РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

СБОРНИК СТАТЕЙ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 20-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ ИВЭП СО РАН

Барнаул ИВЭП СО РАН 2007 СБОРНИК СТАТЕЙ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 20-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ ИВЭП СО РАН. – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2007. – 128 с.

В книге собраны статьи, посвященные 20-летнему юбилею Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, в которых описана история института и его отдельных подразделений, роль отдельных сотрудников в его становлении и развитии, приведены основные научные достижения.

Составитель к.б.н., доцент Д.М. Безматерных

© ИВЭП СО РАН, 2007

© Коллектив авторов

ЛАБОРАТОРИЯ ВОДНОЙ ЭКОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА ОБИ И ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

В.В. КИРИЛЛОВ, Д.М. БЕЗМАТЕРНЫХ, Г.И. ЕГОРКИНА, Е.Ю. ЗАРУБИНА, Е.Ю. МИТРОФАНОВА, Л.В. ЯНЫГИНА, Л.А. ДОЛМАТОВА, Т.В. КИРИЛЛОВА, О.С. БУРМИСТРОВА, С.О. ВЛАСОВ, Г.В. КИМ, М.И. КОВЕШНИКОВ, Е.Н. КРЫЛОВА, В.В ГОРГУЛЕНКО., А.В. КОТОВЩИКОВ, М.И. СОКОЛОВА

Введение

Природные воды, обогащенные жизнью - источники сегодняшнего существования и будущих возможностей человека. Живые организмы, биоценозы рек, озер и водохранилищ (стоячих и текучих вод) являются фактором и показателем качества поверхностных вод.

Определяющее условие решения проблемы обеспечения человека водой в достаточном количестве и необходимого качества - сохранение потенциала самовосстановления водных экосистем. Разнообразие, многокомпонентность состава и многофакториальность функционирования водных экосистем, сложность их пространственно-временной организации делают их объектами исследования практически для всех наук: от классических - физики, химии, ботаники и зоологии - до новейших достижений физико-химической биологии, кибернетики и системного анализа.

Недостаточная изученность водных экосистем Азиатской части России и необходимость решения многочисленных проблем сохранения и рационального использования природных ресурсов рек, озер и водохранилищ определили создание в Сибири в 1987 г. Института водных и экологических проблем, важнейшее отличие которого институтов Сибирского отделения **CCCP** ОТ других междисциплинарность исследований. Для изучения структуры, состава, функционирования и сукцессии водных экосистем в 1988 г. в Институте была организована Лаборатория водной экологии.

Полученные за прошедшие годы результаты исследований позволили дополнить теоретические представления о формировании и функционировании водных экосистем при различном сочетании природных и антропогенных факторов, дать типологическую характеристику водных объектов Западной Сибири, оценить их экологическое состояние в настоящее время и предположить его возможные изменения в будущем.

1. Разнообразие водных экосистем бассейна Оби и Обь-Иртышского междуречья

Разнообразие экосистем — это один из уровней биологического разнообразия, исследование которого опирается на результаты изучения разнообразия на генетическом и видовом уровнях и данных по разнообразию условий формирования и функционирования биологических систем. К разнообразию экосистем предлагается относить количество разных местообитаний, биотических сообществ и экологических процессов (Мс Neely et al., 1990) с типизацией экосистем на основе их экотопов, которые, в отличие от биоценозов, значительно более консервативны и устойчивы (Рысин, 1995).

Территория водосборного бассейна Оби, составляющая около 12 % России, по мнению профессора И.В. Стебаева (1993) может быть названа акваторией, если учесть наличие здесь несметного количества водных объектов, в которых представлен весь спектр экосистем текучих и стоячих вод: водотоков различной величины; горных и степных озер различных размеров и солености, малых и больших водохранилищ, болот.

Реки — наиболее динамичный компонент гидросферы, поскольку русловые воды, по оценке академика М.И. Львовича (1986), сменяются, в среднем по Земному шару, каждые 11 дней. Алтае-Саянская горная страна щедро снабжает водой одну из самых крупных речных систем мира - р. Обь, которая приносит в Северный Ледовитый океан около 400 км³ воды в год. В Обь-Иртышском бассейне по оценке профессора Л.М. Корытного (2001) около двух тысяч рек длиной не менее 20 км, площадью водосбора не менее 200 км² и среднемноголетним расходом в устье — не менее 2-5 м³/с. В пределах территории юга Обь-Иртышского междуречья по данным профессора А.Г. Поползина (1965) насчитывается 38855 озер с суммарной площадью до 31400 км².

Исследование водных экосистем бассейна Оби началось еще в 17-м веке и наиболее активно происходило в связи с необходимостью принятия практических решений по использованию природных ресурсов региона. В 30-е годы прошлого века предполагаемое строительство ГЭС на р. Бие определило детальное изучение Телецкого озера сотрудниками Государственного гидрологического института. Именно к этому озеру было вновь привлечено внимание исследователей через 50 лет - в 80-е годы, когда возникла необходимость экологической экспертизы проекта Катунской ГЭС. Специалисты нескольких десятков институтов под руководством директора Института водных и экологических проблем академика О.Ф. Васильева изучали реку Катунь и ее притоки, а также Телецкое озеро в качестве аналога будущего водохранилища.

Многолетние комплексные исследования реки Оби и ее бассейна были предприняты в связи с проектом перераспределения стока сибирских рек, в том числе путем строительства Нижнеобского водохранилища, для решения водохозяйственных проблем Казахстана и Средней Азии.

Значительное увеличение знания о водных экосистемах Верхней Оби (в первую очередь на участке от г. Камень-на-Оби до г. Новосибирска) было получено в 50-е годы в связи со строительством Новосибирской ГЭС. Новосибирское водохранилище стало объектом исследований на многие годы для специалистов различного профиля, изучающих его как водоем комплексного назначения, в том числе как источник водоснабжения г. Новосибирска; как экосистему и как модельный объект для исследования отдельных сообществ и процессов. Проектирование и строительство Крапивинского гидроузла позволило в 80-е годы получить значительные по объему и разнообразию данные о жизни реки Томи и обновить сведения о Новосибирском водохранилище.

Разработка прогноза изменений в окружающей среде в результате строительства и эксплуатации Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа) способствовала в 70-80-е годы интенсивным комплексным исследованиям водных экосистем бассейна одного из крупных притоков Оби - реки Чулым.

Сведения о водных экосистемах бассейна р. Алей и Обь-Иртышского междуречья оказались востребованы в связи с оценкой экологических последствий испытаний ядерных устройств на Семипалатинском полигоне. Необходимость оценки современного состояния и прогнозирования изменений водных экосистем бассейна Средней и Нижней Оби связаны со значительным уровнем загрязнения речных вод нефтепродуктами.

И во все времена не ослабевал интерес исследователей к водным объектам Западной Сибири в связи с использованием текучих и стоячих вод региона для рыбохозяйственных и рекреационных (в том числе лечебных) целей. Не менее важным поводом исследования являются и природные предпосылки заболеваемости человека, особенно если они дополнены последствиями хозяйственной деятельности – источника искусственных экологических факторов.

