Бурлинской системы с акваторией до 50 км<sup>2</sup>; часть незаморных Бийско-Чумышских озер (Петровское, Красиловское) — 6,5 км<sup>2</sup>.

На очагах расселения речного рака возник стихийный его промысел, который не регламентируется ни прогнозными исследованиями, ни сроками заготовки, ни промысловыми размерами, ни платой за ресурс. По имеющимся данным, в крае ежегодно заготавливается 25—30 т живых раков, при организации специализированных рачьих хозяйств и необходимом уровне охраны ресурса заготовка в естественных водоемах может быть доведена до 100 т. Кроме того, в крае развито прудовое хозяйство, имеется реальная перспектива раководства как в головных, так и в части нагульных прудов.

На базе прудов Уткульского ОЗТХ возможна организация выращивания посадочного материала речного рака с использованием маточного стада в оз. Бол. Уткуль. Посадочный материал рака может быть реализован на естественных и искусственных водоемах азиатской территории России. Обязательным условием дальнейшей интродукции рака считаем использование для этих целей его маточных стад, акклиматизировавшихся к условиям рассматриваемого региона, что одновременно исключит занос возбудителей эпизоотий.

## ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (вместо заключения)

Для всех современных ландшафтов характерны следы воздействия человека [Милюков, 1973]. Территория Алтайского края и особенно его равнинная часть хорошо освоены в хозяйственном отношении, но до середины XX в. суммарное влияние хозяйственной деятельности на фауну водоемов было незначительным и чаще выражалось в виде прямых нагрузок на ресурс рыбы. Позже влияние хозяйственных факторов увеличилось, в ландшафтах появились чисто антропогенные водные комплексы (пруды, водохранилища, каналы), в водные экосистемы были интродуцированы новые виды рыб, увеличились нагрузки практически на все ландшафты водосборной площади.

Обычно выделяют три стадии воздействия хозяйственной деятельности (экономики) на природный ресурс. При первой природная емкость и устойчивость среды значительно превосходят возмущающее влияние экономики, которое гасится самовосстанавливающим потенциалом ресурса. На второй стадии для поддержания необходимого качества природной среды и численных характеристик ресурса требуется направленная деятельность в виде комплекса мероприятий по охране природы. Третья стадия характеризуется фактической ликвидацией естественной способности ресурса к самовоспроизводству, а среды — к самоочищению. В этой стадии природный ресурс полностью зависит от возможности экономики [Соловов, 1991].

Поэтому при комплексном экономико-экологическом (эко-нологическом) подходе к использованию каждого природного ресурса должны быть определены законы функционирования,

устойчивости и развития системы "экономика — природный ресурс", в котором экология дает совокупность ограничений, в пределах которых и должна функционировать экономика ресурса.

При оценке влияния экономики на ресурс следует принимать во внимание, что в крупных естественных и искусственных водоемах почти невозможно отделить влияние антропогенных факторов от природных, и обстановка на водоемах формируется "...как интегрированный результат естественных и антропогенных процессов" [Жукинский и др., 1981, с. 47].

Необходимо учитывать и переменную результативности отдельных сторон антропогенной деятельности. Общеизвестны, например, положительная и отрицательная роль интродукции новых видов рыб, внесения в водосборную площадь минеральных удобрений, перераспределения местного стока [Козлов, 1979; Николаев, 1979].

Для описания результирующего влияния экономики на природный ресурс водоемов целесообразно использовать три комплекса системообразующих факторов, разделяя их по месту приложения. Первоначально принимаются во внимание факторы, формирующие сток на водосборной площади (факторы стока); во второй комплекс включаются факторы, обуславливающие абиотические и биотические процессы в водоемах, благодаря которым они приобретают характерные особенности (факторы процессов). И наконец, учитывается группа факторов, оказывающих прямое влияние на численные показатели ресурса (факторы состояния). Важно отметить, что структурно все три группы системообразующих факторов находятся в пространстве предыдущего: фауна рыб или любого водного биоресурса "вкладывается" в водоем, который, в свою очередь, — в водосборную площадь (рис. 13).

Для определения сложившихся в результате хозяйственной деятельности конфликтных ситуаций на водосборной площади, в водоемах и по отношению к фауне рыб, а также для прогнозирования тренда этих ситуаций использован корреляционно-матричный метод [Степанов, Андреев, 1981]. Обычно в матрицах проставляются не значения коэффициента корреляции, а условные знаки (цифры) на основании логических выводов о наличии конфликтных ситуаций: 0 — отсутствие

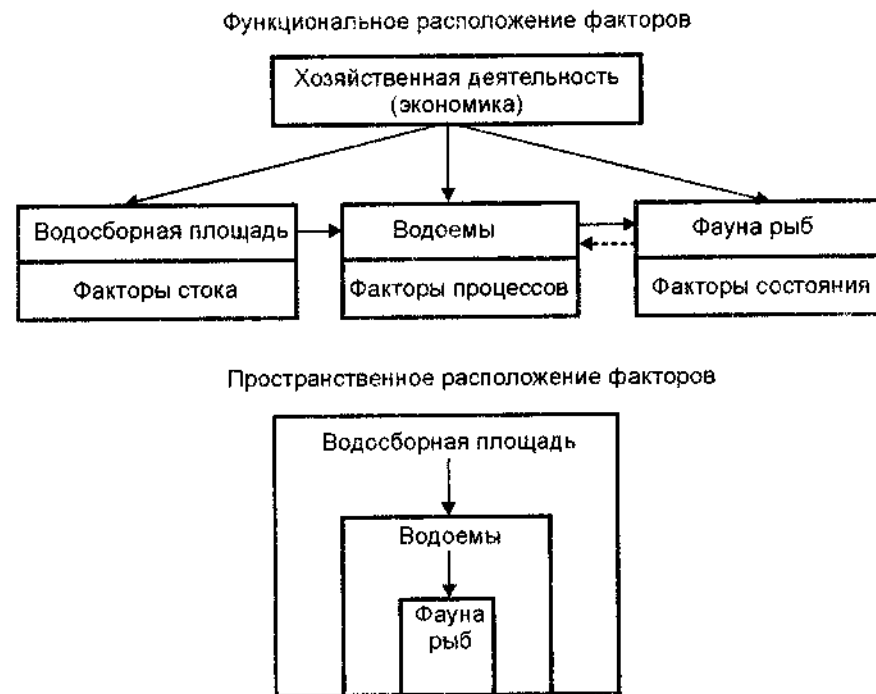


Рис. 13. Схема влияния хозяйственной деятельности на фауну рыб.

конфликта, или полная совместимость факторов; 1 — наличие конфликта умеренного порядка, или затрудненность совмещения; 2 — серьезный конфликт, или опасность для экосистемы при дальнейшем использовании фактора; 3 — очень серьезный конфликт, исключающий использование, или полная несовместимость вида хозяйственной деятельности со средой обитания биоресурса.

Хозяйственная деятельность на водосборной площади направлена на формирование стока, оказывает влияние на количественные и качественные его составляющие и распределение в годовом цикле. Наиболее важен при формировании стока фактор лесистости, но водоохранная и водорегулирующая роль леса четко проявляются только на фоне общей лесистости водосборной площади. М.И. Львович [1963] показал, что система запретных водоохранных лесов вдоль водотока, зани-

мающих не более 1 % площади водосбора, может в лучшем случае предотвратить эрозию берегов. За последние 30 лет облесенность территории края снизилась на 25 % и составляет 21,4 % [Бульчев и др., 1976], что обусловило снижение нормы годового стока в среднем на 25 мм.

Для полного перевода поверхностного стока в грунтовый и для защиты почвы от эрозии общая лесистость территории должна быть в пределах 30—40 % [Молчанов, 1960]. Вырубка колочных лесов и ленточных боров в крае прекращена в 70-х годах, за исключением рубки ухода; однако уничтожение кустарников в поймах степных рек продолжается.

Главным хозяйственным мероприятием на водосборной площади было освоение целинных и залежных земель, в результате которого распаханность равнинной территории края увеличилась на 14 % и достигла в период максимального освоения в среднем 51 % [Бульчев и др., 1976]. Современная распаханность земель не превышает 41 %, сохраняется тенденция перевода пашни в залежи.

На водосборной площади учтены 12 главных факторов хозяйственной деятельности, образующие 26 возможных конфликтных ситуаций (табл. 91). Нетрудно заметить, что в шести случаях они приобретают серьезный характер и с точки зрения сохранения оптимального экологического состояния водоемов и их хозяйственной значимости возникает целесообразность ограничения использования этих факторов.

Хозяйственная деятельность наибольшее влияние оказывает на факторы годового распределения стока, в меньшей степени — на качество и объем стока. Максимальная конфликтность на водосборе характерна для фактора его лесистости, а также связана со строительством временных дамб и осушением пойм малых рек.

С наибольшей конфликтностью хозяйственная деятельность в Верхней Оби проявилась в 50-е и 60-е годы. В результате нарушения гидрологического режима вследствие перекрытия русла плотиной Новосибирской ГЭС (1957 г.) были прерваны нерестовые миграции сибирского осетра, нельмы, дальневосточной миноги, а также частично пеляди и налима. Плотина откленила 40 % нерестовых угодий осетра и до 70 % нельмы, что привело к значительному сокращению

Таблица 91

Матрица конфликтных ситуаций на водосборной площади водных объектов Алтайского края

Фактор хозяйственной деятельности	Фактор формирования стока			Общий балл конфликтности
	Объем	Качество	Распределение	
Снижение лесистости	3	2	3	8
Увеличение распаханности	2	1	2	5
Осушение пойм малых рек	2	1	3	6
Строительство временных дамб и изъятие части стока	3	1	3	7
Распашка склонов	0	2	1	3
Строительство регулируемых водохранилищ	1	0	1	2
Внесение минеральных удобрений	0	2	0	2
Внесение гербицидов	0	3	0	3
Пасторальная дигрессия (пастыба скота)	1	2	1	4
Уплотнение почвы при использовании тяжелой техники	0	0	2	2
Использование артезианской воды	1	0	1	2
Рекреация	0	1	1	2
Итого по ресурсу . . .	13	15	18	46

численности этих видов по всему Обскому бассейну [Петкевич, 1966]. Не менее конфликтующим фактором было и возрастающее загрязнение Оби сточными водами, хотя в целом природный химизм воды не был нарушен, в отдельных очагах загрязнения наблюдалась гибель рыбы и кормовых организмов, нарушались кормовые и нерестовые миграции туводных видов рыб, ухудшались качественные показатели рыбной продукции. Ежегодный ущерб рыбному хозяйству Верхней Оби в пределах края от фактора загрязнения ее акватории оценивается в 90 т [Соловов, 1984б].

В последние годы для рассматриваемого бассейна характерна тенденция снижения сброса загрязненных вод, и как следствие, — некоторое уменьшение наносимого этим фак-



тором ущерба. Так, по данным Комитета по охране окружающей среды (1997 г.), объем сточных вод в водоемы за 1991—1996 гг. снизился с 394 до 267 млн м<sup>3</sup>, в том числе объем загрязненных вод — с 31,2 до 9,23 млн м<sup>3</sup>.

Для верховьев Оби характерен и другой отрицательный вид хозяйственной деятельности — молевой сплав леса; в 60-е годы общая длина сплавных рек достигала 1750 км. На равнинных водотоках молевой сплав прекращен, но в бассейне нет примера восстановления первоначальной биопродуктивности сплавных рек. Более длительным был молевой сплав древесины в верхнем течении Бии на участке выше с. Турочак, где располагаются нерестилища сига Правдина, хариуса, тайменя, ленка.

Практика зачистки бульдозером русел сплавных рек приводит к их выравниванию, перепахиванию и передвижке песчано-гравийных отмелей (потенциальных мест нереста рыб-лиитофилов), к взмучиванию илов; подобный вид "мелиоративных" работ на водотоках приводит к нарушению их природного режима и превращает в магистральные каналы [Воробьев, 1969]. В бассейне Бии промысел рыбы прекращен, отсутствие других значительных антропогенных факторов позволяет отнести снижение рыбопродуктивности водотока за счет молевого сплава. По нашим расчетам, общий ежегодный ущерб рыбному хозяйству верховьев Оби от последствий сплава леса оценивается в 180 т, в том числе по рекам бассейна Бии — 20—30 т и Чумыша — 20—30 т, по притокам Оби: верхней Ине — 50—60 т, Заломной — 10—15 т, Петровке и Бол. Речке — по 15—20 т, Камышенке — 15—25 т [Соловов, 1984б].

Конфликтные ситуации в водоемах возникают при строительстве объектов сельскохозяйственной мелиорации и ирригации, однако их влияние далеко не однозначно. С одной стороны, недопустимо строительство водорегулирующих плотин на притоках Оби первого порядка и глухих земляных дамб ("перемычек") в пойменных протоках, особенно в пределах нерестовых миграций обских рыб, с другой стороны, плотины на среднем и верхних течениях водотоков обеспечивают регулирование стока, улучшение термических условий, снижение скорости течения, что создает более благоприятные условия

для развития гидробионтов. Малые водохранилища на водотоках становятся природным резерватом кормовых организмов и молоди рыб для нижнего течения. Перспективно использование таких водохранилищ для выращивания ценной рыбы.

В матрице конфликтных ситуаций в водных объектах края, возникающих в результате различных сторон хозяйственной деятельности (табл. 92), учтены три группы факторов их приложения: морфометрия водоемов, гидрохимический режим и кормовая база.

Таблица 92

Матрица конфликтных ситуаций, возникающих в водных объектах в результате хозяйственной деятельности на их акваториях

Фактор хозяйственной деятельности	Факторы процессов			Общий балл конфликтности
	Мс	Гр	Кб	
Хозяйственная деятельность на водотоках				
Строительство плотин	1	2	0	3
Перегораживание русла временными дамбами	2	2	0	4
Молевой сплав древесины	3	2	2	7
Загрязнение сточными водами	0	3	2	5
Безвозвратное водопотребление	0	2	2	4
Разработка песка, гравия	2	2	2	6
Рекреация	0	2	0	2
Итого по ресурсу . . .	8	15	8	31
Хозяйственная деятельность в озерах				
Строительство плотин и поднятие уровня воды	2	2	0	4
Загрязнение сельскохозяйственными стоками	0	3	1	4
Забор воды на орошение	1	1	2	4
Подпитка артезианской водой	1	1	0	2
Заготовка песка в литорали	1	1	0	2
Уничтожение барьера макрофитов	1	1	1	3
Механизированный лов рыбы	0	2	1	3
Рекреация	0	1	0	1
Итого по ресурсу . . .	6	12	5	23

Примечание. Мс — морфометрическое состояние, Гр — гидрохимический режим, Кб — кормовая база.

В водотоках и озерах основная результирующая влияния факторов хозяйственной деятельности направлена на изменение гидрохимического режима: общий балл конфликтности соответственно равен 15 и 12. В меньшей степени указанные факторы оказывают влияние на морфометрическое состояние водных объектов, их кормовую базу.

Конфликтные ситуации между хозяйственной деятельностью и фауной рыб (и гидробионтами вообще) чаще всего возникают при промысле рыбы, заборе молоди рыб насосными станциями оросительных систем, массовых эпизоотий (табл. 93). Максимальное совокупное влияние хозяйственная деятельность оказывает на численность гидробионтов, в том числе и промысловой ихтиофауны.

В использованном методе оценки влияния хозяйственной деятельности на водосборную площадь, водные объекты и фауну рыб далеко не полностью исчерпан набор описываемых факторов, да и оценка носит экспертный характер. И все же, несмотря на указанные недостатки, метод позволяет определить наличие серьезных конфликтов и в какой-то степени их сгладить, регулируя использование факторов хозяйственной

деятельности. Д.А. Арманд [1975] подчеркивал, что "...каждый раз, когда мы гладим природу против шерсти, нам приходится затрачивать много труда и средств на преодоление неблагоприятных условий. Это благородная работа, но всегда нужно задавать вопрос: оправдана ли она экономически?" (с. 262). Иными словами, не полезнее ли чаще гладить природу "по шерсти"? Умелое приспособление возможности современной экономики к ландшафту, к особенностям климата данной территории и к условиям формирования биоты, при обязательном сохранении его естественного воспроизводства — суть современной теории оптимизации использования ресурса.

Т а б л и ц а 93

Матрица конфликтных ситуаций хозяйственной деятельности с фауной рыб

Фактор хозяйственной деятельности	Факторы состояния			Общий балл конфликтности
	число видов	численность	физиологическое состояние	
Промысел	1	2	1	4
Охрана рыбных ресурсов	0	0	1	1
Искусственное разведение	0	1	0	1
Интродукция	2	0	1	3
Загрязнение водных объектов (прямое влияние)	1	2	1	4
Забор молоди насосными станциями	1	3	0	4
Эпизоотии	1	2	1	4
Рекреация	0	0	1	1
Итого по ресурсу...	6	10	6	22

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аболтин Г. Донесение о водоемах верховьев р. Барнаулки // Гос. архив Алтайского края. — 1811. — Фонд 1. Опись 2. Дело 577. — 29 с.
- Абросов В.Н. Зональные типы лимногенеза. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1982. — 144 с.
- Агроклиматические ресурсы Алтайского края. — Л.: Гидрометеоздат, 1971. — 156 с.
- Акклиматизация и разведение ценных рыб в естественных водоемах и водохранилищах Сибири и Урала / Б.Г. Иоганзен, А.Н. Петкевич, Н.П. Вотинков, А.В. Подлесный и др. — Свердловск, 1972. — 283 с.
- Акуленко Ю.Н. Подземные воды // Энциклопедия Алтайского края: В 2 т. — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1995. — Т. 1. — С. 49—52.
- Алабастер Дж. Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. — М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. — 344 с.
- Алекин О.А. Основы гидрохимии. — Л.: Гидрометеоздат, 1970. — 228 с.
- Алтуфьева К.А., Оглезнева Е.А. Кормовая ценность артемии салины // Рыбное хоз-во. — 1984. — № 1. — С. 35—36.
- Андерсон Дж. М. Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек. — Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 165 с.
- Андреев В.Л., Решетников Ю.С. Анализ состава пресноводной ихтиофауны северо-восточной части СССР на основе методов теории множеств // Зоол. журн. — 1978. — Т. 57, вып. 2. — С. 165—175.
- Андрушикова И.Н. Изменения в сообществе зоопланктона в связи с процессом эвтрофикации // Эвтрофирование мезотрофного озера. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. — С. 78—99.
- Аникин В.П. Некоторые биологические наблюдения над ракообразными из рода Артемия // Изв. Том. ун-та. — 1989. — Кн. 14. — С. 1—103.
- Антропогенные воздействия на малые озера. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. — 174 с.
- Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. — М.: Мысль, 1975. — 288 с.
- Бабуева Р.В. Лещ Новосибирского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Томск, 1971. — 22 с.
- Байкина Е.А. Охрана окружающей среды при проектировании и строительстве животноводческих комплексов // Охрана и рациональное использование природных ресурсов в условиях развития агропромышленного комплекса. — Барнаул, 1983. — С. 30—31.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. — М.: Изд-во АН СССР, 1949. — Т. 3. — С. 1195—1315.
- Березовский А.И. Рыбное хозяйство на Барабинских озерах и пути его развития // Научно-промысловые исследования Сибири. — Красноярск, 1927. — Вып. 2. — 68 с.
- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. — М.: Мир, 1989. — Т. 1. — 667 с.
- Благовидова Л.А. Влияние факторов среды на зообентос озер юга Западной Сибири // Гидробиол. журн. — 1973. — Т. 9, № 1. — С. 55—61.
- Богатова И.Б. Новые методы культивирования *Cladocera* // Трофология водных животных. — М.: Наука, 1973. — С. 340—360.
- Боровик Е.А. Радужная форель. — Минск: Наука и техника, 1969. — 154 с.
- Будников К.Н., Третьяков Ф.Ф. Речные раки и их промысел. — М.: Пищепромиздат, 1952. — 95 с.
- Бульчев М.И., Сильченко М.И., Шубина Т.И. Интенсификация использования земель в Алтайском крае. — Барнаул, 1976. — 78 с.
- Бурбах А.Я. Химизация сельхозпроизводства как фактор охраны природы // Охрана и рациональное использование природных ресурсов в условиях развития агропромышленного комплекса. — Барнаул, 1983. — С. 25—27.
- Бурлакова Л.М. Актуальные проблемы охраны почв в Алтайском крае // Проблемы экологии и рационального природопользования. — Барнаул, 1989. — С. 145—146.
- Бурлакова Л.М., Пудовкина Т.А. Почвы. Земельные ресурсы // Энциклопедия Алтайского края: В 2 т. — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1995. — Т. 1. — С. 53—57.
- Варпаховский Н.А. Данные по ихтиологической фауне бассейна р. Оби // Ежегод. Зоол. музея. АН. — Спб, 1889. — С. 141—271.
- Варпаховский Н.А. Рыбы Телецкого озера // Ежегод. Зоол. музея АН. — Спб, 1890. — Т. 5. — С. 412—427.
- Васильев Ю.С., Кукушкин В.А. Использование водоемов и рек в целях рекреации. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 228 с.

Велижанин А.П. Заметки о поездке в верховья р. Барнаулки // Алт. сборник. — Барнаул, 1930. — Т. 12. — С. 10—31.

Веснина Л.В. Роль антропогенных факторов при формировании зоопланктона Кулундинских озер Алтайского края // Тез. докл. V съезда ВГБО. — Тольятти, 1986. — С. 152—154.

Веснина Л.В. Зоопланктон озер Алтайского края и расчет выхода рыбопродукции // Региональное природопользование: проблемы, методология, методы. — Барнаул, 1988. — С. 172—174.

Веснина Л.В. Роль доминантных видов зоопланктона в образовании его продукции // Биоценозы Алтайского края и влияние на них антропогенных воздействий. — Барнаул, 1990а. — С. 76—79.

Веснина Л.В. Влияние Кулундинского канала на зоопланктоценозы Кулундинской системы // Биоценозы Алтайского края и влияние на них антропогенных воздействий. — Барнаул, 1990б. — С. 124—127.

Веснина Л.В. Изучение структуры сообществ зоопланктона озер Кулундинской системы Алтайского края методом мер включения // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. — С. 95—98.

Веснина Л.В. Изменение кормовой базы озер как показатель биоманипуляции при выращивании пеляди // Биология и биотехника разведения сиговых рыб. — Спб, 1994. — С. 35—37.

Веснина Л.В. Сукцессии экосистемы озера Мостовое Алтайского края // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. — Тюмень, 1996а. — С. 30—32.

Веснина Л.В. Экосистемы разнотипных водоемов Алтайского края и их естественная продуктивность // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. — Томск, 1996б. — С. 37—39.

Веснина Л.В. Особенности биоты мезогайных озер Алтайского края // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. — Новосибирск, 1997. — С. 204—206.

Веснина Л.В., Новоселова З.И. Зоопланктон в питомном озере Долгом и двукратное использование прудов-спутников как один из путей интенсификации озерного рыбоводства в Алтайском крае // Пути повышения эффективности выращивания товарной рыбы в водоемах Сибири. — Новосибирск, 1984.

Веснина Л.В., Голубых О.С. Кормовая база прудов-спутников при выращивании растительноядных рыб // Интенсификация прудового, промышленного и озерного рыбоводства в агропромышленном комплексе Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989. — С. 96—97.

Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. — Минск, 1960. — 328 с.

Винокурова О.М., Титова В.Д., Эбелинг О.В., Винокуров Ю.И. Возможности использования субтермальных подземных вод Кулунды для рыборазведения // Охрана, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Алтайского края. — Барнаул, 1975. — С. 159—161.

Волгин М.В. Акклиматизация леща в озере Убинском Новосибирской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Томск, 1966. — 28 с.

Воробьев В.Н. Вопросы состояния охраны рек Бие-Телецкого бассейна // Комплексное использование водных ресурсов Сибири и Дальнего Востока. — Омск, 1969. — С. 36—40.

Воронихин Н.Н. Материалы к изучению альгологической растительности озер Кулундинской степи // Изв. ГБС АН. — М., 1929. — С. 149—162.

Ворсин Н.Ф., Гросс В.Л. Охрана рыбных запасов в системе единых природоохранных мероприятий Алтайского края // Научно-организационные и прикладные вопросы охраны окружающей среды в Алтайском крае. — Барнаул, 1980. — С. 119—120.

Голубых О.С., Попкова Л.А. Планктон соленого оз. Горького степной зоны Алтайского края // Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. — С. 39—41.

Голубых О.С., Студеникина Т.Л. Рачок артемия как резерв кормовых ресурсов в рыбоводстве // Пути рационального использования почвенных, растительных и животных ресурсов Сибири. — Томск, 1986. — С. 161—163.

Гребенников В.А., Ветчинкин В.Д., Коршунов В.М. Лечение кожных заболеваний на оз. Большое Яровое. — Барнаул, 1977. — 70 с.

Гресе И.И. О некоторых закономерностях в питании сибирской плотвы // Тр. ТГУ. — 1953. — Т. 125. — С. 127—132.

Гундризер А.Н. Нахождение подкаменщика *Cottus Linne* в бассейне реки Катунь (Центральный Алтай) // Заметки по фауне и флоре Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1966. — Вып. 19. — С. 37—40.

Гундризер А.Н. Состояние рыболовства и возможности рыбохозяйственных работ в Горном Алтае // Вопросы сельскохозяйственного рыбоводства и гидробиологии Западной Сибири. — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1967. — С. 24—31.

Гундризер А.Н. Исследования водоемов, распространения и биологии рыб Горного Алтая и Тувы // Итоги исследований по биологии. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1968. — С. 224—247.

Гундризер А.Н., Егоров А.Г., Афанасьева В.Г. и др. Перспектива воспроизводства осетровых Сибири // Биологические основы осетроводства. — М.: Наука, 1983. — С. 241—258.

Гундризер А.Н., Попков В.К. Биологические ресурсы водоемов Алтайско-Саянской горной страны и их рациональное использование // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. — М.: Наука, 1984. — С. 5—13.

Гундризер А.Н., Попков В.К. Особенности экологии пеляди на разных этапах акклиматизации в озерах Алтае-Саянского нагорья // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. — С. 40—46.

Гутельмахер Б.Л., Алимов А.Ф. Количественные закономерности фильтрационного питания водных животных // Общие основы изучения водных экосистем. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. — С. 57—78.

Демина А.Г. Плодовитость серебряного караса в бассейне Амура // Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. — 1977. — Вып. 8. — С. 80—85.

Драбкова В.Г., Сорокин И.Н. Озеро и его водосбор — единая природная система. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. — 195 с.

Дрягин П.А. Рыбные ресурсы Якутии // Труды Совета по изучению производительных сил Якутской АССР. — Л.: Изд-во АН СССР, 1933. — Вып. 5. — С. 3—94.

Дрягин П.А. Акклиматизация рыб во внутренних водоемах СССР // Изв. ВНИОРХ. — 1953. — № 32. — С. 10—98.

Дрягин П.А. О сезонных наблюдениях биоритмов на водоемах // Докл. Географ. об-ва СССР. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. — Вып. 6.

Ермолаев В.И. Водоросли озер нижнего течения реки Карасук // Опыт комплексного изучения и использования Карасукских озер. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. — С. 69—79.

✓ Ермолаева Н.И. Формирование и современное состояние зоопланктонного сообщества Новосибирского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Новосибирск, 1998. — 18 с.

Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. — М.: Учпедгиз, 1961. — 597 с.

Жданов В.Д., Собанский Г.Г. Еще раз о необходимости и возможности зарыбления некоторых озер и рек Северо-Восточного Алтая // Охрана, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Алтайского края. — Барнаул, 1975. — С. 364—367.

Жукинский В.Н., Оксюк О.П., Кошелев С.И. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. — Т. 17, № 2. — С. 38—49.

Журавлев В.Б. Пути сохранения и рационального использования рыбных запасов озера Белого как памятника природы // Биологические

ресурсы Алтайского края и перспективы их использования. — Барнаул, 1984. — С. 148—149.

Журавлев В.Б. Опыт рыбохозяйственной классификации малых рек Алтайского края // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. — Тюмень, 1986. — С. 62—65.

Журавлев В.Б. К методике определения потенциальной рыбопродуктивности карасевых озер // Рыбное хоз-во. — 1989а. — № 2. — С. 54—57.

Журавлев В.Б. Проблемы и перспективы создания маточных стад сиговых рыб в водоемах Алтайского края // Проблемы развития прудового и озерного рыбоводства Западной Сибири. — Новосибирск, 1989б. — С. 31—34. (Науч.-техн. бюл. СО ВАСХНИЛ; Вып. 3—4).

Журавлев В.Б. Определение оптимально допустимых уловов с использованием методов регрессионного анализа // Географические проблемы Алтайского края. — Барнаул. — 1991а. — Ч. 2. — С. 43—45.

Журавлев В.Б. Химический состав и возможности заготовки сапропеля оз. Малый Уткуль // Географические проблемы Алтайского края. — Барнаул, 1991б. — Ч. 2. — С. 45—48.

Журавлев В.Б. Анализ видового состава ихтиофауны Алтайского края // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1996. — С. 19—20.

Журавлев В.Б., Соловов В.П. Биология и промысловое значение язя верховьев Оби // Вопр. ихтиологии. — 1984. — Т. 24, вып. 2. — С. 232—237.

Завалишин И. Описание Западной Сибири. — М., 1865. — Т. 2. — 120 с.

Захаров П.С. Эрозия почв и меры борьбы с ней. — М.: Колос, 1978. — 176 с.

✓ Зверева О.С. Опыт рекогносцировочного обследования озер по Омскому и Славгородскому округам Сибирского края // Тр. Сиб. науч. рыбохоз. ст. — Красноярск, 1930. — Т. 5, вып. 2. — С. 4—90.

Зыбин А.С. Озерный рачок-бокоплав (*Gammarus [Rivulogammarus] lacustris* G.O. Sars) и перспективы его хозяйственного использования на основе данных опыта: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Омск, 1958. — 25 с.

Иванова З.А. Рыбы степной зоны Алтайского края. — Барнаул, 1962. — 152 с.

Иванова З.А. Карп в прудах Сибири. — Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1973. — 95 с.

Иванова З.А. Карп Западной Сибири. — М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981. — 112 с.

**Иванова З.А., Иванов А.А.** Размещение прудовых хозяйств в Алтайском крае // Прудовое рыбоводство Западной Сибири. — Новосибирск, 1972. — С. 19—28.

**Ивлева И.В.** Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. — М.: Наука, 1969. — 170 с.

**Иоганзен Б.Г.** Этюды по географии и генезису ихтиофауны Сибири. I. Зоогеография Сибири и место в ней бассейна р. Оби // Учен. зап. Том. ун-та. — 1946. — № 1. — С. 26—27.

**Иоганзен Б.Г.** Рыбохозяйственные районы Западной Сибири и их биолого-промысловая характеристика // Тр. Том. ун-та. — 1953. — Т. 125. — С. 7—44.

**Иоганзен Б.Г., Гундризер А.Н. и др.** Рыбы Западной Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1984. — 121 с.

**Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н.** Акклиматизация рыб в Западной Сибири // Тр. Барабинского отд. ГосНИОРХ. — Новосибирск, 1951. — Т. 5. — 204 с.