Исследование динамики экосистем, их пространственно-временной организации – это одна из основных фундаментальных научных проблем, которую решают в

Сибирском отделении РАН, в том числе в Институте водных и экологических проблем. Область деятельности Института - практически вся Азиатская Россия, но, в основном - Обь-Иртышский бассейн.

Цель исследований - обоснование принципов управления, разработки теоретических основ и практических рекомендаций для экологического мониторинга, проектных и инженерных решений в бассейне Оби. Структура исследований в Лаборатории водной экологии включает изучение характеристик биологического разнообразия, как основу стабильности экосистем, на различных уровнях организации биологических систем - от субклеточного до экосистемного (рис. 1).



Рис. 1. Структура исследований биологического разнообразия экосистем и оценки экологического состояния водных объектов

В период формирования Института в отличие от географии, почвоведения и биогеохимии, аналитической химии, гидрологии и гидродинамики, которые имели уже длительную историю развития в нескольких институтах Сибирского отделения, водная экология, как системная наука, была представлена только в Лимнологическом институте. Отдельные элементы водных экосистем исследовали в Центральном Сибирском ботаническом саду, Институте систематики и экологии животных, Институте биофизики. Поэтому в отличие от других подразделений Института,

сформированных из числа высококвалифицированных специалистов, Лабораторию водной экологии в 1988 г., составили недавние выпускники Новосибирского и Алтайского госуниверситетов под руководством кандидата биологических наук И.С. Островского. В течение трех лет он привнес в организацию и научную программу Лаборатории традиции экосистемного подхода и санитарной гидробиологии киевской (Институт гидробиологии) и классические достижения в систематике и продукционной гидробиологии ленинградской (Зоологический институт) научных школ.

Гидробиологические исследования в 1988-1990 гг. были частью междисциплинарных исследований исследований Института в бассейне реки Катуни и Телецкого озера в связи с экологической экспертизой проекта строительства Катунской ГЭС. Это позволило получить данные не только по составу и уровню развития гидробионтов, но и по их роли в аккумуляции, трансформации и миграции тяжелых металлов в водных экосистемах Горного Алтая (Островский, 1990; Островский, Курдюмова, 1990; Островский, Романова, Курдюмова, 1990).

С 1991 г. дальнейшее развитие экосистемного подхода в исследовании рек, водохранилищ и озер Сибири в Лаборатории происходит под руководством кандидата биологических наук В.В. Кириллова. Этому способствуют привнесенные им научные традиции Факультета естественных наук Новосибирского госуниверситета, с его известным отклонением от классического биологического образования в сторону физики, математики и молекулярной биологии, и опыт прикладной экологии по комплексному исследованию природной среды Сибири в Западно-Сибирском гидрометеорологическом институте. Профессора И.В. Стебаев и О.М. Кожова способствовали формированию у сотрудников Лаборатории системного взгляда на природу и внушили должное уважение к сложности самих экосистем и предсказания последствий влияния на них человеческой деятельности. Благодаря постановке фундаментальных задач и организации междисциплинарных исследований академиком сотрудники Лаборатории получили возможность Васильевым. практически все типы водных экосистем: от малых водотоков до крупных речных систем, от небольших и мелких озер до самого глубокого озера Западной Сибири, от ультрапресных до гипергалинных. Методологическая значимость исследования организации пространственно-временной водных экосистем была определена развитием в Институте концепции пространственно-временной организации геосистем, в том числе ландшафтов, под руководством профессора Ю.И. Винокурова.

В настоящее время сотрудники Лаборатории: с.н.с., к.б.н. Безматерных Д.М., с.н.с., к.б.н. Егоркина Г.И., с.н.с., к.б.н. Зарубина Е.Ю., с.н.с., к.б.н. Митрофанова Е.Ю., с.н.с., к.б.н.Яныгина Л.В., н.с., к.х.н. Долматова Л.А., н.с., к.б.н. Кириллова Т.В., м.н.с. Бурмистрова О.С., м.н.с. Власов С.О., м.н.с. Ким Г.В., м.н.с. Ковешников М.И., м.н.с. Крылова Е.Н., аспиранты Горгуленко В.В., Котовщиков А.В. и Соколова М.И.

За прошедшие почти 20 лет в Лаборатории в разное время работали: Веснина Л.В., Домбровская И.А., Ермолаева Н.А., Зиновьев А.Т., Журавлев В.Б., Киприянова Л.М., Ковальчук В.В., Литвинов Е.Н., Лукьянов Д.П., Мунгалова Т.Н., Нечаева А.А., Попов П.А., Романов Р.Е., Романова Н.С., Савоськин А.В., Селегей В.В., Скабичевская Н.А., Тен Н.Л., Тушкова Г.И., Черепанов А.В., Шестаков В.В. Обучались в аспирантуре 21 человек, окончили — 14.

Было защищено 8 кандидатских диссертаций:

Яныгина (Руднева) Л.В. «Зообентос горных водотоков бассейна Верхней Оби». Рук. д.б.н., Богатов В.В., к.б.н., доц. Кириллов В.В., Красноярск: КГУ, 1995.

Тушкова Г.И. «Динамика возрастной структуры и развитие популяции дрожжей в управляемых условиях культивирования». Рук. д.ф.-м.н., проф. Печуркин Н.С., Красноярск: ИБФ СО РАН, 1996.

Ермолаева Н.И. «Формирование и современное состояние зоопланктонного сообщества Новосибирского водохранилища». Рук. к.б.н., доц. Кириллов В.В., Новосибирск: ИСЭЖ СО РАН, 1998.

Зарубина Е.Ю. «Гигрофильная флора и ее роль в индикации состояния водных экосистем (на примере бассейна Верхней Оби и области замкнутого стока Кулундинской низменности)». Рук. к.б.н., доц. Кириллов В.В., к.б.н., доц. Силантьева М.М., Барнаул: АлтГУ, 1999.

Киприянова Л.М. «Водная и прибрежно-водная растительность бассейна реки Берди». Рук. к.б.н., доц. Кириллов В.В., к.б.н., с.н.с. Лащинский Н.Н. (мл.), Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 1999.

Митрофанова Е.Ю. «Фитопланктон Телецкого озера (Горный Алтай, Россия)». Рук. д.б.н., г.н.с. Сафонова Т.А., к.б.н., доц. Кириллов В.В., Москва: МГУ, 2000.

Безматерных Д.М. "Зообентос как индикатор экологического состояния притоков Верхней Оби (на при-мере рек Барнаулка, Большая Черемшанка и Чумыш)".Рук. д.б.н. Кикнадзе И.И., к.б.н., доц. Кириллов В.В., Барнаул: АлтГУ, 2003.

Романов Р.Е. "Состав и структура альгоценозов равнинных рек бассейна Верхней Оби (на примере рек Барнаулка и Большая Лосиха)". Рук. к.б.н., доц. Кириллов В.В., Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2006.

Кириллова Т.В. "Пигментные характеристики фитопланктона Телецкого озера". Рук. д.б.н. Гаевский Н.А., Красноярск: КГУ, 2006.

Исследования водных экосистем бассейна Оби Лаборатория осуществляет совместно с научно-исследовательскими институтами, университетами и государственными учреждениями России и других стран:

- Лимнологический институт СО РАН;
- Объединенный институт геологии и геофизики СО РАН;
- Институт цитологии и генетики СО РАН;
- Институт систематики и экологии животных СО РАН;
- Институт химической кинетики и горения СО РАН;
- Читинский институт природопользования СО РАН;
- Институт биофизики СО РАН;
- Институт биологии внутренних вод РАН;
- Королевский Музей Центральной Африки (Бельгия);
- НИИ Биологии при Иркутском государственном университете;
- Факультет естественных наук Новосибирского государственного университета;
- Биологический и Физический факультеты Московского государственного университета;
- Биологический факультет Томского государственного университета;
- Биологический, Физический и Географический факультеты Алтайского государственного университета;
- ФГУ «Алтайский государственный природный заповедник» МПР России.

В результате многолетних исследования получены данные по составу, структуре, функционированию и сукцессии разнотипных водных экосистем бассейна Оби на различных уровнях организации биосистем. Сделана типизация озер верхнего течения Оби - Телецкое (крупное, глубокое, пресное, олиготрофное), озер степи и лесостепи юга Обь-Иртышского междуречья: Горькое-Перешеечное (среднее, мелководное, пресное, эвтрофное), Большое Яровое (крупное, мелководное, гипергалинное, эвтрофное), Большое Горькое (малое, мелководное, мезогалинное, мезотрофное), Чаны (крупное, мелководное, гипергалинное, мезотрофное), Кулундинское (крупное, мелководное, гипергалинное, мезотрофное), Кучук (малое, мелководное, гипергалинное, мезотрофное).

Охарактеризованы естественные и антропогенные факторы, определяющие особенности экосистем и качество воды экологически разнородных участков крупной речной системы р. Обь (от истоков до п. Карым-Кары), включая р. Катунь, Бия и притоки первого порядка — малые (Барнаулка, Лосиха, Черемшанка) и средние (Чарыш, Алей, Чумыш, Иня, Томь, Чулым) реки; крупные (Новосибирское) и малые (Гилевское, Склюихинское, Беловское и Берешское) водохранилища.

Выполнено биотестирование поверхностных вод бассейна с использованием светящихся бактерий, зеленых водорослей (хлорелла) и низших ракообразных (дафнии). С использованием корневой меристемы ячменя исследована суммарная мутагенная активность различных объектов окружающей среды и генотоксичность отдельных поллютантов, как факторов формирования гидрохимического стока с водосборного бассейна. Оценка генотоксичности природных вод сделана на основе изучения корневой меристемы и фертильности пыльцы макрофитов.

Установлено приоритетное значение природных факторов, по сравнению с антропогенными, для формирования и функционирования водных экосистем при непродолжительном по времени и локальном по пространству изменении функциональных характеристик биоценозов и качества поверхностных вод под влиянием крупных индустриальных центров (гг. Барнаул, Новосибирск, Новокузнецк, Кемерово, Томск) и отдельных промышленных объектов (Беловская ГРЭС, «Алтайхимпром», Алтайский завод агрегатов).

Анализ пространственно-временной организации разнотипных водных экосистем Обь-Иртышского бассейна дает основание для рекомендации по организации экологического мониторинга с учетом отличий водных объектов по размерам и характерным временам внутриводоемных процессов, а так же пространственновременной организации факторов воздействия на них.

Некоторые типологические характеристики состава, структуры, функционирования и сукцессии водных экосистем бассейна Оби рассмотрим на примере реки Оби от образующих ее горных водотоков до п. Карым-Кары и Телецкого озера (рис. 2).



Рис. 2. Схема бассейна реки Оби

Река Обь

Реки, как системы выноса с территории продуктов водной и ветровой эрозии и отходов человеческой деятельности, делокализуют влияние естественных и антропогенных факторов на гео- и гидросистемы. Кроме общепринятого разделения рек на участки по морфометрическим и гидрологическим признакам уместно рассматривать сукцессию речных биоценозов и генезис качества воды вдоль по течению. Если расширить понятие трофности за пределы его первоначальной формулировки как основы классификации озерных систем, то в реке тоже можно выделить олиго-, мезо- и эвтрофные участки по мере продвижения вниз по течению. Изменение трофности, как характеристики уровня развития живых организмов, интенсивности потока вещества и энергии, вдоль по реке, происходит по естественным причинам. Но оно может резко сдвигаться как в сторону увеличения (в случае поступления в реку аллохтонных органических и биогенных веществ), так и в сторону уменьшения (в случае поступления токсических и загрязняющих веществ). Вслед за трофностью изменяется и потенциал самоочищения реки.

Неоднородность характеристик и наибольшие изменения химического состава воды по длине реки наблюдаются в случае, когда река пересекает различные природные зоны, то есть преимущественно у рек, текущих в меридиональном направлении (Алекин, 1970). Ярким примером такой реки является главный водоток Западной Сибири - река Обь, экосистема которой испытывает множественное воздействие антропогенных факторов, нарастающее от истока к устью.

Исследованные в 1989-1991 гг. река Катунь с притоками Ярлы-Амры, Чибитка, Чуя, Чемал и притоки озера Телецкого, характеризующиеся среднемесячной температурой не более 20 °C, высоким содержанием кислорода, быстрым течением, скальным или каменисто-галечным грунтом, по существующей классификации (Illies, Botosaneanu, 1963) представляют собой ритраль. Характерные черты биоценозов отсутствие истинного зоои фитопланктона, массовое развитие холодолюбивых стенотермных амфибиотических насекомых (103 таксона, биомасса до 69 г/м²). Основную часть биомассы в реках бассейна р. Катунь составили личинки ручейников; в притоке Телецкого озера - р. Тевенек - гаммариды. По таксономическому составу и относительной роли отдельных отрядов насекомых в зообентосе горные водотоки бассейна Верхней Оби наиболее близки рекам южных регионов Дальнего Востока. Дрифт донных беспозвоночных достигал максимальных значений в р. Чемал во время половодья (до 16 экз./м³) и в р. Тевенек (до 50 экз./м³) в период увеличения массы бентоса за счет выплода. Использование интегрального показателя качества воды - индекса Вудивисса (отражающего, по-видимому, неспецифическую реакцию гидробионтов на ухудшение условий обитания) позволяет констатировать, что в реках Катунь, Чемал, Чуя имеются благоприятные условия для жизни гидробионтов при незначительном ухудшении их в р. Чибитка и неблагоприятных условиях в р. Ярлы-Амры (Руднева, 1995).