**Карпевич А.Ф.** Теория и практика акклиматизации водных организмов. — М.: Пищ. пром-сть, 1975. — 432 с.

**Кашенко Н.Ф.** Результаты Алтайской зоологической экспедиции // Изв. Том. ун-та. — 1900. — Кн. 16. — С. 1—158.

**Кириллов С.Д.** О промысле и систематическом положении населяющего Верхнюю Обь леща // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. — С. 63—66.

**Кириллов С.Д.** Факторы и результаты антропоического воздействия на ихтиофауну верхнего течения Оби и Новосибирского водохранилища // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. — С. 132—136.

**Кириллов В.В., Веснина Л.В., Руднева Л.И., Митрофанова Е.Ю., Зарубина Е.Ю.** Биоразнообразие как фактор и показатель состояния гидросистем бассейна Верхней Оби // Тез. докл. VII съезда ВГБО. — Казань, 1996. — С. 128—130.

**Китаев С.Н.** Экологические основы биопродуктивности озер различных природных зон. — М.: Наука, 1984. — 208 с.

**Клепиков Р.А.** Речной рак в экосистеме озера Большой Уткуль Алтайского края // Биологические ресурсы и развитие аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. — Тюмень, 1996. — С. 61—63.

**Ковалев Р.В., Палин П.С., Панфилов В.П., Селяков С.Н.** Почвенно-мелиоративное районирование южной равнинной части Обь-Иртышского междуречья // Почвы Кулундинской степи. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1967. — С. 5—78.

**Козлов В.И.** Влияние изъятия воды на орошение и акклиматизационных мероприятий на ихтиофауну устьевых районов рек // Экологическое прогнозирование. — М.: Наука, 1979. — С. 94—112.

**Кокин К.А.** Экология высших водных растений. — М.: Изд-во МГУ, 1982. — 158 с.

**Коли Г.** Анализ популяций позвоночных. — М.: Мир, 1979. — 170 с.

**Коломиец Г.Е.** Характеристика ландшафтных районов Обской поймы // Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. — С. 101—110.

**Конева Л.А.** Нельма верхнего бьефа плотины Новосибирской ГЭС: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Новосибирск, 1972. — 21 с.

✓ **Коновалюк Е.Ф., Осипова Н.Н., Попкова Л.А.** К изучению зоопланктона Обь-Иртышского бассейна // Вопросы экологии водоемов и интенсификации рыбного хозяйства Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1986. — С. 22—25.

**Корзун В.И.** Сток и потери талых вод на склонах полевых водосборов. — Л.: Гидрометеоздат, 1968. — 120 с.

**Коробкова Г.В.** Использование и охрана водных ресурсов Обь-Иртышского междуречья // Научно-организационные и прикладные вопросы охраны окружающей среды в Алтайском крае. — Барнаул, 1980. — С. 56—59.

**Коробкова Г.В.** Поверхностные воды // Энциклопедия Алтайского края: В 2 т. — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1995. — Т. 1. — С. 39—49.

**Крепке Г.Я.** Использование живых кормов в товарном рыбоводстве. — М., 1981. — 54 с. — (Обзор. информ. ЦНИИТЭИРХ. Сер. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов; вып. 2).

**Кривошеков Г.М.** Караси Западной Сибири // Тр. Барабинского отд. ВНИОРХ. — 1953. — Т. 6, вып. 2. — С. 71—124.

**Кривошеков Г.М.** Верховка в Западной Сибири (предварительное сообщение) // Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1973. — С. 86—87.

**Кривцов В.Ф., Багров А.М., Чертихин В.Г.** Созревание и нерест растительноядных рыб в водоемах различных широт // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. — М., 1988. — С. 41—43.

**Кузьменко К.Н.** Изменения в составе и продуктивности зообентоса, связанные с процессом эвтрофикации // Эвтрофирование мезотрофного озера. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. — С. 108—115.

**Кульский Л.А., Сиренко Л.А., Шкавро З.Н.** Фитопланктон и вода. — Киев.: Наук. думка, 1986. — 184 с.

**Куракова Л.И.** Современные ландшафты и хозяйственная деятельность. — М.: Просвещение, 1983. — 160 с.

**Левченко В.П.** Опыт экологической экспертизы состояния биоты оз. Песьяного и определение возможности заготовки ресурса гаммаруса // Географические проблемы Алтайского края. — Барнаул. — 1991. — Ч. 2. — С. 38—40.

Лепнева С.Г. К изучению донной фауны Верхней Оби // Уч. зап. ГГИ. — Л., 1930. — Т. 3. — С. 121—198.

Летанская Г.И. Видовой состав и количественные показатели фитопланктона // Реакция экосистем озер на хозяйственное преобразование их водосборов. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1983. — С. 58—81.

Линдберг Г.У., Герд А.С. Словарь названий пресноводных рыб. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. — 368 с.

Липина Н.Н. Личинки и куколки хирономид. Экология и систематика (с определит. табл.). — М., 1929. — 179 с.

Лоскутова Г.Ф., Соловов В.П. Биоритмы в питании пеляди в водоемах Алтайского края // Сиб. вест. с.-х. науки. — 1975. — № 1. — С. 82—85.

Лузанская Д.И., Савина Н.О. Рыбохозяйственный водный фонд и уловы рыбы во внутренних водоемах СССР. — М.: Пищепромиздат, 1956. — 498 с.

Львович М.И. Человек и воды. — М.: Географиздат, 1963. — 567 с.

Максимов А.А. Исследование смен фаз увлажненности территории лесостепей Западной Сибири в 11-летних циклах // Природные циклы Барабы и их хозяйственное значение. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. — С. 6—24.

Малик Л.К. Об изменении некоторых элементов режима рек Нижней Оби при регулировании стока // Вестн. МГУ. Сер. геогр. — 1975. — № 1. — С. 70—76.

Маликова Е.М. Пищевая ценность некоторых беспозвоночных как корма для рыб // Биохимия. — 1956. — Т. 21, вып. 2. — С. 23—27.

Мамонтов А.М. Рыбы Братского водохранилища. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. — 248 с.

Милюков Ф.Н. Человек и ландшафты. — М.: Мысль, 1973. — 224 с.

Михеев В.П. Садковое выращивание форели. — М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. — 216 с.

Молчанов А.А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. — М.: Наука, 1960. — 448 с.

Мосиенко Н.А. Ресурсы поверхностных и грунтовых вод Кулундинской степи и пути их использования для орошения // Водные ресурсы Алтайского края и их комплексное использование. — Барнаул, 1971. — С. 96—99.

Муравейский С.Д. Процесс стока как географический фактор // Реки и озера. — М.: Наука, 1984. — С. 19—29.

Мухачев И.С. Озерное рыбоводство. — М.: Агропромиздат, 1989. — 162 с.

Неизвестнова-Жакина Е.С. К изучению микрофауны р. Оби и ее бассейна // Изв. ГГИ. — 1929. — № 25. — С. 59—69.

Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. — М.: Изд-во МГУ, 1979. — 160 с.

Николаев И.И. Очерк структуры и формирования лимнологического цикла водоемов умеренной зоны // Озера Карельского перешейка. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1971. — С. 5—33.

Николаев И.И. Последствия непредвиденного антропогенного расселения водной фауны и флоры // Экологическое прогнозирование. — М.: Наука, 1979. — С. 76—93.

Никонов С.П. Требования к водному режиму Оби и Иртыша для естественного воспроизводства рыбных запасов // Тез. докл. СибрыбНИИпроекта. — Тюмень, 1975. — С. 37—38.

Никулина В.Н. Паразитофауна рыб степных озер Алтайского края // Развитие озерного рыбного хоз-ва Сибири. — Новосибирск, 1963. — С. 151—153.

Никулина В.Н. Паразитофауна рыб степных озер Алтайского края: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Томск, 1964. — 18 с.

Новоселов В.А. Изменение роста леща в верховьях Оби // Материалы региональной науч.-практ. конф. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1977. — С. 27—30.

Новоселов В.А. Рыбохозяйственное значение верховьев реки Оби // Продуктивность водоемов различных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. — Красноярск, 1978. — С. 47—49.

Новоселов В.А. Интродукция леща в равнинные водоемы Алтайского края // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. — Барнаул, 1979. — С. 161—164.

Новоселов В.А. Итоги интродукции леща в водоемы Алтайского края // Исследования планктона, бентоса и рыб Сибири. — Томск, 1981. — С. 125—130.

Новоселов В.А. К вопросу о состоянии популяции леща Бурлинской системы озер // Биологические ресурсы Алтайского края и перспективы их использования. — Барнаул, 1984а. — С. 131—132.

Новоселов В.А. Щука верховьев Оби и рациональное использование ее запасов // Биологические ресурсы Алтайского края и перспективы их использования. — Барнаул, 1984б. — С. 129—130.

Новоселов В.А. Перспективы рыбохозяйственного использования водохранилищ бассейна реки Алей // Проблемы природопользования и охрана окружающей среды в бассейне р. Алей. — Барнаул, 1984в. — С. 47—49.

Новоселов В.А. Значение акклиматизантов в повышении рыбопродуктивности Верхней Оби // Пути рационального использования почвенных, растительных и животных ресурсов Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1985. — С. 164—165.

Новоселов В.А. Эколого-морфологические особенности акклиматизантов леща и судака и пути рационального использования их запасов в верховьях Оби: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: ВНИИПРХ, 1986а. — 24 с.

Новоселов В.А. Итоги интродукции леща и судака в верховья Оби // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1986б. — Вып. 243. — С. 53—63.

Новоселов В.А. Рыбохозяйственное значение верховьев реки Оби и пути повышения ее рыбопродуктивности // Вопросы экологии водоемов и интенсификации рыбного хозяйства Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1986в. — С. 79—81.

Новоселов В.А. Роль интродуцентов в повышении рыбопродуктивности водоемов различного назначения на территории Алтайского края // Проблемы развития прудового и озерного рыбоводства Западной Сибири. — Новосибирск, 1989. — С. 24—26. — (Науч.-техн. бюл. ВАСХНИЛ; Вып. 3—4).

Новоселов В.А. Изменение ихтиофауны верховьев Оби // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. — С. 53—56.

Новоселов В.А. Использование методов баланса энергии и морфофизиологических индикаторов в рыбохозяйственных исследованиях // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. — С. 155—160.

Новоселов В.А. Ресурс гаммаруса в солоноватых озерах Алтайского края // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. — Новосибирск, 1997. — С. 212—214.

Новоселов В.А., Левченко В.П. Состояние и использование ресурса гаммарид в равнинных озерах Алтайского края // V Всесоюз. конф. по промысловым ракообразным: Тез. докл. — М.: ВНИРО, 1990. — С. 64—66.

Новоселов В.А., Ключников И.В. Перспективы использования сырьевых запасов гаммаруса в озерах Алтайского края // Географические проблемы Алтайского края. — Барнаул. — 1991. — Ч. 2. — С. 40—43.

Новоселов В.А., Студеникина Т.Л. Прогноз возможной заготовки водных беспозвоночных как неперемнная составляющая часть рационального использования их сырьевой базы // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1996. — С. 51—52.

Новоселов В.А., Новоселова З.И. Особенности функционирования аквасистем степной зоны Алтайского края // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. — С. 336—339.

Новоселова З.И. Выращивание посадочного материала сиговых и карповых рыб в питомных озерах Алтайского края // Науч.-техн. бюл. СО ВАСХНИЛ. — 1981а. — № 5. — С. 31—35.

Новоселова З.И. Пелядь в озерах равнинной части Алтайского края // Исследования планктона, бентоса и рыб Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1981б. — С. 72—75.

Новоселова З.И. Использование прудов-спутников для получения жизнестойкой молоди ценных видов рыб в условиях Алтайского края // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — Л., 1982. — С. 143—150.

Новоселова З.И. Полнотелость рыб при товарном выращивании в озерных рыбхозах Алтайского края // Биологические ресурсы Алтайского края и перспективы их использования. — Барнаул, 1984. — С. 133—135.

Новоселова З.И. Интенсификация рыбоводства на малых озерах Алтайского края // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. — Тюмень, 1985а. — С. 4—8.

Новоселова З.И. Динамика энергетики питания выращиваемой молоди пеляди // Третье Всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. — Тюмень, 1985б. — С. 115—119.

Новоселова З.И. Пути интенсификации выращивания посадочного материала ценных видов рыб для озерных рыбхозов Алтайского края // Тр. ГосНИОРХ. — 1985в. — Вып. 233. — С. 34—40.

Новоселова З.И. Биологические основы выращивания молоди сиговых и карповых рыб в озерных рыбхозах Алтайского края: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Л.: ГосНИОРХ, 1986. — 24 с.

Новоселова З.И. Опыт выращивания карпа в малых озерах Алтайского края. — Барнаул: Алтайский ЦНТИ, 1987. — № 486-87. — 4 с.

Новоселова З.И. Обоснование интродукции и первые итоги выращивания растительноядных рыб в озерных товарных хозяйствах Алтайского края // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб: Тез. докл. 11-го совещания. — М.: ВНИИПРХ, 1988. — С. 107—109.

Новоселова З.И. Озерное товарное рыбоводство Алтайского края // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990а. — С. 124—127.

Новоселова З.И. Влияние дальневосточного комплекса рыб на биоценозы озер равнинной части края // Биоценозы Алтайского края и влияние на них антропогенных воздействий. — Барнаул, 1990б. — С. 124—127.

Новоселова З.И. Перспективы выращивания посадочного материала сиговых и карповых рыб в озерных рыбхозах Алтайского края //



Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991а. — С. 187—191.

Новоселова З.И. Макрофитные озера Алтайского края и пути использования их биопродукции // Геогр. проблемы Алтайского края. — Барнаул, 1991б. — Ч. 2. — С. 29—32.

Новоселова З.И. Озеро Кулундинское: проблемы нарушенного состояния экосистемы // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1996. — С. 31—32.

Новоселова З.И. Оценка влияния природных и антропогенных факторов на речные водотоки степной зоны Кулунды // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. — С. 339—343.

Новоселова З.И., Веснина Л.В. Пищевая обеспеченность и особенности роста молоди пеляди в Завьяловских озерах // Биол. основы рыбного хозяйства Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. — С. 49—51.

Новоселова З.И., Новоселов В.А. Экологические проблемы соляных водоемов Алтайского края // Биол. ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. — Тюмень, 1996. — С. 113—115.

Новоселова З.И., Новоселов В.А., Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Хозяйственная деятельность как фактор повышения рыбопродуктивности водоемов Алтайского края // Вопросы повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1979. — С. 75—80.

Новоселова З.И., Соловов В.П. Использование малых озер Алтайского края в рыбоводстве // Рыб. хоз-во. — 1982. — № 6. — С. 5.

Новоселова З.И., Соловов В.П. Совместное выращивание молоди пеляди и карпа в озере Долгое // Рыб. хоз-во. — 1983. — № 8. — С. 43—45.

Новоселова З.И., Студеникина Т.Л. Перспективы создания маточных стад сиговых в Алтайском крае // Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. — Красноярск, 1978. — Т. 1. — С. 111—114.

Одум Е. Экология. — М.: Просвещение, 1986. — 168 с.

Оксиков О.П., Жукин В.Н., Брагинский Л.П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. — 1993. — Т. 29, вып. 4. — С. 62—77.

Остроумова И.Н. Актуальные проблемы кормления рыб в индустриальном рыбоводстве. — Л.: ГосНИОРХ, 1981. — 169 с. — (Сб. тр. ГосНИОРХ; Вып. 176).

Павлов Д.С. Подходы к охране редких и исчезающих рыб // Вопр. ихтиологии. — 1992. — Т. 32, вып. 5. — С. 3—19.

Папкевич В.Ю., Юдин Б.С. Водные растения и жизнь животных. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. — 128 с.

Петкевич А.Н. Биология и воспроизводство осетра в Средней и Верхней Оби в связи с гидростроительством // Тр. Том. ун-та. — 1952. — Т. 119. — С. 39—64.