Основная растительная группировка горных водотоков - литофильные фитообрастания, сформированные главным образом диатомовыми водорослями. Величины суммарной биомассы достигали в Катуни 76 г/м² (за счет развития золотистой водоросли Hydrurus foetidus), в притоке второго порядка - р. Чибитка до 116 г/м² (за счет диатомеи Didimosphenia geminata) и в притоке третьего порядка - р. Ярлы-Амры до 208 г/м² (за счет зеленой нитчатки Ulothrix zonata). Среди обнаруженных водорослей преобладали ксено- и олигосапробные виды (Ким, Левадная, Кузнецов, 1992). Всего в Катуни и ее притоках в 1988-89 гг. было выявлено 323 вида и 133 разновидности и формы водорослей из 90 родов 48 семейств, при наибольшем разнообразии диатомовых (76,5%) с подчиненной ролью зеленых (10,8) и синезеленых (7,4%) водорослей. Альгосток, формирующийся за счет смывания бентосных форм

водорослей с их естественных местообитаний, характеризуется значительным (до 63 форм в пробе) разнообразием, невысокой численностью (108 - 704 тыс.кл./л) и биомассой (0,129 - 0,898 г/м³). Специфический состав водорослей Катуни, отсутствие фитопланктона и неустойчивый характер бентосных группировок свидетельствуют о низкой способности этой реки к самоочищению (Сафонова, 1997).

Участок реки Оби выше Новосибирского водохранилища - типично равнинный, но его экосистема, являясь полной по составу биотических сообществ, находится под влиянием образующих Обь горной Катуни и берущей начало из олиготрофного озера реки Бии. Среднемесячные температуры воды достигают максимума в июне и не превышают 19,2 °C. Исследования этого участка в 1989 и 1993 гг. показали наличие разнообразного (179 видов) фитопланктона с преобладанием зеленых, диатомовых и в степени синезеленых водорослей co значительными численности (9,4-501 тыс.кл./л) и биомассы (0,03-1,1 мг/л) вдоль по реке. Максимальные величины биомассы были зафиксированы в устьевой части р. Бия (у г. Бийска) При этом была обнаружена динофитовая водоросль Chroomonas acuta - один из доминантов Телецкого озера. Виды водорослей-индикаторов принадлежат бетамезосапробам (Митрофанова, 1996). В составе зоопланктона было обнаружено около 50 видов с преобладанием коловраток при максимальных величинах суммарной численности - до 91,4 тыс.экз./м³ и биомассы - до 1,817 г/м³ (Зуйкова, 1995).

Одним из методов исследования пространственно-временной неоднородности распределения живых организмов и выявления интегральных изменений, происходящих в реке и на водосборной площади под влиянием природных процессов и деятельности человека, является изучение концентрации фотосинтетических пигментов фитопланктона (Руководство.., 1992; Методика.., 2003).

Сезонная динамика пигментных характеристик, видового состава и уровня развития фитопланктона на участке реки Оби в районе г. Барнаула свидетельствует о высоком потенциале биологического самоочищения реки в период открытой воды и доминирующей роли климатических и гидродинамических факторов в формировании и функционировании фитопланктона на данном участке реки (Кириллова, Митрофанова, 2002 а,б). Участок реки ниже города отличался более высокими концентрациями водорослей - до 1,7 раз во время весеннего паводка и до 1,4 раз в летне-осеннюю межень. Трофический статус изученного участка реки можно отнести к мезотрофно-эвтрофному. В межгодовом аспекте он достаточно стабилен, тогда как в сезонном аспекте прослеживаются значительные колебания, обусловленные повышением продуктивности планктонного сообщества реки в течение вегетационного периода (рис. 3).

На участке Средней и Нижней Оби - от устья р. Томи до устья р. Иртыша в июле и августе-сентябре 1999 г. содержание хлорофилла «а» варьировало в широких пределах - от 2,9 до 51,2 мкг/л (Кириллова и др., 2000), но в среднем мало отличалось от значений, полученных при изучении фотосинтетических пигментов фитопланктона в районе г. Барнаула в период летне-осенней межени (13,0 - 14,2 мкг/л). Минимум зарегистрирован в июле ниже п. Красный Яр, максимум – в августе на участке ниже устья р. Томи (рис. 4).

В районе поступления водных масс р. Иртыша разница между величиной рассматриваемой характеристики в воде притока (18.1±1.5 мкг/л) и расположенным выше по течению р. Оби пунктом (22.6±0.95 мкг/л) выражена слабо. Близкие величины концентрации хлорофилла в р. Иртыше были получены и для конца мая 2006 г. (рис. 5). В соответствии с существующими классификациями (Оуэнс, 1977; ОЕСD, 1982; Оксиюк и др., 1993) уровень развития фитопланктона в реке Иртыш в период половодья соответствовал мезотрофно-эвтрофным водотокам.

Для всех обследованных в этот период створов, так же как и в июле, достоверных различий между тремя точками на поперечном разрезе не обнаружено. В условиях

начавшегося осеннего охлаждения водных масс хорошо выражены отличия в содержании основного фотосинтетического пигмента в притоков Средней Оби и в главном русле: в воде р. Томи вблизи устья среднее по створу значение (15.4±1.5 мкг/л) было меньше (p<0.05), чем соответствующие показатели для участка выше (24.0±2.5 мкг/л) и ниже (42.9±4.2 мкг/л) впадения р. Томи. Аналогичные различия обнаружены при сравнении средних концентраций в воде р. Чулым и выше- и нижележащих участков главного русла. В районе поступления водных масс р. Иртыша разница между величиной рассматриваемой характеристики в воде притока (18.1±1.5 мкг/л) и расположенным выше по течению р. Оби пунктом (22.6±0.95 мкг/л) выражена слабее. В распределении прослеживалась тенденция пространственном К сглаживанию градиентов концентрации хлорофилла «а» вдоль по течению и на поперечном разрезе створов, что можно объяснить замедлением движения волы по мере расширения поймы и понижения уклона рельефа при продвижении на север, влиянием обширной территории хорошо развитой заболоченной низменности.

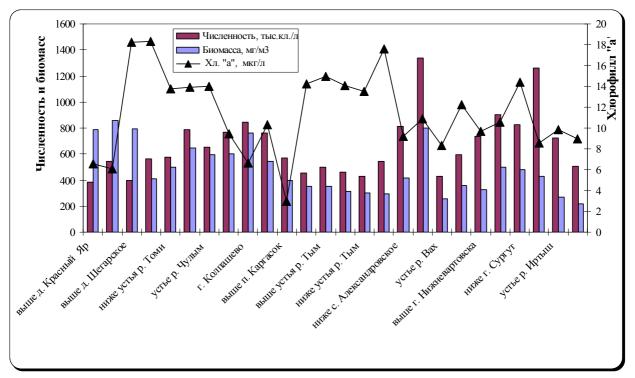


Рис. 3. Численность, биомасса фитопланктона и количество хлорофилла "a" на участке Средней Оби (фарватер) в июле 1999 г.

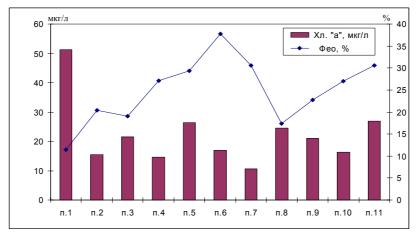


Рис. 4. Распределение содержания хлорофилла «а» и доли феопигментов вдоль

фарватера р. Оби в августе-сентябре 1999 г. (пункты исследования: 1- ниже устья р. Томи, 2- ниже пос. Красный Яр, 3- выше устья р. Чулым, 4- устье р. Чулым, 5- ниже устья р. Чулым, 6- выше г. Нижневартовска, 7- ниже г. Нижневартовска, 8- выше устья р. Иртыш, 9- устье р. Иртыш, 10-ниже устья р. Иртыш, 11- у пос. Карым-Кары.

Выполнена типизация отличающихся по гидрологическим и гидрохимическим характеристикам рек бассейна Верхней Оби по таксономической структуре макрофитов, макрозообентоса, рыб и количеству фитопланктона (рис. 5).

Показано, что изменения таксономической структуры и увеличение уровня развития биоценозов вниз по течению большинства исследованных водотоков соответствуют принципам теории функционирования речных экосистем и связаны с высотой расположения их водосборов и уклоном их русла. Аномальное снижение продукции биоценозов отдельных рек может быть связано как с естественными причинами (устья Чулышмана и Катуни), так и высоким уровнем антропогенной трансформацией (устье Барнаулки и Абы). Полученные данные использованы для разработки нормативов воздействия и как информационная основа экологического мониторинга водотоков бассейна Верхней Оби.



Рис. 5. Типизация речных экосистем бассейна Верхней Оби

ТЕЛЕНКОЕ ОЗЕРО

Крупные, глубокие озера способны накапливать информацию о биологических и физических процессах, происходящих в окружающей среде в результате действия естественных и антропогенных факторов. Как аккумулирующие системы, они являются хорошими объектами для крупномасштабных исследований эвтрофикации, переноса загрязняющих веществ и палеоклимата. Таксономический состав и продуктивность живых организмов в крупных и глубоких озерах зависят от абиотических факторов в большей степени, чем в других лимнических системах. Мы получили возможность проверить эту зависимость в озере Телецком. Подробные исследования флоры и фауны озера начались в 1988 г., когда Телецкое озеро рассматривали как аналог при экологической экспертизе будущего водохранилища Катунской ГЭС. Исследования включали гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические наблюдения; анализ результатов на основе стандартных и специальных математических методов. Была изучена сезонная и многолетняя динамика таксономического состава,

численности и биомассы, пространственного распределения фитопланктона, зоопланктона, фитоперифитона и макрофитов для различных частей озера и его притоков (Vasiliev et al, 1999; Kirillov et al, 1999).

Гидрохимический и гидрофизический режимы

Анализ ретроспективных и современных данных показал, что распределение гидробионтов по акватории и глубинам Телецкого озера обусловлены специфическими морфометрическими (площадь дна с глубинами до 50 м составляет 18,3%) и гидрологическими (высокая интенсивность внешнего водообмена — 5,3 года) особенностями данного водоема, а также особым лимноклиматом (средняя температура воды 4,6 °C). Используя зонды STD-12 и CTD (SBE 25-01 SEALOGGER CTD by Sea-Bird Electronics, Inc.) была исследована вертикальная стратификация температуры, содержания растворенного кислорода, величины рН, солености и прозрачности в 62 точках озера в сентябре и октябре 1993 года в июле, августе и октябре 1994, в июле и августе 1995 годов (рис. 6). Эти результаты показали более точно, чем ранее (Алекин, 1934; Лепнева, 1937) зависимость изменений содержания кислорода и величины рН в поверхностных слоях озера Телецкого от функционирования живых организмов (Vasiliev et al., 1997).

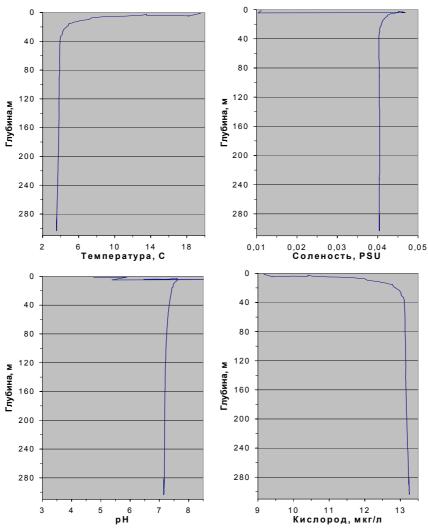


Рис. 6. Вертикальное распределение температуры, солености, рН и кислорода в Телецком озере. $25.07.1994 (51^{0}38'14"с.ш., 87^{0}39'68"в.д.)$

Гидрохимический режим этого глубокого водоема отличается постоянством как в литорали (количество растворенного в воде O_2 составляет 9,11-13,69 мг/дм³), так и

пелагиали (7,94 -11,42 мг/дм 3), как в р. Чулышман (5,37 -13,60 мг/дм 3), так и истоке р. Бии (5,53-12,54 мг/дм 3) (табл. 1, 2). Гидродинамические и гидротермические факторы оказывают лимитирующее влияние на развитие планктонных сообществ, первичных продуцентов органического вещества в озере (рис. 7).

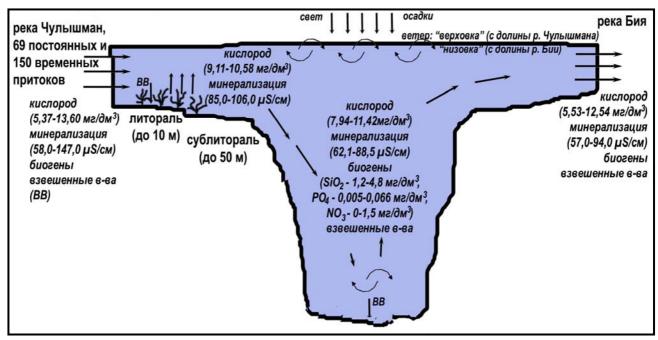


Рис. 7. Элементы гидрохимического режима Телецкого озера.

Таблица 1 Гидрохимические характеристики пелагиали Телецкого озера, 2004-2006 гг. (поверхность)

Станция	Пре-	Τ,	pН	O_2 ,	БПК _{5,}	ПО,	хпк,	Электропроводность,
	делы	°C		мг/дм ³	$M\Gamma O_2/дM^3$	$M\Gamma O/дM^3$	мгО/дм ³	χ, мкС/см
					западное м	елководье		
п.	min	0,4	8,06	9,92	1,12	-	-	93
Артыбаш								
	max	16,5	8,43	12,64	4,08	-	-	-
м.	min	4,5	7,45	9,37	0,32	2,39	0,84	
Караташ			-			,	,	
	max	16,5	8,32	12,20	1,6	2,58	5,06	
				Це	нтральная	часть		
п. Яйлю	min	0,7	7,58	7,46	0,32	2,36	8,1	91
	max	16,4	8,50	12,80	6,4	3,16	12,5	94
				Глу	боководная	часть		
напротив	min	2,0	7,82	8,68	0,51	0,06	6,0	90
устья р. Б.	max	13,3	7,89	12,32	4,32	-	-	-
Корбу		Ź	ĺ	,	Ź			
напротив	min	3,6	7,60	9,60	0,80	1	8,0	92
устья р.	max	14,4	8,03	12,90	3,04	-	-	94
Кокши			·	·				
				Ю	кное мелко	водье		
напротив	min	6,2	7,60	8,53			6,37	73
устья р.	max	17,0	7,92	12,46				91
Чулышман								
2004-2006	min	0,4	7,45	7,46	0,10	0,06	0,84	73
	max	17,0	8,50	13,60	6,4	3,16	12,50	94