Петкевич А.Н. Проблемы рыбного хозяйства Обь-Иртышского бассейна при условии строительства Нижне-Обской ГЭС // Гидростроительство и рыбное хозяйство в Нижней Оби. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1966. — С. 110—122.

Петкевич А.Н., Иоганзен Б.Г. Перспективы рыбного хозяйства Верхней Оби в связи с гидростроительством // Изв. ВНИОРХ. — 1958. — Т. 44. — С. 5—28.

Печень-Финенко Г.А. Усвояемость пищи у планктонных ракообразных // Общие основы изучения водных экосистем. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. — С. 78—89.

Пивнев И.А. Что такое феномен акклиматизации? // Гидрология и гидробиология Западной Сибири. — Л., 1975. — С. 108—115.

Пидгайко М.Л. Зоопланктоценозы водоемов различных почвенно-климатических зон // Изв. ГосНИОРХ. — 1978. — Т. 135. — С. 3—109.

Пидгайко М.Л. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. — М.: Наука, 1984. — 208 с.

Пинский Ф.Я. Состояние промысла речного рака в Северо-Западных районах СССР и мероприятия по его регулированию // Сб. работ кафедры ихтиологии и рыбоводства. — М.: Пищ. пром-сть, 1971. — С. 99—106.

Пирожников П.Л. К познанию озера Сартлан в лимнологическом, гидробиологическом и рыбохозяйственном отношениях // Тр. науч. рыбохоз. ст. — Красноярск, 1929. — Т. 4, вып. 2. — 119 с.

Поползин А.Г. Проблема зональной типологии озер юга Обь-Иртышского бассейна // Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. — М.: Наука, 1967. — С. 283—289.

Правила рыболовства в Обском бассейне. — М., 1969. — 16 с.

Привольнев Т.И. Эколого-физиологические и рыбохозяйственные особенности радужной форели // Изв. ГосНИОРХ. — 1969. — Т. 68. — С. 3—21.

Правдин И.Ф. Об ихтиофауне Кольского полуострова // Учен. зап. Карельск. пед. ин-та. — 1964. — № 15. — С. 40—46.

Распопов И.М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. — М.: Наука, 1985. — 200 с.

Ревякина Н.В. Растительность и растительные ресурсы // Энциклопедия Алтайского края. — Барнаул, 1995. — Т. 1. — С. 58—64.

- Реймерс Н.Ф. Без права на ошибку. — М., 1980. — 96 с. — (Человек и природа. Знание; № 10).
- Ресурсы поверхностных вод районов освоения целинных и залежных земель. — Л.: Гидрометеиздат, 1962. — Т. 6. — 970 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. — М.: Наука, 1980. — 300 с.
- Ривьер И.К. Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. — Л.: Наука: Ленингр. отд-ние, 1986. — 160 с.
- Рифлекс Р. Основы общей экологии. — М.: Мир, 1979. — 424 с.
- Романенко В.Д., Арсан О.М., Саломатина В.Д. Кальций и фосфор в жизни гидробионтов. — Киев: Наук. думка, 1982. — 150 с.
- Россолимо Л.Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. — М.: Наука, 1977. — 144 с.
- Ростовцев А.А. Формирование маточного стада радужной форели в Алтайском крае // Селекционно-племенная работа в прудовом рыбодоводстве. — Вильнюс, 1979. — С. 63—65.
- Ростовцев А.А. Акклиматизация радужной форели на Алтае // Итоги и перспективы акклиматизации рыб в водоемах СССР. — М.: Наука, 1980. — С. 101—103.
- Ростовцев А.А. Морфобиологическая характеристика радужной форели, акклиматизированной в Алтайском крае // Рыбоводство в Сибири и на Дальнем Востоке. — Новосибирск, 1982. — С. 59—65.
- Ростовцев А.А. Автоматический электроподогреватель воды при инкубации радужной форели // Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. — С. 136—137.
- Ростовцев А.А. Воспроизводство радужной форели при промышленной технологии: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Новосибирск, 1984. — 18 с.
- Ростовцев А.А. Организация племенной работы в промышленном форелеводстве Западной Сибири // Селекция рыб. — М., 1988. — С. 211—220.
- Ростовцев А.А. Методика оценки производителей радужной форели в условиях Сибири // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. — С. 164—169.
- Ростовцев А.А. Селекционная оценка и отбор производителей радужной форели // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1996. — С. 61—62.
- Рубцов М.В. Защитно-водоохранные леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 120 с.

- Рузский М.Д. Краткий отчет о зоологической экспедиции в Томской губернии в 1914 г. // Изв. Том. ун-та. — 1915. — Кн. 63. — С. 15—30.
- Руководство по разведению радужной форели в Алтайском крае. — М.: ВНИИПРХ, 1974. — 54 с.
- Сатюков С.Н. Акклиматизация сазана в водоемах Алтайского края // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. — Барнаул, 1979. — С. 174—178.
- Сатюков С.Н. К биологии сазана Бурлинских озер // Исследования планктона, бентоса и рыб Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1981. — С. 82—87.
- Световидова А.А. Ревизия рода алтайских османов — *Oreoleuciscus* War. (*Pisces*, *Cyprinidae*) // Вопр. ихтиологии, 1965. — Т. 5, вып. 2. — С. 245—261.
- Сецко Р.И. Осетр Верхней Оби в условиях зарегулированного стока // Биологическая продуктивность водоемов Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1969.
- Сецко Р.И. Осетровые рыбы и нельма Новосибирского водохранилища и перспективы его развития // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. — Новосибирск, 1976. — С. 126—133.
- Сецко Р.И., Феоктистов М.И. Влияние некоторых факторов среды на размножение основных промысловых рыб // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. — Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1976. — С. 106—112.
- Сидоров Г.П. Рыбные ресурсы Большеземельной тундры. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. — 164 с.
- Сипко Л.Л. Водная растительность, зоопланктон и зообентос озер Карасукской системы // Опыт комплексного изучения и использования Карасукских озер. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. — С. 80—119.
- Скопинцева В.Т. Первый опыт выращивания форели в водоемах Алтайского края // Вопросы сельскохозяйственного рыбодоводства и гидробиологии Западной Сибири. — Барнаул, 1967. — С. 106—110.
- Смирнов С.С. Листоногие раки // Фауна СССР. — М.: Наука, 1966. — Т. 4. — С. 313—330.
- Собанский Г.Г. Первые итоги выпуска форели в оз. Бол. Желюколь на Алтае // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. — Барнаул, 1979. — С. 179—180.
- Соболь Т.Г. Материалы по биологии речных раков Белоруссии // Тр. БелНИИРХ. — 1969. — Т. 6. — С. 241—245.

Соловов В.П. Некоторые итоги акклиматизации леща и рипуса в водоемах Алтая // Вопросы сельскохозяйственного рыбоводства и гидробиологии Западной Сибири. — Барнаул, 1967. — С. 102—106.

Соловов В.П. Биология леща — *Abramis brama* L. верховьев Оби // Вопр. ихтиологии. — 1970. — Т. 10, вып. 5. — С. 790—795.

Соловов В.П. О судаке верховьев Оби // Вопр. ихтиологии. — 1971. — Т. 2, вып. 1. — С. 145—147.

Соловов В.П. Влияние некоторых факторов среды на численность промысловых рыб в водоемах Алтайского края: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Томск, 1972а. — 16 с.

Соловов В.П. Опыт выращивания сига-лудуги в озерах Алтая // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. — Л.: ГосНИОРХ, 1972б. — № 12. — С. 15—17.

Соловов В.П. О летальных факторах среды при выращивании пеляди // Тез. докл. СибрыбНИИпроект. — Тюмень, 1975. — С. 88—89.

Соловов В.П. О перспективе рыбохозяйственного использования озер зоны Кулундинского канала // Комплексное освоение земель в зоне Кулундинского канала. — Барнаул, 1982. — Ч. 2. — С. 107—109.

Соловов В.П. Продуктивность водоемов Алтайского края и пути их интенсивного рыбохозяйственного освоения // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. — М.: Наука, 1984а. — С. 13—24.

Соловов В.П. Влияние хозяйственной деятельности на ихтиоценозы равнинных водоемов Алтайского края // Биологические ресурсы Алтайского края и перспективы их использования. — Барнаул, 1984б. — С. 36—38.

Соловов В.П. Рыбохозяйственное значение и пути увеличения уловов рыбы в верховьях Оби // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1986а. — Вып. 243. — С. 45—52.

Соловов В.П. Принципы выделения биологических сезонов года в водоемах умеренной зоны // V съезд гидробиол. о-ва: Тез. докл. — Тольятти, 1986б. — Т. 2. — С. 152—153.

Соловов В.П. Биологические ресурсы водоемов Алтайского края и перспективы их хозяйственного использования // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. — С. 18—21.

Соловов В.П. Экономико-экологический анализ озерного хозяйства Алтайского края // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. — С. 53—57.

Соловов В.П. Современное состояние популяции сибирского осетра — *Acipenser baeri* верхнего течения Оби // Вопр. ихтиологии. — 1997а. — Т. 37, вып. 1. — С. 47—53.

Соловов В.П. Стерлядь — *Acipenser ruthenus* как перспективный объект лицензионного лова в верховьях Оби // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. — Новосибирск, 1997б. — С. 142—144.

Соловов В.П. О статусе редкости рыб верховьев Оби // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. — С. 201—203.

Соловов В.П., Новоселов В.А. Регулирование численности леща в верховьях Оби // Рыб. хоз-во. — 1978. — № 9. — С. 33—34.

Соловов В.П., Новоселова З.И. Использование озер равнинной зоны Алтайского края для выращивания пеляди // Круговорот вещества и энергии в водоемах. — Лиственничное-на-Байкале, 1977. — С. 97—100.

Соловов В.П., Новоселова З.И. Опыт совместного выращивания молоди сиговых рыб в озере Долгом Алтайского края // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. — Л.: ГосНИОРХ, 1978. — С. 10—12.

Соловов В.П., Новоселова З.И. Пути рационального использования рыбных запасов Бурлинских озер // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. — Барнаул, 1979а. — С. 183—188.

Соловов В.П., Новоселова З.И. Использование рыбных запасов оз. Большой Уткуль // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. — Барнаул, 1979б. — С. 188—191.

Соловов В.П., Новоселова З.И. Используем малые озера // Рыбоводство и рыболовство. — 1982. — № 7. — С. 5.

Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Принципы организации артемиевого хозяйства на соленых озерах // Биол. основы рыбного хозяйства Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. — С. 44—45.

Соловов В.П., Студеникина Т.Л., Новоселов В.А., Левченко В.П. Оценка запасов кормовых беспозвоночных // Проблемы экологии и рационального природопользования. — Барнаул, 1989. — С. 180—182.

Соловов В.П., Новоселова З.И. Сиговые рыбы в карпово-сиговой зоне озерного рыбоводства // Четвертое Всесоюз. совещ. по биотехнике разведения сиговых рыб. — Л., 1990. — С. 144—146.

Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Рачок артемия в озерах Западной Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. — 80 с.

Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Особенности динамики численности популяции жаброногого рачка *Artemia salina* (L.) в озерах юга Западной Сибири и перспективы хозяйственного использования ресурса // Гидробиол. журн. — 1992. — Т. 28, № 2. — С. 33—41.

Соловов В.П., Новоселова З.И. Перспективы использования солоноватых озер для товарного выращивания сиговых рыб // Пятое Все-

российское совещание по биологии и разведению сиговых рыб. — Слб, 1994. — С. 142—143.

Соломоновская В.П. Питание некоторых рыб Верхней и Средней Оби // Тр. Том. ун-та. — 1952. — Т. 119. — С. 66—71.

Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб. — М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. — 247 с.

Состояние окружающей природной среды Алтайского края. — Барнаул, 1997. — 107 с.

Спекторова Л.В. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования ее в аквакультуре. — М.: ВНИРО, 1984. — 63 с.

Спекторова Л.В. Живые корма для рыб и беспозвоночных. — М.: ВО Агропромизат, 1990. — 173 с.

Степанов В.Н., Андреев В.Н. Черное море. — Л.: Гидрометеоздат, 1981. — 158 с.

Студеникина Т.Л. Артемия сапина озер Западной Сибири как стартовый корм для молоди сиговых и карповых рыб // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. — М.: Наука, 1984. — С. 117—124.

Студеникина Т.Л. Индексы лабильности и динамика численности популяции артемии в озере Соленом // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. — Тюмень, 1985. — С. 82—86.

Студеникина Т.Л. Биологические особенности рачка *Artemia salina* (L.) соленых озер юга Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Новосибирск, 1986. — 17 с.

Студеникина Т.Л. Оценка запасов *Artemia salina* (L.) в Западной Сибири // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. — С. 23—25.

Студеникина Т.Л. Сукцессии зоопланктона в оз. Колыванском как показатель его эвтрофикации // Географические проблемы Алтайского края. — Барнаул, 1991. — С. 35—38.

Сущенко Л.М. Интенсивность дыхания ракообразных. — Киев: Наук. думка, 1972. — 196 с.

Сукачев В.Н., Поплавская Г.И. Очерк истории озер и растительности Среднего Урала в течение голоцена по данным изучения сапропелевых месторождений // Бюл. комитета по изуч. четвертич. периода. — 1946. — № 8. — С. 98—101.

Титарев Е.Ф. Характеристика маточного стада радужной форели, формирование и содержание его в условиях Алтайского края // Прудовое рыбоводство. — М.: ВНИИПРХ, 1970. — № 5. — С. 30—37.

Титарев Е.Ф. Руководство по разведению радужной форели в Алтайском крае. — М.: ВНИИПРХ, 1974. — 54 с.

Титова С.Д. Паразитофауна реки Бии // Учен. зап. Том. ун-та. — 1954. — № 21. — С. 87—100.

Титова С.Д. Паразиты рыб Западной Сибири. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1965. — 172 с.

Трифорова О.В. Изменение условий воспроизводства весеннерестующих рыб средней Оби в результате зарегулированности стока реки // Экология. — 1982. — № 4. — С. 68—73.

Трифорова О.В. Рыбохозяйственная классификация водности Оби // Рыб. хоз-во. — 1984. — № 2. — С. 33—35.

Тышко В.П. Лимнологическая характеристика озер Карасукско-Барабинской системы Кулунды // Крутооборот вещества и энергии в озерных водоемах. — М.: Наука, 1967. — С. 303—308.

Федорова Л.С. Зависимость зоопланктона равнинных озер Алтайского края от их солёности // Зоологические проблемы Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1972. — С. 197—178.

Федорова Л.С. Сезонные и годовые колебания зоопланктона в озерах Алтайского края // Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 1973. — С. 170—171.

Федосин А.В. Озерный рачок-бокоплав (*Gammarus lacustris* Sars) и его использование в качестве корма для домашних птиц // Тр. Омского с.-х. ин-та. — 1957. — Т. 23, вып. 1. — С. 39—45.

Феокистов М.И. Акклиматизация судака в Новосибирском водохранилище: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Томск, 1970. — 24 с.

Филатов К.В. Особенности химического состава подземных вод Алтайского края и их связь с поверхностными водами. — М.: Наука, 1961. — 82 с.

Филиппов К.К. Выращивание растительноядных рыб в прудах Алтайского края. — Новосибирск, 1980. — 10 с.

Филиппова А.В. Некоторые результаты изучения фитопланктона водоемов Алтайского края // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. — Барнаул, 1979. — С. 105—107.

Фолитарек С.С. Теоретические основы биотехники и обзор работ Карасукской биотехнической станции // Биотехния. Теоретические основы и практические работы в Сибири. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. — С. 8—80.

Фолитарек С.С. Проблема комплексного и интенсивного использования биологических ресурсов озер Западной Сибири // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука, 1984. — С. 33—45.