Пред елы	Харак- теристи ка	T, °C	pН	O ₂ , мг/дм ³	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	ПО, мг О/дм ³	ХПК, мг О/дм ³	Электроп ровод- ность,х, мкС/см
min	OB	6,0	6,97	9,19	0,00	0,23	4,26	50
max		20,0	8,47	14,20	2,80	2,85	14,1	106
min	МΦ	6,3	6,97	6,96	0,02	0,07	6,07	50
max		20,6	8,81	14,20	3,75	3,50	17,0	119

Фитопланктон

В результате многолетних исследований и анализа литературных данных в фитопланктоне Телецкого озера обнаружено 337 видов водорослей из 8 отделов, из них 182 вида — впервые, один вид (Cyclotella delicatula Genkal) — новый для науки. Основу таксономического разнообразия ставляют диатомовые (179 вида), зеленые (70), синезеленые (39) и золотистые водоросли (29 видов), в том числе истинно планктонных — 173 вида. В период 1989-2005 гг. численность фитопланктона не превышала 513,8 тыс.кл./л, биомасса - 1207,5 мг/м³ при максимуме в поверхностном слое в период открытой воды (август) и доминировании криптофитовых, в зимне-весенний период - в феврале-марте за счет развития подо льдом синезеленых. Среднегодовая численность фитопланктона изменялась от 14 до 57 тыс.кл./л, среднегодовая биомасса - от 9 до 44 мг/м³. В целом фитопланктон мелководных участков в районе впадения крупных притоков в меридиональной части озера менее разнообразен и обилен по числу видов, чем фитопланктон литорали широтной части (рис. 8).

На основании анализа многолетней динамики пигментных характеристик фитопланктона в истоке реки Бия установлено отсутствие статистически достоверных отличий состава, количества и физиологического состояния водорослей в поверхностном слое воды Телецкого озера и в истоке р. Бии (Кириллова, 2006). Выбор этого пункта важен для мониторинга экосистемы Телецкого озера. Пределы колебаний концентрации растительных пигментов и их межгодовая динамика достаточно стабильны (рис. 9).

В результате исследований 2004-2006 гг. выявлено, что содержание Схл.а в воде на глубоководных станциях озера находилось в пределах от 0,1 до 2,8 мг/м3, наибольших значений этот показатель достигал в слое воды 0-10 м (рис. 9). В литорали Телецкого озера пространственные и временные различия по уровню развития планктонных альгоценозов в 2004-2006 гг. были более значительны, чем в пелагиали. В среднем, наибольшее содержание Схл.а характерно для участка устья р. Чулышман $(1,0-5,6 \text{ мг/м}^3)$, Камгинского залива — у рек Камга $(2,4-5,7 \text{ мг/м}^3)$ и Турочак $(2,3-2,8 \text{ мг/м}^3)$, а также у р. Самыш $(1,7-4,5\text{мг/м}^3)$.

Донные отложения

Обобщены результаты многолетних исследований диатомовых водорослей в фитопланктоне, фитобентосе, фитоперифитоне и донных отложениях (танатоценозы) Телецкого озера. Отмечено преобладание этой индикаторно значимой группы водорослей (426 видов (634 видов и разновидностей)) в классовом, семейственном и родовом спектрах. Вдоль по оси озера наблюдается смена состава диатомей: преимущественное развитие крупных пеннатных форм диатомовых в южной оконечности озера; развитие мелких и средних по размеру центрических диатомовых водорослей в пелагиали; крупные диатомовые водоросли, как центрические, так и пеннатные на литоральных участках северного мелководья. Выявлено, что за счет

гидродинамического влияния притоков и, как следствие, постоянного перемешивания водных масс озера, диатомовые водоросли с литоральных участков попадают в танатоценозы в большей степени через планктонное сообщество. Влияние активных и постоянных гидродинамических потоков на фитопланктон озера проявляется в обнаружении мелких жгутиковых форм (криптофитовые и золотистые водоросли), предпочитающих фотическую зону, в придонных горизонтах озера, где наблюдается максимум биомассы фитопланктона и содержания хлорофилла (рис. 10).

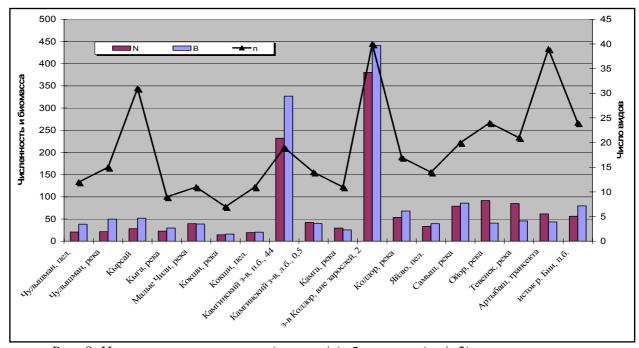


Рис. 8. Изменение численности (тыс.кл./л), биомассы (мг/м3) и числа видов в фитопланктоне в поверхностном горизонте Телецкого озера и его притоков в мае-июне $2004~\Gamma$.

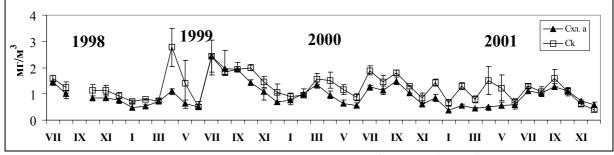


Рис. 9. Многолетняя динамика концентрации хлорофилла a (Схл.а) и каротиноидов (Ск) в истоке реки Бия

Фитоперифитон

Как было отмечено ранее (Порецкий, Шещукова, 1953), весной и летом камни литорали озера покрываются коричневым налетом водорослей. Флористический анализ альгоценозов каменистой литорали Телецкого озера показал наличие представителей 4 типов (Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Chrysophyta) с преобладанием диатомовых (56 видов, 24 рода). Всего в литоральной зоне озера было обнаружен более 200 видов диатомовых. Песчаная литораль населена меньше. Для песчано-илистых субстратов сублиторали озера (до глубины 20-40 м) характерны нитчатые водоросли (Cladophora). Биомасса диатомовых составляет от 0,07 до 98,5 %, зеленых — 0,32-99,9 %, синезеленых — от 0,004 до 100%. Общая биомасса водорослей в озере и его притоках

изменяется от 0,002 до 132,03 г/м 2 , что соответствует величинам, характерным для олиготрофно-мезотрофных водоемов. При этом фитоперифитон озера обильнее такового в притоках.

В результате анализа полученных в 2002-2003 гг. данных по продукционным показателям фитоперифитона в Телецком озере и его притоках выявлено, что интенсивность функционирования фитоперифитона в притоках выше, чем в озере. В притоках наблюдается превышение величин как фотосинтеза, так и дыхания (рис. 11). Водоросли перифитона литорали озера продуцируют до 947 мг орг. в-ва/м2 в сутки и биотический баланс озера является положительным (средний P/R-коэффициент >1), в его притоках, как и в других горных водотоках, наблюдается отрицательный биотический баланс (средний P/R-коэффициент <1). Выявлено, что по средним показателям валовой первичной продукции фитоперифитона, как и по другим гидробиологическим показателям, Телецкое озеро относится к олиготрофному типу. По максимальным величинам первичной продукции – к мезотрофному.