Фомичев Н.И. Речной рак, методы исследования. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1986. — 93 с.

Фролова Л.А., Закиров А.Г., Мингазова И.М., Емельянов В.М. Использование экспертной оценки "Стан" для выбора технологии восста-

новления озер Касак г. Казани // VII съезд Гидробиол. об-ва РАН: Материалы съезда. — Казань, 1996. — Т. 2. — С. 102—106.

Хмелева Н.Н. Закономерности размножения ракообразных. — Минск: Наука и техника, 1988. — 208 с.

Худяков П.А. Паводково-пойменный экологический цикл // Водные ресурсы. — 1976. — № 4. — С. 46—57.

Цукерзис Я.М. Речные раки. — Вильнюс: Моклас, 1983. — 140 с.

Читвищев А.Г. *Gammarus lacustris* Sars озер Курганской области // 6-й съезд ГБО. — Мурманск: Полярная правда, 1991. — Т. 1. — С. 167—168.

Шипунова Т.Я. Ландшафтно-лимнологическая классификация озер альпийского пояса Северо-Западного Алтая: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Л., 1980. — 19 с.

Шульгин А.М. Мелиоративная география. — М.: Высш. шк., 1972. — 214 с.

Экзерцев В.А., Лисицына Л.И., Довбня И.В. Сукцессии гидрофильной растительности в литорали Ивановского водохранилища // Флора и продуктивность пелагических и литоральных фитоценозов водоемов бассейна Волги. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. — С. 120—132.

Яльнская И.С. Содержание кальция у *Gammarus balcanicus* S. // Гидробиол. журн. — 1970. — Т. 6, № 6. — С. 33—40.

Яльнская И.С., Струбицкий И.В. Солевой и микроэлементный состав воды озера Малиновое (Алтайский край) — среды обитания артемии // Гидробиол. журн. — 1981. — Т. 17, № 1. — С. 82—85.

Яшугин Н.В. Основные звенья и зональные модели почвоводоохраннх систем земледелия // Охрана и рациональное использование природных ресурсов в условиях развития агропромышленного комплекса. — Барнаул, 1983. — С. 6—10.

Bowen S.T., Durkin J.P., Sterling G., Clark L.S. *Artemia* hemoglobolins: genetic variation in parthenogenetic and zigogenetic population // Biol. Bull. — 1978. — Vol. 155. — P. 273—287.

Croghan P.C. The survival of *Artemia salina* L. in various media // J. Exptl. Biol. — 1958. — Vol. 35. — P. 213—218.

Eschmeyer W.N. Catalog of the genera of recent fishes. — San Francisco: Publ. Calif. Acad. Sci., 1990. — 697 p.

Fox W.W. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations // Trans. Am. Fish. Soc. — 1970. — N 99. — P. 80—88.

Graser H.J. Parthenogenese bei *Carassius*, Sexuelle Tortpflansung und Theorie des Alferns // Biol. Zbl. — 1986. — Vol. 105. — P. 475—489.

Hakkari L. On the productivity and ecology of zooplankton and its role as food for fish in some lakes in Central Finland // Biol. Res. Rep. Univ. Juvaskyla. — 1978. — N 4. — P. 46—54.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Гидрографическая сеть Алтайского края  
(реки длиной более 50 км)**

Номер	Название водотока	Место впадения (с какого берега)	Длина, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Средний уклон, ‰	Основные притоки			
						более 10 км		менее 10 км	
						число	общая длина	число	общая длина
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Бассейн Оби**

1	Обь, верховья	Обская губа	3618	2 929 000	0,1	15	323	5	47
2	Бия	Обь (п)	301	37 000	0,9	9	191	170	313
3	Кажа	Бия (л)	63	4210	1,0	3	53	72	120
4	Неня	» (п)	185	2210	0,8	1	32	16	168
5	Бехтемир	» (п)	117	665	1,3	5	63	28	66
6	Катунь	Обь (л)	688	60 900	2,5	2	46	254	708
7	Иша	Катунь (п)	162	3430	0,7	6	114	54	208
8	Чапша	Иша (п)	105	932	1,0	6	99	50	124
9	Каменка	Катунь (л)	110	2030	0,5	14	309	61	132
10	Чемровка	Обь (п)	123	2830	0,9	2	33	36	58
11	Сухая Чемровка	Чемровка (л)	60	349	1,5	1	12	6	24
12	Шубенка	Сухая Чемровка (п)	68	508	1,8	1	12	53	148
13	Уткуль	Чемровка (п)	55	984	1,0	1	18	1	1
14	Песчаная	Обь (л)	276	5660	4,5	5	149	103	258
15	Поперечная	Песчаная (п)	60	607	1,6	1	19	38	84

16	Ануй	Обь (л)	327	6930	3,6	3	120	136	300
17	Камышенка	Ануй (п)	67	608	3,9	2	38	21	38
18	Чарыш	Обь (л)	547	22 200	3,0	11	232	192	565
19	Кумир	Чарыш (л)	66	1090	4,8	5	84	48	145
20	Бащелак	» (п)	71	858	4,5	4	70	63	153
21	Сосновка	» (п)	50	424	4,0	—	—	72	138
22	Иня	» (л)	110	1480	3,8	10	195	300	430
23	Белая	» (л)	157	1470	3,0	12	175	170	353
24	Маралиха	» (п)	108	1230	3,1	8	180	141	238
25	Локтевка	» (л)	111	1610	3,2	10	187	52	136
26	Порозиха	» (л)	82	1350	0,6	3	47	25	70
27	Калманка	» (п)	68	789	1,0	3	54	27	58
28	Ниж. Калманка	Калманка (п)	55	331	1,0	2	2	47	84
29	Бол. Речка	Обь (п)	258	4000	0,7	4	105	27	48
30	Белая	Бол. Речка (л)	61	296	1,9	2	33	2	4
31	Камышенка	» » (л)	76	556	0,7	2	54	8	24
32	Алей	Обь (л)	858	21 100	0,9	15	361	140	307
33	Гольцовка	Алей (п)	59	366	1,8	1	12	87	175
34	Корболиха	» (п)	55	550	1,2	3	55	50	133
35	Золотуха	» (л)	68	707	1,3	2	41	15	32
36	Кизиха	» (п)	56	660	1,1	1	14	10	25
37	Поперечная	» (п)	106	1690	1,6	1	27	6	8
38	Таловка	Поперечная (п)	56	672	1,7	5	96	6	22
39	Клепечиха	Алей (л)	62	716	1,5	2	25	4	6
40	Язевка	» (л)	53	639	2,1	2	41	13	41
41	Горевка	Алей (л)	60	682	2,0	3	54	13	25
42	Бол. Калманка	Обь (л)	76	1700	1,1	6	136	8	24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
43	Петровка	Обь (п)	88	1140	1,0	2	54	7	29
44	Бобровка	» (п)	95	1030	1,3	2	29	8	24
45	Барнаулка	» (л)	207	5720	0,4	7	117	33	90
46	Лосиха	» (п)	150	1520	0,7	1	28	18	52
47	Жилиха	Лосиха (п)	59	420	0,2	1	12	2	2
48	Чесноковка	Обь (п)	72	377	0,4	—	—	7	18
49	Бол. Черемшанка	» (п)	54	717	0,7	1	17	17	44
50	Мал. Черемшанка	Бол. Черемшанка (л)	54	281	0,8	—	—	7	14
51	Повалиха	Обь (п)	100	870	1,1	3	36	15	38
52	Касмала	» (л)	119	2550	0,8	12	247	4	6
53	Чумыш	» (п)	644	23 900	0,2	42	815	640	966
54	Сары-Чумыш	Чумыш (л)	98	1360	2,0	12	202	142	221
55	Бенжереп	Средний Чумыш (п)	66	335	1,9	2	24	64	115
56	Яма	Чумыш (л)	67	694	1,8	5	71	16	27
57	Уксунай	» (п)	165	2600	1,6	11	205	340	390
58	Тогул	Уксунай (п)	110	1200	3,0	9	149	284	383
59	Уда	Тогул (л)	55	325	3,1	3	55	200	212
60	Тараба	Чумыш (л)	70	1080	1,3	3	45	9	29
61	Хараба	Тараба (п)	60	603	1,3	2	55	9	28
62	Сунгай	Чумыш (п)	103	1480	2,3	15	31	265	293
63	Степной Аламбай	» (п)	140	1960	2,4	5	122	295	376
64	Лесной Аламбай	Ст. Аламбай (п)	68	718	2,6	3	67	152	230
65	Татарка	Чумыш (п)	62	637	1,3	4	53	84	171
66	Каменка	» (п)	78	1150	2,1	4	87	111	162
67	Урап	Каменка (п)	60	452	3,1	2	30	89	160

68	Галица	Чумыш (п)	56	461	2,0	2	22	3	30
69	Гальменка	Чумыш (п)	99	1660	1,4	—	—	10	28
70	Боровлянка	Гальменка (л)	69	915	2,0	1	21	18	42
71	Улыбердь	Боровлянка (п)	54	462	2,0	1	14	11	45
72	Кашкарагаиха	Чумыш (л)	84	528	1,1	—	—	11	34
73	Еловка	» (п)	77	607	1,7	—	—	2	3
74	Верх. Иня	Обь (п)	170	1520	0,7	4	70	10	21
Итого...			13 167			353	6614	5613	10 324

## Реки Кулундинской равнины

75	Бурла	Оз. Бол. Топольное	489	12800	0,2	5	98	—	875
76	Кулунда	Оз. Кулундинское	412	12400	0,2	14	340	25	700
77	Кучук	Оз. Кучукское	121	1020	1,6	1	19	—	173
78	Суетка	Оз. Кулундинское	61	961	2,1	1	13	—	106
79	Волчиха	Оз. Бычье	42	797	2,7	1	21	—	—
80	Сидоровка	Оз. Кривое	55	597	2,0	1	12	—	12
81	Прослауха	Кулунда (п)	78	1350	1,4	1	31	—	202
82	Черемшанка	Кулунда (п)	56	627	1,8	2	42	—	150
83	Поперечка	Прослауха (л)	54	513	1,9	—	—	—	67
84	Махаиха	Оз. Бол. Островное	19	209	2,7	—	—	—	32
85	Чуман	Кулунда (п)	88	1220	1,6	2	72	—	207
86	Касмала	Оз. Бол. Горькое	51	1239	0,2	—	—	—	—
87	Пайва	Чуман (п)	54	591	2,4	—	—	—	75
88	Курья	Бурла (л)	55	482	2,0	1	13	—	61
89	Чуман	» (п)	70	287	0,1	—	—	—	—
Итого...			1705			29	661	25	2660

## Морфометрическая характеристика основных рыбохозяйственных озер Алтайского края

Озеро	Площадь (S), км	Глубина (H), м		Отношения		Коэффициент развития береговой линии	МЭИ*
		$H_{\text{ср}}$	$H_{\text{max}}$	$H_{\text{ср}}/H_{\text{max}}$	$S/H_{\text{ср}}$		
1	2	3	4	5	6	7	8

## Бурлинская система озер

Пустынное	3,7	2,3	4,2	0,54	1,60	3,62	1,67
Мал. Топольное	13,6	1,6	3,7	0,47	8,50	1,97	5,01
Мал. Травное	2,9	1,1	2,3	0,47	2,60	1,15	9,55
Бол. и Мал. Кабаны	13,0	1,5	3,2	0,46	8,60	1,60	5,54
Хомутиное	17,8	2,2	3,6	0,61	8,10	1,58	4,05
Песчаное	27,0	2,5	5,1	0,49	10,80	1,08	7,11
Бол. Травное	8,0	1,1	1,5	0,73	7,20	1,25	13,63
Кривое	33,7	0,9	1,7	0,52	37,40	2,50	31,81
Бол. Топольное	121,0	1,1	3,1	0,35	110,00	1,13	37,00

## Кулундинская система озер

Горько-Лебедянское	3,1	2,3	4,5	0,51	1,3	2,47	17,93
Горько-Ключевское	18,4	2,0	4,4	0,45	9,2	4,30	31,50
Будатово	2,6	2,1	4,0	0,52	1,2	1,53	27,57
Бол. Утичье	3,8	2,6	5,0	0,52	1,2	1,68	22,13
Мостовое	37,3	2,5	3,6	0,69	14,9	1,34	13,71
Чернаково	7,6	1,7	2,5	0,68	4,4	1,33	3,23

Домашнее-Грачево	5,6	1,2	2,4	0,50	4,6	1,63	5,41
Бакланье	5,5	2,2	5,6	0,39	2,5	2,00	10,79
Бакланенок	1,2	2,2	4,6	0,47	0,5	1,40	8,52
Долгое	1,2	1,8	3,9	0,46	1,1	1,60	23,00
Дальнее и Ближнее Придорожные	2,8	2,4	4,7	0,51	1,1	1,60	14,96
Кривое	14,0	1,7	4,3	0,39	8,2	4,30	10,16
Артельное	4,9	2,0	2,5	0,80	2,4	1,55	24,11
Старинное	2,5	0,8	2,5	0,32	3,1	2,16	11,25
Лена	2,6	2,5	3,5	0,71	1,0	1,12	20,11
Серебро	1,8	1,5	2,1	0,71	1,2	1,20	19,07

## Касмалинская система озер

Кадниковское	2,5	1,8	3,6	0,50	1,4	1,70	1,25
Бол. и Мал. Островные	28,6	2,1	5,6	0,37	13,6	2,70	4,49
Мельничное	0,8	1,1	2,4	0,45	0,7	1,17	8,18
Молоково	5,8	1,3	2,9	0,44	4,4	2,37	12,26
Селиверстово	3,9	2,3	4,0	0,57	1,7	1,28	5,04
Лебяжье	1,2	2,0	3,1	0,64	0,6	1,71	4,96
Белое	4,6	2,5	3,7	0,67	1,8	1,06	3,62
Золотое	5,1	2,1	3,6	0,58	2,4	1,32	9,86
Бычье	20,8	1,9	4,4	0,43	10,9	2,47	16,31
Валовое	14,8	1,1	2,5	0,44	13,4	2,09	14,14



1	2	3	4	5	6	7	8
Барнаулская система озер							
Горько-Перещеечное	45,4	1,5	2,9	0,51	30,2	1,46	7,55
Куличье	2,1	1,3	2,5	0,52	1,6	1,80	3,25
Парасково	1,8	2,0	4,1	0,48	0,9	2,15	2,33
Долгое	2,7	1,8	3,0	0,60	1,5	1,60	2,78
Крестьянское	6,7	1,7	2,6	0,65	3,9	2,10	5,29
Шуракша	4,0	2,4	4,1	0,58	1,6	1,30	3,18
Зеркалы	22,3	2,3	3,5	0,65	9,6	2,00	5,37
Урлапово	3,3	1,9	2,8	0,67	1,7	1,30	4,21
Среднее	7,1	1,6	2,4	0,66	4,4	1,50	4,77
Бахматовское	19,6	1,9	4,3	0,44	10,3	3,02	4,18
Серебрянниково	2,9	1,4	2,6	0,53	2,1	1,90	5,49
Песчаное	5,2	2,5	4,3	0,58	2,1	1,90	3,13
Анисимово	1,6	1,7	3,0	0,56	0,9	1,64	3,04
Бийско-Чумышская система озер							
Мал. Уткуль	1,3	1,9	2,5	0,76	0,6	1,90	1,39
Бол. Уткуль	10,0	3,4	10,5	0,32	2,9	2,87	0,79
Петровское	4,0	4,1	14,0	0,29	0,9	1,21	1,70
Красиловское	1,9	4,3	12,5	0,34	0,4	4,21	0
Пойменные озера Алея и Чарыша							
Кривое	2,2	1,9	3,8	0,50	1,1	1,23	4,54
Песчаное	0,9	1,5	3,8	0,39	0,6	1,14	3,56
Травное	0,7	1,7	3,3	0,51	0,4	1,31	2,61
Бол. Ракиты	8,0	2,5	6,0	0,41	3,2	1,60	2,32
Казачье-Круглое	2,0	2,0	3,5	0,57	1,0	1,15	2,76
Вылково	1,4	1,2	1,8	0,66	1,1	1,20	11,83
Гусиное	6,5	2,0	2,9	0,68	3,2	2,10	12,80
Пойменные озера Оби							
Бол. Камышное	7,8	1,2	2,5	0,48	6,5	1,50	0,33
Шибяево	2,8	1,2	2,8	0,42	2,3	1,40	0,32
Телеутское	2,7	1,5	2,5	0,60	1,8	1,30	0,71
Кокуйское	2,4	1,5	2,5	0,60	1,6	1,87	2,00
Гонохово	1,3	1,6	2,3	0,69	0,8	1,12	4,37
Предгорные и горные озера							
Кольванское	4,5	1,8	3,1	0,58	2,5	1,54	0,54
Белое	2,7	5,5	12,5	0,44	0,5	1,14	0,53

\*МЭИ — морфоэдафический индекс (отношение общей минерализации к средней глубине).

## Морфометрическая характеристика солоноватоводных и соляных озер Алтайского края

Озеро	Административный район	Площадь (S), км	Глубина (H), м		Отношения		Общая минерализация, г/л	Статус озера
			H <sub>ср</sub>	H <sub>max</sub>	H <sub>ср</sub> /H <sub>max</sub>	S/H <sub>ср</sub>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

## Фонд гаммарусовых озер

Березовое	Баевский	0,4	1,3	2,0	0,65	0,30	1,85	II
Сосновое	»	1,2	1,6	2,3	0,69	0,75	2,10	II
Рыбное	»	1,4	1,6	2,9	0,55	0,87	0,95	II
Басво	»	0,8	1,45	2,1	0,69	0,55	2,40	II
Плотавское	»	6,4	1,4	4,0	0,35	4,57	3,65	II
Богатское	Бурлинский	5,8	0,9	1,9	0,47	6,44	5,10	I
Кормовище	»	0,6	0,9	1,5	0,60	0,66	3,65	II
Бол. Горькое	Волчихинский	6,5	1,8	2,5	0,72	3,61	5,09	I
Мал. Горькое	»	2,3	1,7	2,0	0,85	1,35	4,43	I
Черняжье	»	1,3	0,9	1,2	0,75	1,44	7,38	II
Лебяжье	»	1,8	1,8	2,1	0,85	1,00	0,99	I
Угловое	»	2,9	1,5	2,1	0,71	1,93	2,85	II
Бакланиха	»	0,7	0,9	1,3	0,69	0,77	2,10	II
Жирное	»	3,1	1,9	2,0	0,95	1,63	5,35	II
Долгое	»	1,0	0,5	1,0	0,50	2,00	3,55	II
Шалашное	»	1,7	0,5	1,2	0,41	3,40	5,56	II
Островное	Егорьевский	1,2	1,5	3,0	0,50	0,80	1,16	I

Кривое	Егорьевский	0,8	1,7	2,6	0,65	0,47	2,13	II
Грачиное	»	1,2	1,1	2,3	0,47	1,09	1,30	II
Коростелевское 1	Угловский	2,3	0,9	1,3	0,69	2,55	3,81	I
Беленькое (Наумен)	»	0,5	1,5	2,5	0,60	0,33	3,90	I
Горькое	Рубцовский	2,8	1,8	3,5	0,51	1,55	2,32	I
Коростелевское 2 (Бол. Шелковка)	»	2,8	1,9	2,7	0,70	1,47	1,30	I
Круглое	»	0,5	0,8	1,2	0,66	0,62	3,48	I
Кривое	»	0,7	1,3	2,8	0,46	0,53	3,55	I
Желтырь	Ключевской	2,5	1,1	2,1	0,52	2,27	5,65	II

## Фонд артемиевых озер

Беленькое	Благовещенский	2,4	0,7	1,3	0,53	3,42	153,90	I
Кулундинское	»	728,0	3,2	4,9	0,65	227,50	73,78	II
Кучукское	»	181,0	2,3	3,3	0,69	78,69	243,49	I
Баужансор	»	11,0	0,9	1,3	0,69	12,22	42,00	II
Жиркоин	Михайловский	3,1	1,1	1,9	0,57	2,81	40,60	II
Дунай	»	10,7	1,1	2,0	0,55	9,70	95,55	II
Малиновое	»	11,4 <sup>0,9</sup>	1,0	2,3	0,43	11,40	81,29	I
Танатар	»	11,0	0,9	1,9	0,47	12,22	81,29	II
Вшивка	»	5,8	0,6	1,2	0,50	9,66	282,86	II
Горносталево	»	4,8	1,0	2,0	0,50	4,80	285,73	II
Душное	Волчихинский	1,4	1,0	1,9	0,52	1,40	52,52	II
Куричьё	Ключевской	15,0	0,9	1,5	0,60	16,66	171,14	I

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Петухово	Ключевской	4,1	2,6	4,2	0,61	1,50	232,40	II
Петуховское	"	14,0	1,0	1,6	0,62	14,00	105,19	I
Бульдук	"	1,6	1,9	3,0	0,63	0,80	142,80	II
Каскуль-Чистое	"	4,4	2,4	3,0	0,80	1,00	179,30	II
Бол. Яровое	Славгородский	66,7	4,4	7,4	0,59	15,15	171,88	I
Сазанда	"	2,6	1,0	1,6	0,62	2,60	77,20	II
Бурлинское	"	31,6	1,6	2,5	0,64	2,00	253,61	II
Бол. Горькое (Соленое)	Завьяловский	1,0	0,5	1,2	0,41	2,00	81,50	II
Мормышанские	Романовский	5,4	1,0	1,9	0,52	5,40	25,50	II
Мал. Яровое	Табунский	35,2	2,8	5,0	0,56	12,57	201,87	I
Джамансор	"	1,9	1,9	2,5	0,76	1,00	70,60	II
Джюль-Сульды	Бурлинский	3,1	1,0	1,5	0,66	3,00	137,54	II

Фонд озер, в перспективе пригодных для заготовки биокормов (рачкового планктона)

Бол. Горькое	Мамонтовский	187,0	2,7	5,2	0,51	69,25	9,39
Мал. Горькое	Новичихинский	72,0	1,6	3,0	0,53	45,00	12,60
Песьяное	"	10,9	1,5	2,6	0,57	7,26	1,00
Горько-Перешеечное	Егорьевский	41,8	3,5	8,0	0,43	11,94	14,02

Примечание. I — фонд артемиевых или гаммарусовых озер первой категории; II — фонд озер второй категории.

## Приложение 4

Солевой состав воды основных рыбохозяйственных озер Алтайского края

Озеро	Дата	pH	Сумма ионов	Ca	Mg	Na + K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## Бурлинская система озер

Пустынное	06.92	7,8	384,2	20,0	19,4	55,2	256,3	18,1	15,2
Мал. Топольное	08.91	8,0	801,9	54,1	40,1	119,6	347,7	164,6	75,8
Мал. Травное	06.91	8,3	1051,1	38,1	52,3	202,3	396,6	227,1	134,7
Бол. и Мал. Кабаньи	06.91	8,2	1023,2	42,1	49,8	195,4	390,5	185,9	159,5
Хомутиное	06.91	9,0	891,1	48,1	46,2	151,8	329,4	205,7	109,9
Песчаное	07.91	8,7	1779,1	34,0	76,6	404,7	604,1	386,7	273,0
Кривое	07.91	8,6	2863,2	80,2	170,2	653,1	787,0	709,8	663,0
Бол. Топольное	07.91	9,0	4070,8	24,0	221,3	995,7	829,8	982,4	1017,6

## Кулундинская система озер

Горько-Лебедянское	12.91	8,2	4124,6	38,1	161,7	1124,5	762,7	800,2	1237,4
Горько-Ключевское	12.91	8,7	5994,5	114,2	199,4	1676,5	811,5	1129,3	2063,6
Булатово	06.86	8,8	5791,6	38,1	222,5	1621,3	823,7	1330,9	1755,1
Бол. Утичье	06.86	8,8	5753,7	38,1	189,7	1639,6	896,9	1376,1	1613,3
Мостовое	07.92	7,5	3428,7	18,0	114,3	940,5	957,9	536,4	861,6
Чернаково	07.92	7,7	3653,4	18,0	126,4	1000,3	976,3	596,3	936,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бакланье	05.90	8,1	2374,3	24,0	136,2	531,2	811,5	314,7	556,7
Бакланенок	06.88	8,1	1874,9	38,1	80,2	455,3	555,2	242,7	503,4
Долгое	07.88	7,6	4140,9	24,0	201,8	1050,9	1037,7	674,6	1152,3
Дальнее и Ближнее При- дорожные	05.90	7,5	3591,2	24,0	188,4	873,8	1086,1	422,6	996,3
Кривое	07.92	8,6	1727,3	22,0	87,5	384,0	683,4	224,2	326,2
Артельное	12.73	8,1	1920,2	18,0	66,8	478,3	799,3	213,9	343,9
Старинное	12.73	8,2	1560,5	12,6	39,7	389,0	580,0	203,6	336,0
Лена	06.73	8,1	4104,2	8,0	312,5	949,7	506,4	884,5	1443,1
Серебро	06.73	8,5	5207,8	8,0	323,4	1317,7	671,2	1100,5	1787,0

## Касмалинская система озер

Кадниковское	09.78	8,2	226,4	20,0	20,7	41,4	120,0	11,3	13,0
Бол. и Мал. Островные	07.93	8,8	944,3	22,0	137,9	117,2	506,4	100,6	60,2
Молоково	07.77	7,5	1594,9	24,0	74,1	363,3	463,6	460,7	209,2
Селиверстово	07.77	8,0	6802,8	94,1	605,5	1416,6	634,4	1151,9	2900,0
Лебяжье	05.90	8,5	993,3	24,0	83,9	128,7	634,5	12,3	109,9
Белое	07.77	7,1	906,9	68,1	74,2	91,9	402,7	92,5	117,2
Золотое	09.89	7,2	2908,6	24,0	79,0	710,6	1433,9	483,8	177,3
Бычьё	09.89	8,9	3100,0	24,0	83,9	772,6	1458,3	795,3	265,9
Валовое	07.77	6,8	2184,6	126,0	30,5	621,5	644,6	89,3	44,1

## Барнаульская система озер

Горько-Перешеечное	06.92	7,3	1130,0	26,0	35,2	266,7	530,8	86,4	187,9
Куличье	07.70	7,9	422,8	6,0	50,6	25,1	330,5	0,1	10,5
Парасково	07.70	7,8	467,3	5,4	67,0	27,6	285,5	0,1	81,6
Долгое	07.70	7,8	501,9	5,5	71,3	31,5	301,6	0,2	95,9
Шуракша	06.85	8,5	765,0	14,0	48,6	142,5	317,2	161,2	81,5
Зеркалы	06.85	8,6	1235,4	12,0	70,5	252,9	573,5	156,3	170,2
Урлапово	10.74	8,5	1338,3	20,0	54,7	296,7	488,1	411,4	67,4
Среднее	06.92	8,2	764,7	18,0	44,9	137,9	402,7	76,1	85,1
Бахматовское	06.92	8,0	795,6	18,0	49,8	137,9	427,1	80,2	82,6
Серебряниково	06.92	7,9	769,1	18,0	44,9	144,8	402,7	69,9	88,6
Песчаное	08.90	7,8	782,9	52,1	37,6	114,9	445,4	51,4	81,5
Анисимово	10.78	7,2	517,5	46,1	45,0	92,0	213,0	64,4	57,0

## Бийско-Чумышская (правобережная) система озер

Мал. Уткуль	05.90	7,3	265,9	48,0	40,1	—	—	32,8	11,0
Бол. Уткуль	05.82	7,2	270,9	30,1	23,1	4,6	189,1	20,5	3,5
Петровское	07.68	7,3	306,0	29,5	49,9	17,8	336,1	0,2	5,1
Красилово	05.90	7,0	107,1	12,0	6,1	9,2	61,0	8,2	10,6

## Пойменные озера Алея и Чарыша

Кривое	07.78	8,6	864,0	16,0	41,3	158,6	567,3	59,6	21,2
Песчаное	07.78	7,7	534,2	50,1	83,9	51,3	353,8	28,7	17,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Травное	07.78	8,3	444,4	44,1	74,1	24,1	274,5	41,1	10,6
Бол. Ракицы	06.87	8,1	627,2	78,1	35,2	41,4	329,5	111,1	31,9
Казачье-Круглое	06.83	7,9	552,2	18,0	46,2	64,4	323,4	71,9	28,3
Вылково	06.83	7,9	1419,7	38,0	1905,7	229,9	475,9	431,9	138,3
Гусиное	06.83	8,3	2560,0	110,0	206,6	963,0	187,0	390,6	702,5
Пойменные озера Оби									
Бол. Камышное	06.91	7,9	378,3	46,0	26,7	11,5	256,2	30,8	7,1
Шибасво	06.91	7,8	393,2	20,5	55,1	7,0	290,3	20,3	7,9
Телеутское	06.91	7,5	107,8	46,0	26,7	16,1	256,2	41,1	7,1
Кокуйское	06.91	7,6	110,9	23,0	1,6	2,0	71,4	6,7	1,1
Гонохово	11.79	8,4	1348,0	—	—	—	—	330,0	443,0
Предгорные и горные озера									
Колыванское	05.90	7,5	97,5	12,0	3,6	9,2	61,0	8,2	3,5
Белое	05.90	7,4	295,3	38,1	7,3	29,8	201,3	8,2	10,6