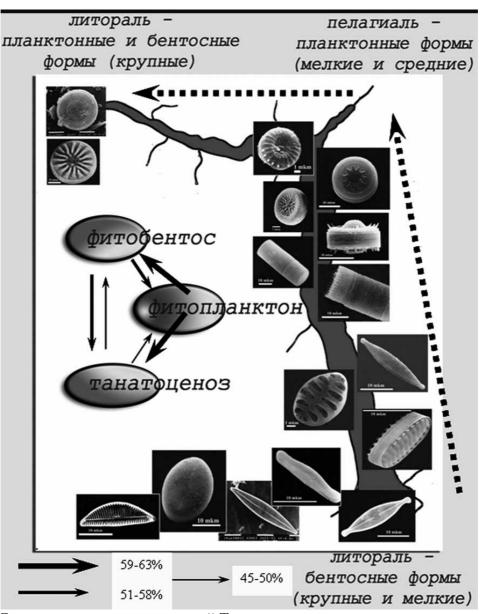
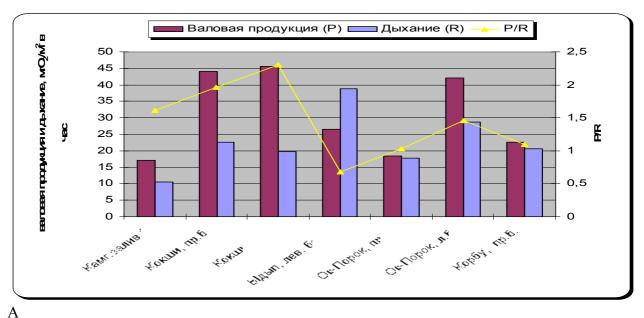


Рис. 10. Состав диатомовых водорослей Телецкого озера в современных и ископаемых альгоценозах и его изменение по продольной оси озера от литорали южного плеса к пелагиали центральной части и литорали северного плеса.



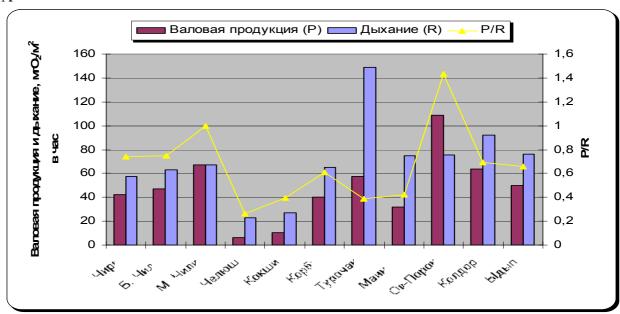


Рис. 11. Валовая первичная продукция, дыхание водорослей перифитона Телецкого озера (A) и его притоков (Б) в 2002-2003 гг.

Макрофиты

Б

На распределение по акватории озера макрофитов влияют морфологические особенности строения котловины водоема, низкая температура воды и невысокая концентрация биогенных веществ. Выявлено 62 вида и гибрида сосудистых растений, относящихся к 34 родам, 22 семействам и 3 отделам. Ведущие по числу видов семейства Potamogetonaceae, Cyperaceae, Ranunculaceae и Poaceae в сумме содержат 32 вида, что составляет около 57% флоры сосудистых растений озера. Заросли высших водных растений встречаются в заливах и устьях крупных рек, участках северо-Пространственное распределение мелководья. величин гидрофитов по озеру характеризуется максимальными средними значениями в южном плесе и в Камгинском заливе, гелофитов – в начале озера и в устье р. Тевенек (рис. 12). Средние значения сырой биомассы макрофитов некоторых участков Телецкого озера сопоставимы с таковыми, приводимыми для мелководных, хорошо прогреваемых водоемов Среднего Поволжья.

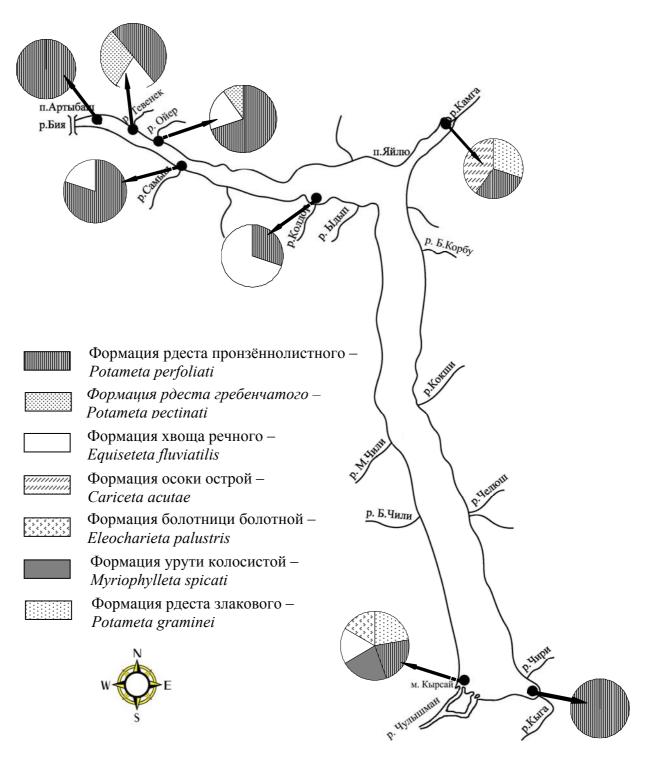


Рис. 12. Средняя воздушно-сухая биомасса (г/м 2) гидрофильных фитоценозов сосудистых растений Телецкого озера, август 2004 г.

В качестве тест-системы для биоиндикации широко используется пыльца растений. Анализ фертильности пыльцы является экспресс-методом определения или иного вида (Хохлов, 1987). Известно, способа размножения того прогрессивную эволюцию покрытосеменных сопровождает возрастание физиологической активности семяпочек. У апомиктов она выше, чем у амфимиктов (Цингер и др., 1965). Считается также, что жировой тип пыльцы представляет собой признак более прогрессивный, чем крахмальный (Поддубная-Арнольди, 1976). Жирное масло является наиболее экономичной формой запасного питательного вещества, так как при равном весе оно значительно превышает другие вещества по своей энергетической способности. Мы провели сравнительное исследование фертильности и запасающих веществ пыльцы прибрежно-водной растительности Телецкого озера и территории Алтайского края. Установлено. жиросодержащей пыльцой и виды-апомикты встречаются почти в два раза чаще в горной местности, чем на равнине. По-видимому, высокие приспособительные свойства требуют увеличения энергетических затрат. Молодые таксоны отвечают этому требованию, поэтому преобладают в местообитаниях с экстремальными условиями.