## Приложение 5

## Видовой состав зоопланктона Алтайского края

Таксон	Система озер													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Коловратки — Rotatoria														
<i>Notommata copeus</i> Ehrenb.	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Pleurotrocha larvarum</i> Wlastow	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Reticula melandocus</i> (Gosse)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
<i>Trichocerca</i> (D.) <i>vernalis</i> (Hauer)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T.</i> (s.str.) <i>elongata</i> (Gosse)	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
<i>T.</i> (s.str.) <i>capucina</i> (Wierzejski et Zach.)	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T.</i> (s.str.) <i>longiseta</i> (Schrank)	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Synchaeta bicornis</i> Smiht.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. longipes</i> Gosse	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. pectinata</i> Ehrenb.	+	+	+	—	—	+	—	—	+	—	+	—	+	+
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. major</i> Burckhardt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+
<i>P. dolichoptera</i> Idelson	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lindia</i> (s.str.) <i>virgata</i> Rodewald-Rudescu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>L.</i> (H.) <i>bratzkayae</i> Bogoslovsky	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dicranophorus lutkeni</i> (Bergendal)	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. grandis</i> (Ehrenberg)	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aspelta curvidactyla</i> Berzins	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Asplanchnopus hyalinus</i> Harring	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harringia eupoda</i> (Gosse)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Lecane</i> (s.str.) <i>leontina</i> (Turner)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L.</i> (s.str.) <i>luna</i> (O.F. Müller)	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+
<i>L.</i> ( <i>M.</i> ) <i>lunaris</i> (Ehrenb.)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proales provida</i> Wulfert	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinoglena frontalis</i> Ehrenb.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichotria pocillum</i> (O.F. Müller)	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenb.)	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepadella</i> (s.str.) <i>ovalis</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euchlanis phryne</i> Myers	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>E. dilatata</i> Ehrenb.	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. calpidia</i> Myers	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>E. diflexa</i> Gosse	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. lyra</i> Hudson	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+
<i>Eudactylota eudactylota</i> (Gosse)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>B. q. zernovi</i> Voronkov	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. q. brevispinus</i> Ehrenb.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>B. q. ancylognathus</i> Schmarda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>B. q. cluniorbicularis</i> Skorikov	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>B. variabilis</i> Hempel	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. leydigii</i> Cohn	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>B. l. rotundus</i> Rousselet	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>B. nilsoni</i> Ahlstrom	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<i>B. urceus</i> (Linnaeus)	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>B. rubens</i> Ehrenb.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. plicatilis</i> O.F. Müller	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. p. asplanchnoides</i> Charin	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>B. p. decemcornis</i> Fadeev	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>B. p. longicornis</i> Fadeev	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. bidentata</i> Anderson	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. diversicornis</i> (Daday)	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>B. d. homoceros</i> (Wierzejski)	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. forficula</i> Wierzejski	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>B. calyciflorus</i> Pallas	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. c. anuraei formis</i> Brehm	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>B. c. ampiceros</i> Ehrenb.	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>B. c. spinosus</i> Wierzejski	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>B. angularis</i> Gosse	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>B. a. bidens</i> Plate	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenb.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>P. polyacanthoides</i> (Berzins)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. c. tecta</i> (Gosse)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>K. testudo</i> (Ehrenb.)	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>K. quadrata</i> (O.F. Müller)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. valga</i> (Ehrenb.)	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Notolca cinetura</i> Skorikov	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>N. acuminata</i> Ehrenb.	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>N. labis</i> Gosse	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Testudinella bidentata</i> (Ternetz)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. t. ecornis</i> Wiszniewski	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Filinia longiseta</i> Ehrenb.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Hexarthra oxyuris</i> (Zernov)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Collotheca pelagica</i> (Rousselet)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ветвистоусые — Cladocera													
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller)	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Holopedium gibberum</i> Zoddach	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia pulex</i> (De Geer)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. longispina</i> O.F. Müller	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. l. hyalina</i> Leydig	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. cucullata</i> Sars	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+
<i>D. magna</i> Straus	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller)	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moina macrocopa</i> (Straus)	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller)	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>C. affinis</i> Lilljeborg	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>C. reticulata</i> (Jurine)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scapholeberis microcephala</i> Lilljeborg	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F. Müller)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

<i>Peracantha truncata</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leydigia leydigii</i> (Leydig)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. acanthocercoides</i> (Fischer)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alonopsis ambigua</i> Lilljeborg	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kurzia latissima</i> Kurz	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Ch. globosus</i> Baird	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchotalona rostrata</i> (Koch)	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine)	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>P. uncinatus</i> Baird	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. trigonellus</i> O.F. Müller	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. striatus</i> Schoedler	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alona affinis</i> Leydig	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. quadrangularis</i> (O.F. Müller)	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+
<i>A. rectangyla</i> Sars	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+
<i>Oxyurella tenuicaudis</i> (Sars)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller)	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+
<i>B. coregoni</i> Baird	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>B. longicornis</i> Schoedler	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne)	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-

## Беслоногие — Copepoda

<i>Macrocylops albidus</i> (Jurine)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Eucyclops</i> (s.str.) <i>serrulatus</i> (Fischer)	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>E. (s.str.) macruroides</i> (Lill.)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer)	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. kolensis</i> Lill.	+	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. vicinus</i> Uljanene	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Acanthocyclops viridis</i> (Jurine)	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>A. gigas</i> (Claus)	—	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. vernalis</i> (Fischer)	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mesocyclops (s.str.) leuckarti</i> Claus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>M. (T.) oithonoides</i> Sars	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. (T.) crassus</i> (Fischer)	+	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diaptomus graciloides</i> Lill.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>D. salinus</i> Daday	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. bacillifer</i> Fischer	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. denticornis</i> Wierzejski	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Acrodiaptomus bacillefer</i> Koelbel	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Система озёр и водотоки: 1 — Бурлинская; 2 — Кулундинская; 3 — Касмалинская; 4 — Барнаульская; 5 — пойма Алей и Чарыша; 6 — правобережные озера Оби; 7 — пойменные озера Оби; 8 — предгорные озера; 9 — Обь; 10 — р. Чумыш; 11 — р. Черемшанка; 12 — р. Барнаулка; 13 — р. Алей.

## Приложение 6

## Организмы — индикаторы сапробности в водоемах Алтайского края

Вид	S	Сапробные валентности					J
		x	σ	b	a	P	
1	2	3	4	5	6	7	8

## Cyanophyta

<i>Anabaena flos aquae</i> Breb.	b	—	1	8	1	—	4
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (Lemm.)	b	—	3	7	—	—	4
<i>Microcystis flos-aquae</i> Lemm.	b	—	1	8	1	—	4
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	a-b	—	1	4	5	—	2
<i>Oscillatoria agardhii</i> (Kleb.)	b	—	—	8	2	—	4

## Chrysophyta

<i>Dinobryon bavaricum</i> Ehr.	o	1	7	2	—	—	3
<i>Synura spinosa</i> Ehr.	b-o	—	4	6	—	—	3
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.)	o-b	—	5	5	—	—	3
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	o-b	—	5	5	—	—	3
<i>Melosira granulata</i> Ag.	b	—	2	8	—	—	4

## Pyrrhophyta

<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller)	o	1	7	2	—	—	3
--	---	---	---	---	---	---	---

## Chlorophyta

<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.)	b	—	2	7	—	—	3
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.)	b	—	2	6	2	—	3



1	2	3	4	5	6	7	8
Rotatoria							
<i>Notommata copens</i> Ehrenb.	<i>b</i>	1	4	4	1	—	2
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenb.	<i>b-o</i>	—	4	5	1	—	2
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	<i>b</i>	—	3	5	2	—	2
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	<i>o-b</i>	1	4	4	1	—	1
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenb.)	<i>o-b</i>	1	5	4	—	—	2
<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus)	<i>b</i>	—	—	8	2	—	4
<i>B. rubens</i> Ehrenb.	<i>a</i>	—	—	1	6	3	3
<i>B. diversicornis</i> (Daday)	<i>b-a</i>	1	3	4	1	—	2
<i>B. calyciflorus</i> Pallas	<i>b-a</i>	—	—	5	5	—	3
<i>B. angularis</i> Gosse	<i>b-a</i>	—	—	5	5	—	3
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	<i>b-o</i>	2	3	5	—	—	2
<i>K. quadrata</i> (O.F. Müller)	<i>b-o</i>	2	3	5	—	—	2
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	<i>o</i>	1	6	3	—	—	2
<i>Conochilus unicornis</i> Pousselet	<i>o</i>	—	7	3	—	—	4
<i>Filinia longiseta</i> Ehrenb.	<i>b-a</i>	—	1	5	4	—	2
<i>Hexarthra oxyurie</i> (Zernov)	<i>b</i>	—	2	8	—	—	4
Cladocera							
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller)	<i>o</i>	—	7	3	—	—	4
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	<i>o-b</i>	—	6	4	—	—	3
<i>Daphnia pulex</i> (De Geer)	<i>a</i>	—	—	2	8	—	4
<i>D. hyalina</i> Leydig	<i>b</i>	1	2	4	3	—	1
<i>D. cucullata</i> Sars	<i>b</i>	—	4	5	1	—	2
<i>D. magna</i> Straus	<i>a-p</i>	—	—	—	6	4	3
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller)	<i>o-b</i>	—	5	5	—	—	3
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Müller)	<i>o</i>	2	5	3	—	—	2
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	<i>b-o</i>	1	3	4	2	—	1
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller)	<i>o-b</i>	1	4	4	1	—	1
<i>B. coregoni</i> Baird	<i>o-b</i>	1	4	4	1	—	1
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne)	<i>o</i>	—	7	3	—	—	4
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	<i>b-o</i>	—	4	5	1	—	2
Copepoda							
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	<i>o</i>	1	6	3	—	—	3
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Lill.	<i>o</i>	1	6	3	—	—	3

## Динамика численных характеристик зоопланктона озер Алтайского края

Водоем, год	Биомасса, г/м <sup>3</sup>				Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>			
	R	Cop	Cl	Всего	R	Cop	Cl	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бурлинская система озер								
р. Бурла								
1991	0,20	1,20	0,20	1,60	39,1	22,4	7,0	68,5
оз. Песчаное								
1966	0,004	1,48	8,67	10,15	12,2	139,9	146,7	298,7
1969	0,01	0,25	11,94	12,20	6,7	16,4	67,7	90,8
1972	—	0,25	0,85	1,09	—	20,7	71,4	92,1
1975	0,001	0,42	0,75	1,17	0,8	12,9	16,6	30,3
1976	0,02	0,94	1,18	2,14	2,9	16,3	17,2	36,4
1977	0,11	2,90	1,75	4,76	51,5	47,4	29,5	128,4
1978	0,01	1,70	0,99	2,70	28,5	33,0	16,1	77,6
1980	0,01	9,20	22,53	31,74	25,6	211,7	877,4	1114,7
1981	0,01	3,80	3,10	6,91	2,0	173,3	174,0	349,0
1982	0,01	7,80	2,60	10,41	6,7	252,7	53,6	313,0
1983	0,03	5,54	6,47	12,04	15,9	149,9	263,5	431,3
1985	0,01	16,48	6,18	22,67	2,6	263,5	139,2	405,3
1991	0,001	18,97	7,56	26,53	1,5	332,1	239,6	573,2
оз. Бол. Топольное								
1985	0,18	5,82	4,83	10,83	15,9	131,9	288,7	436,5
1990	0,53	3,19	1,95	5,67	34,0	51,8	44,6	130,4
1991	0,05	8,12	4,31	12,48	8,6	124,5	127,1	260,2

## оз. Мал. Топольное

1969	0,01	0,20	3,20	3,40	2,8	13,4	9,4	25,6
1970	—	0,10	3,50	3,60	—	15,7	143,3	159,0
1977	0,60	1,30	4,00	5,90	177,4	29,9	92,3	299,6
1982	0,10	5,10	0,30	5,50	38,1	10,4	12,7	155,1
1985	0,20	12,20	17,60	30,00	24,7	165,6	1084,8	1275,1
1991	0,10	13,60	11,70	25,40	6,0	240,4	321,2	567,6
оз. Хомутиное								
1973	—	1,20	0,02	1,22	—	39,2	0,5	39,7
1974	0,10	0,30	0,40	0,80	10,2	10,7	13,5	34,4
1975	—	0,10	0,30	0,40	—	0,7	6,3	7,0
1976	—	1,60	2,20	3,80	—	23,6	60,3	83,9
1980	0,01	8,70	17,10	25,80	14,5	139,8	1021,8	1176,1
1985	0,01	9,30	2,20	11,50	3,9	137,7	41,6	183,2
оз. Травное								
1976	—	0,02	0,03	0,05	—	0,3	0,3	0,6
1985	0,60	7,10	0,80	8,50	49,1	123,6	19,0	191,7
1991	—	4,10	4,50	8,60	—	78,0	81,0	159,0
оз. Кабанье								
1977	0,10	1,00	1,90	3,00	105,0	18,6	41,5	165,1
1980	0,20	10,10	14,00	24,30	22,5	63,4	335,2	421,1
оз. Пустынное								
1975	—	0,30	0,10	0,40	—	8,9	3,8	12,7
1992	0,01	0,50	0,10	0,60	1,4	13,6	0,5	15,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Барнаулская система озер								
р. Барнаулка								
1996	0,10	1,07	0,18	1,34	47,5	27,7	3,6	78,8
оз. Горько-Перешеечное								
1985	0,01	11,80	6,60	18,41	1,0	166,5	22,1	189,6
1989	0,02	0,84	15,30	16,16	1,3	13,6	20,4	35,3
1992	0,06	0,89	6,19	7,11	7,2	16,5	49,8	73,5
1993	0,01	1,20	8,60	9,81	1,0	61,8	43,6	106,4
1996	0,003	1,00	15,60	16,60	6,5	17,2	36,7	60,4
оз. Песчаное								
1991	—	1,50	0,20	1,70	—	26,3	8,6	34,9
оз. Горькое (Новичихинский р-н)								
1996	—	26,70	8,80	35,50	—	331,9	227,6	559,5
оз. Горькое (Егорьевский р-н)								
1996	2,20	24,00	2,80	29,00	153,0	382,7	91,6	627,3
1997	0,70	9,10	4,70	14,50	45,9	124,2	92,2	262,3
Бийско-Чумышская система озер								
оз. Бол. Уткуль								
1968	0,01	0,60	1,94	2,55	0,1	48,2	88,2	136,5
1970	0,20	1,30	0,96	2,50	28,2	80,1	83,7	192,0
1974	0,20	1,43	1,00	2,63	2,5	31,7	43,0	77,2
1977	0,22	1,72	1,81	3,75	38,4	52,2	75,7	166,2
	0,90	3,20	1,50	5,60	347,7	124,9	49,9	522,5
	0,30	3,60	1,80	5,70	383,9	139,8	66,4	593,7
	0,10	1,10	0,50	1,70	20,8	38,5	14,1	73,4
	0,30	3,70	1,50	5,50	239,2	126,0	51,5	416,7
	0,20	2,20	3,70	6,10	12,0	59,5	76,7	148,2
	0,10	2,20	0,90	3,20	1,0	26,9	25,8	53,7
	0,20	2,40	1,70	4,30	48,7	47,2	40,3	136,2
	0,10	2,20	1,90	4,20	5,5	35,3	44,7	85,5
оз. Мал. Уткуль								
1968	0,37	0,33	1,17	1,87	3,5	21,8	35,5	60,7
оз. Петровское								
1968	0,04	0,02	0,31	0,37	2,2	1,5	11,3	15,0
оз. Бол. Карасево								
1977	—	0,96	0,22	1,18	—	22,8	11,0	33,8
оз. Красиловское								
1973	0,01	0,21	1,19	1,41	2,5	11,8	47,7	61,9
1976	0,28	0,88	0,88	2,04	77,2	19,5	14,3	110,9
1977	0,08	4,19	0,80	5,07	15,2	148,5	38,1	201,8
Кулундинская система озер								
р. Кулунда								
1996	0,10	0,10	0,10	0,30	42,4	1,7	5,1	49,2
р. Кучук								
1996	0,10	0,90	1,40	2,40	34,8	17,2	22,2	74,2
оз. Мостовое								
1972	—	0,20	1,80	2,00	—	9,0	15,0	24,0
1985	0,01	0,94	0,65	1,60	2,0	10,4	5,6	18,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1986	0,02	2,20	4,28	6,50	2,0	25,9	22,2	50,1
1988	0,02	0,95	2,23	3,20	2,0	10,0	15,4	27,4
1990	0,02	3,80	0,88	4,70	2,0	22,0	26,7	50,7
1992	0,02	1,50	0,78	2,30	1,0	8,0	36,0	45,4
оз. Придорожное								
1978	0,01	10,13	5,13	15,27	10,0	166,8	60,7	237,5
1980	0,06	2,30	0,68	3,04	32,3	48,1	25,3	105,7
1981	0,01	4,02	2,67	6,70	2,0	79,7	217,3	299,0
1987	0,07	3,10	5,03	8,20	20,5	98,0	149,1	267,6
оз. Горностаево								
1993	0,04	1,56	4,08	5,67	17,0	32,8	87,4	137,2
оз. Среднее								
1993	0,26	3,20	0,25	3,71	23,0	69,5	18,4	110,8
оз. Грачиное								
1993	0,05	0,32	0,01	0,38	19,3	8,7	0,2	28,2
оз. Старинное								
1993	0,02	2,05	0,04	2,11	20,0	56,1	1,0	77,0
оз. Домашнее								
1993	0,11	4,47	0,53	5,12	51,3	59,4	12,7	123,4
оз. Артельное								
1993	0,05	1,07	0,12	1,24	13,7	27,8	3,7	45,1
оз. Куликовское								
1993	0,01	0,98	2,52	3,50	2,7	20,0	33,6	56,3
оз. Моудино								
1993	0,02	0,27	0,17	0,46	7,7	4,8	3,6	16,0

оз. Сладкое								
1993	0,02	0,51	0,59	1,12	3,0	11,1	19,3	33,5
оз. Курневатое								
1993	0,05	4,79	4,01	8,86	16,0	102,0	112,2	230,2
оз. Домашнее (с. Завьялово)								
1993	0,01	1,40	0,73	2,13	1,3	27,8	7,8	36,9
оз. Рыбачье								
1980	0,05	0,97	0,33	1,35	86,0	43,9	14,1	144,0
оз. Плотниковское								
1984	0,06	11,90	40,40	52,36	30,0	184,0	754,2	968,2
1985	0,02	9,40	8,60	18,02	6,0	151,6	168,7	326,3
оз. Свиное								
1996	0,10	2,80	0,10	3,00	9,3	53,4	0,7	63,4
оз. Песьяное (Благовещенский р-он)								
1996	0,01	0,20	0,30	0,50	5,7	7,4	0,3	13,4
оз. Плотавы								
1996	0,02	3,40	0,01	3,43	9,0	68,1	1,2	78,3
оз. Технологическое								
1996	0,10	0,50	0,20	0,80	11,3	22,9	3,9	38,1

## Касмалинская система озер

р. Касмала								
1997	0,02	0,20	0,10	0,32	1,8	2,9	2,6	7,3
Павловский пруд								
1972	—	1,20	2,00	3,20	—	45,0	66,0	111,6
1975	0,90	3,40	0,10	4,40	170,0	139,0	61,0	370,0
1990	0,02	0,20	0,09	0,31	7,9	3,8	2,0	13,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
оз. Мельничное								
1996	0,001	0,10	0,02	0,12	0,1	0,7	0,3	1,1
1997	0,10	0,10	4,10	4,30	1,3	2,3	45,0	48,6
оз. Горькое (Мамонтовский р-он)								
1972	0,03	0,50	7,40	7,90	11,0	20,0	119,2	150,2
1980	0,04	26,20	1,10	27,34	17,4	544,8	26,7	588,9
1996	—	12,10	0,40	12,50	—	148,0	0,7	148,7
1997	—	4,20	0,30	4,50	—	65,9	1,6	66,5
оз. Бычье								
1976	0,20	1,10	8,10	9,40	19,1	71,8	69,7	160,6
1977	0,02	4,70	1,00	5,70	9,5	78,2	46,4	134,1
1978	0,30	2,70	—	3,00	86,6	33,5	—	120,1
1989	0,03	3,70	0,30	4,03	13,8	85,6	12,1	111,5
оз. Бол. Ракиты								
1966	0,10	0,90	0,30	1,30	22,1	73,0	4,6	99,7
1978	0,20	0,50	0,60	1,30	178,1	30,3	7,4	215,8
1987	0,10	0,30	2,70	4,10	2,2	30,7	159,8	192,7
оз. Зеркалы								
1972	—	1,20	2,90	4,10	—	24,4	56,8	81,2
1983	0,30	3,90	4,00	8,20	482,7	62,7	93,6	639,0
1985	0,10	3,40	1,00	4,50	37,2	48,5	96,5	182,2
1989	0,10	1,70	2,30	4,10	11,6	30,3	39,4	81,3
оз. Золотое								
1976	0,06	0,30	3,10	3,46	5,0	5,3	50,9	61,2

1977	0,02	2,90	1,90	4,80	31,4	76,2	41,5	149,1
1981	0,02	0,70	0,80	1,52	6,9	16,2	50,4	73,4
1989	0,02	0,60	0,50	1,12	15,5	19,2	23,4	58,1
1990	0,20	0,40	1,10	1,70	77,3	11,4	40,1	128,8
оз. Молоковское								
1976	0,20	2,05	5,42	7,44	13,4	53,6	122,6	189,6
1977	0,20	5,00	2,70	7,92	82,0	230,1	110,0	422,0
1979	0,30	6,40	2,70	9,40	118,0	161,3	125,3	404,7

## Пойма Оби

Митюшовская курья								
1984	0,10	6,70	10,80	17,60	4,3	130,9	269,2	404,4
оз. Смой (Гальменский р-он)								
1983	0,01	0,20	0,10	0,31	1,0	3,6	2,7	7,3
оз. Шибасево								
1979	0,20	2,20	0,80	3,20	22,5	32,9	13,8	69,2
1983	0,10	0,80	0,10	1,00	25,9	15,3	0,9	42,1
оз. Телеутское								
1991	0,40	1,70	0,80	2,90	106,3	40,6	17,6	164,5

## Пойма Алея и Чарыша

оз. Среднее								
1983	—	11,20	4,60	15,80	—	221,8	26,5	248,3
оз. Мал. Ракиты								
1983	0,01	0,10	0,01	0,11	0,7	1,3	0,6	2,6
оз. Вылково								
1983	0,10	2,30	4,00	6,40	10,0	53,1	75,1	138,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
оз. Казыль-Круглое 1983	1,10	2,90	0,10	4,10	225,1	51,0	3,5	279,6
оз. Дурнево 1983	—	9,80	0,10	9,90	—	151,3	1,9	153,2
оз. Островное 1986	0,01	4,60	2,10	6,70	4,0	89,7	16,4	110,1
1987	0,20	1,80	1,30	3,30	48,9	31,0	37,1	117,0
1992	0,30	2,40	1,40	4,20	18,0	74,9	32,9	125,6
оз. Кривое 1987	0,01	13,30	0,50	13,80	1,5	496,8	5,8	504,1
оз. Горькое (Рубцовск) 1987	0,01	1,60	15,70	17,30	4,5	40,1	71,0	115,6
оз. Осиповское 1987	0,90	2,10	0,90	3,90	146,5	50,6	40,0	237,1
оз. Травное 1978	0,01	0,50	2,50	3,01	0,1	10,1	58,0	68,2
1979	0,10	1,20	1,50	2,80	10,1	55,0	43,7	108,8
оз. Кривое 1978	0,01	1,00	0,20	1,20	2,5	5,1	70,8	78,4
1979	0,10	0,90	1,30	2,30	2,4	20,8	32,7	55,9
оз. Песьяное 1978	0,01	1,20	0,10	1,31	0,8	18,5	0,8	20,1

П р и м е ч а н и е. R — коловратки; Сор — копейцы; С1 — класперы.

## П р и л о ж е н и е 8

## Динамика улова рыбы по Алтайскому краю по годам

Год	Улов, т	Год	Улов, т
1937	1180	1968	852
1938	1384	1969	459
1939	1562	1970	558
1940	1805	1971	634
1941	1815	1972	692
1942	1747	1973	946
1943	2183	1974	999
1944	1438	1975	980
1945	1548	1976	831
1946	2086	1977	936
1947	1558	1978	937
1948	1720	1979	929
1949	1003	1980	1106
1950	1059	1981	1108
1951	1234	1982	1209
1952	1178	1983	868
1953	1085	1984	806
1954	977	1985	893
1955	1000	1986	1106
1956	1207	1987	1289
1957	1011	1988	1348
1958	1178	1989	1737
1959	1095	1990	1919
1960	833	1991	1350
1961	987	1992	1475
1962	1206	1993	738
1963	1151	1994	827
1964	1150	1995	857
1965	1334	1996	982
1965	1123	1997	832
1967	952	1998	1282

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



### **ВЕСНИНА ЛЮБОВЬ ВИКТОРОВНА –**

гидробиолог, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.

Область научных интересов – зоопланктон от олигодо гипергалинных водоемов, в том числе его доступность для молоди ценных пород рыб; зообентос, водная и околоводная растительность, первичная продукция и гидрохимия.

Имеет 50 научных публикаций.



### **ЖУРАВЛЕВ ВАЛЕРИЙ БОРИСОВИЧ –**

ихтиолог, кандидат биологических наук, доцент.

Область научных интересов – структура вида и продукционные процессы в популяциях пресноводных рыб, микроэволюция рыб в разнотипных водоемах Алтайского края.

Опубликовано 25 научных работ и 5 методических пособий по ихтиологии и эволюционной теории.



### **НОВОСЕЛОВ ВАЛЕРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ –**

ихтиолог, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.

Круг интересов включает изучение сырьевой базы рек, пресных и соляных озер, водохранилищ Алтайского края и разработку научных основ комплексного использования водных биологических ресурсов.

Имеет 45 научных публикаций.

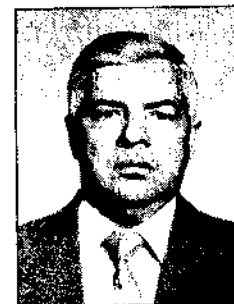


### **НОВОСЕЛОВА ЗИНАИДА ИВАНОВНА –**

рыбовод, эколог, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.

Основные направления научных интересов – товарное рыбоводство в естественных водоемах, антропогенное воздействие на природную среду минерализованных водоемов, прогнозирование и поиск путей оптимизации антропогенной нагрузки.

Опубликовано 55 работ в научных и популярных изданиях.



### **РОСТОВЦЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ –**

рыбовод, ихтиолог, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник.

Основные направления научной деятельности – форелеводство, прогнозирование сырьевой базы естественных водоемов (Верхняя Обь и водохранилище), тепловодное рыбоводство.

Опубликовано 76 научных работ.



### **СОЛОВОВ ВАЛЕНТИН ПЕТРОВИЧ –**

ихтиолог, кандидат биологических наук, заслуженный рыбовод РСФСР.

Область научных интересов – влияние различных факторов абно- и биотической среды на экологию естественных водоемов и их население; разработка методов гидробиологического мониторинга и кадастровой оценки водоемов.

Опубликовано 87 научных работ, в том числе несколько монографий и методических пособий.



### **СТУДЕНИКИНА ТАТЬЯНА ЛЬВОВНА –**

гидробиолог, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.

Изучает гидрофауну соляных и пресных водоемов, проявляя особый интерес к жаброному рачку артемия как к перспективному объекту хозяйственного использования.

Разработана методика прогнозирования заготовки водных биоресурсов.

Имеет 43 научных публикации, в том числе монографию и методические пособия.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ (В.П. Соловов) . . . . .	3
<b>Глава 1</b>	
<b>КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И РЫБО- ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОЕМОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ (В.П. Соловов) . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>Глава 2</b>	
<b>ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ И ЕЕ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ВОДО- ЕМОВ (В.П. Соловов) . . . . .</b>	<b>11</b>
2.1. Физико-географические условия водосборной площади . . . . .	—
2.2. Эколого-ландшафтная типизация водосборов . . . . .	19
<b>Глава 3</b>	
<b>ВОДОЕМЫ КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ . . . . .</b>	<b>25</b>
3.1. Гидрографическая сеть и фонд водоемов (В.П. Соловов) . . . . .	—
3.2. Морфометрия и гидрологический режим водоемов (В.П. Соловов) . . . . .	31
3.3. Особенности гидрохимического режима (З.И. Новоселова) . . . . .	40
3.4. Донные грунты озер равнинной территории (З.И. Новосе- лова, В.П. Соловов) . . . . .	51
3.5. Сапропель и лечебные илы (З.И. Новоселова, В.П. Соло- вов) . . . . .	54
<b>Глава 4</b>	
<b>ФИТОПЛАНКТОН И МАКРОФИТЫ. ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ . . . . .</b>	<b>58</b>
4.1. Видовой состав альгофлоры и макрофиты (З.И. Новосело- ва) . . . . .	—
4.2. Продукция водной растительности (З.И. Новоселова) . . . . .	67
4.3. Водная растительность как фактор стабилизации экосистем (В.П. Соловов) . . . . .	72

<b>Глава 5</b>	
<b>ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА И БЕНТОСА (Л.В. Веснина) . . . . .</b>	<b>78</b>
5.1. Видовой состав зоопланктона как показатель экологичес- кого состояния и стабильности экосистемы водоемов . . . . .	78
5.2. Особенности структуры озерных зоопланктоценозов . . . . .	85
5.3. Динамика численных показателей зоопланктона . . . . .	92
5.4. Зообентос . . . . .	99
<b>Глава 6</b>	
<b>БИОКОРМА ВОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ. ГАММАРУС И АРТЕ- МИЯ . . . . .</b>	<b>103</b>
6.1. Биологические особенности гаммаруса в равнинных озерах (В.А. Новоселов) . . . . .	104
6.2. Особенности биологии рачка <i>Artemia salina</i> в условиях соляных озер (Т.Л. Студеникина) . . . . .	112
6.3. Хозяйственное значение и биохимический состав кормовых гидробионтов (В.П. Соловов, Т.Л. Сту- деникина) . . . . .	122
6.4. Биологическое обоснование правил заготовки биокормов водного происхождения (Т.Л. Студеникина) . . . . .	127
<b>Глава 7</b>	
<b>ФАУНА РЫБ ВОДОЕМОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ . . . . .</b>	<b>135</b>
7.1. Видовой состав фауны круглоротых и рыб (В.Б. Журав- лев, В.П. Соловов) . . . . .	—
7.2. Особенности биологии рыб местной фауны. Рост рыб как показатель состояния их популяции (В.Б. Журавлев) . . . . .	146
7.3. Динамика уловов и рыбопродуктивность водоемов (В.Б. Журавлев) . . . . .	164
<b>Глава 8</b>	
<b>ПЕРСПЕКТИВА РЫБОВОДНОГО ОСВОЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВО- ДОЕМОВ . . . . .</b>	<b>173</b>
8.1. История рыбоводно-интродукционных работ (З.И. Ново- селова) . . . . .	—
8.2. Итоги интродукции леща, сазана и судака (В.А. Новосе- лов) . . . . .	179
8.3. Опыт рыбоводного использования сиговых и карповых рыб в озерах (З.И. Новоселова) . . . . .	188
8.4. Форель (А.А. Ростовцев) . . . . .	200
8.5. Результаты интродукции речных раков и перспектива раководства (В.А. Новоселов) . . . . .	209
<b>ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (вместо заключения) (В.П. Соловов) . . . . .</b>	<b>215</b>



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	224
ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .	245
Приложение 1. Гидрографическая сеть Алтайского края . . . . .	246
Приложение 2. Морфометрические характеристики основных рыбохозяйственных озер Алтайского края . . . . .	250
Приложение 3. Морфометрические характеристики солонва- товодных и соляных озер Алтайского края . . . . .	254
Приложение 4. Солевой состав воды основных рыбохозяйственных озер Алтайского края . . . . .	257
Приложение 5. Видовой состав зоопланктона Алтайского края . . . . .	261
Приложение 6. Организмы-индикаторы сапробности в водо- емах Алтайского края . . . . .	267
Приложение 7. Динамика численных характеристик зоопланк- тона озер Алтайского края . . . . .	270
Приложение 8. Динамика улова рыбы по Алтайскому краю по годам . . . . .	279
Сведения об авторах . . . . .	280

Научное издание

## ВОДОЕМЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Редактор *Т.А. Никитина*  
 Художественный редактор *Л.В. Матвеева*  
 Художник *И.С. Попов*  
 Технический редактор *Н.М. Остроумова*  
 Оператор электронной верстки *В.Е. Селянина*

---

Изд. лиц. № 040864 от 16.12.97. Сдано в набор 11.06.99. Подписано в печать 08.10.99. Бумага  
 офсетная. Формат 60 × 90 1/16. Офсетная печать. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 18,0.  
 Уч.-изд. л. 12,2. Тираж 500 экз. Заказ № 678.

---

Сибирское издательско-полиграфическое и книготорговое предприятие "Наука" РАН  
 630077, Новосибирск, ул. Станиславского, 25.  
 Редакционная подготовка и изготовление оригинала макета.  
 630099, Новосибирск, ул. Советская, 18.