Зоопланктон

Видовое разнообразие зоопланктона литорали Телецкого озера выше, чем в пелагиали. Зоопланктон Телецкого озера по данным мая-июня и августа 2004 г. был представлен 79 видами (Cladocera – 34 вида, Сорероda – 22 и Rotatoria – 23 вида), в том числе 11 видов – впервые для озера. Обилие и разнообразие зоопланктона повышается от весны к лету-осени. Если в мае-июне численность и биомасса пелагиального и литорального зоопланктона имели сходные значения (рис. 13), то в августе и видовое разнообразие (по индексу Шеннона), и обилие зоопланктона в литорали было выше, хотя и в пелагиали количественные показатели значительно возросли. Так, в августе в литорали средние значения численности в 4, а биомассы в 15 раз были выше, чем в пелагиали — 16,2±3,4 и 3,8±1,6 тыс.экз./м³; 3,5±1,3 и 0,24±0,11 г/м³ соответственно. Весной максимальное число видов (24) и обилие зоопланктона отмечено в зарослях жестких растений, летом зоопланктон более приурочен к зарастающим участкам литорали.

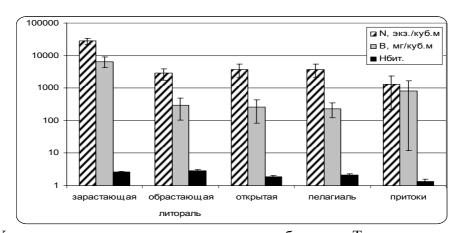


Рис. 13. Характеристики зоопланктона различных биотопов Телецкого озера в 2004 г.

Зообентос

Бентофауна литорали Телецкого озера включает 356 видов. По количественным показателям доминируют виды семейства Chironomidae, класса Oligochaeta, семейства Gammaridae и отряда Trichoptera (преимущественно детритофаги и альгофаги) (рис. 14). Максимальные количественные показатели за период наблюдений составили 32 тыс.экз./м2 и 76 г/м2. Наибольшего уровня развития зообентос литорали достигает на

заболоченных участках в северной (широтной) части озера. В зоне прибоя, на песках и скалах меридионального участка литорали зообентос развит слабо.

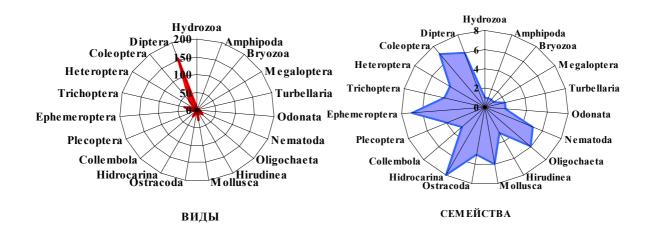


Рис. 14. Разнообразие донных беспозвоночных в литорали Телецкого озера.

Глубоководная бентофауна Телецкого озера включает 98 видов. По количественным показателям в сублиторали доминируют виды семейства Tubificidae и подсемейства Chironominae, преимущественно детритофаги и альгофаги (рис. 15). Максимальное количество зообентоса в сублиторали озера составило 14,1 тыс.экз./м 2 и 25,5 г/м 2 . С увеличением глубины в составе донного сообщества увеличивается доля малощетинковых червей, а разнообразие и количественные показатели понижаются. В профундали озера доминируют грунтоядные виды семейств Tubificidae и Haplotaxidae. Максимальное количество зообентоса в профундали – 8,8 тыс.экз./м 2 и 12,4 г/м 2 .

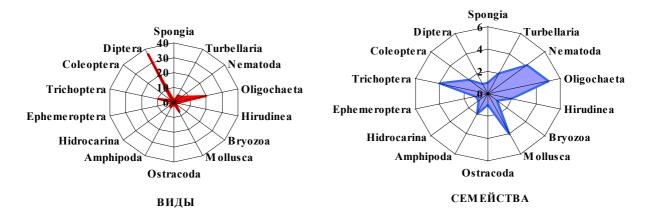


Рис. 15. Разнообразие донных беспозвоночных в глубоководной части Телецкого озера.

В результате комплексных исследований литоральных биоценозов Телецкого озера, заросших макрофитами, в мае-июне (при низком уровне зарастания литорали) и августе (в период максимального развития высшей водной растительности) 2004 г. выявлено большое видовое богатство гидробионтов: до 52 одновременно вегетирующих видов водорослей, 251 таксон беспозвоночных животных (всего за период исследований, причем 80 - впервые для озера). Максимальное видовое разнообразие и обилие гидробионтов отмечены именно на заросших участках литорали озера (биомасса фитопланктона – до 0,3 г/м3, зоопланктона – до 86,1 г/м3, зообентоса – до 30,0 г/м3). Установлено, что весной (май-июнь) максимальное обилие гидробионтов

было среди разлагающихся остатков жестких растений, летом (август) - на мягких растениях и смешанных зарослях.

Таким образом, в результате многолетних исследований экосистемы Телецкого озера выявлено, что незначительные по площади литоральные биоценозы с более разнообразным составом и большей интенсивностью продукционных процессов (биомасса фитопланктона – до 1 г/м 3 , фитоперифитона - до 8 г/м 2 , зоопланктона – до 86 Γ/M^3 , зооперифитона – до 11 Γ/M^2 , зообентоса – до 58 Γ/M^2) имеют существенное ДЛЯ биологической продукции озера. Основными значение продуцентами органического вещества в озере являются водоросли эпилитического перифитона (до 14 г/м²), которые формируют основу автотрофного звена трофической цепи. Развитие пелагического планктона лимитируется в большей степени устойчивостью водного столба (обилие фито- и зоопланктона подо льдом сравнимо с таковым в летне-весенние месяцы). Установлено, что пространственно-временная организация, состав и уровень развития гидробионтов в озере, неоднородность их распределения по водной массе являются результатом взаимодействия физических, химических и биологических процессов в озере при значительном вкладе биоценозов водосборного бассейна (отношение площади озера к площади бассейна - 1:91) (рис. 16).

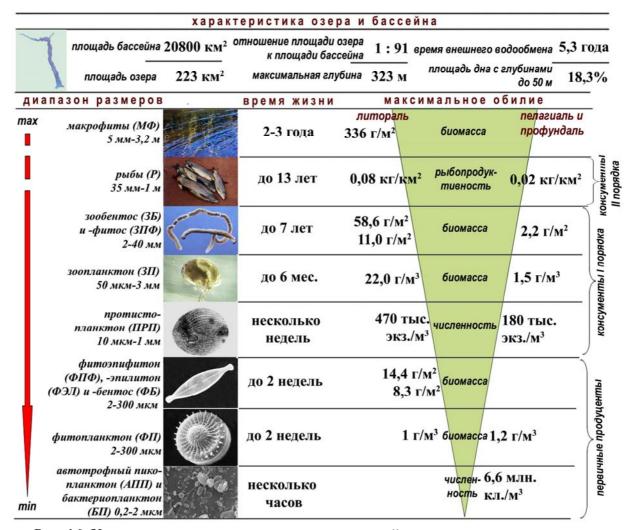


Рис. 16. Характеристика пространственно-временной организации экосистемы Телецкого озера.

В результате многолетних исследований автотрофного и гетеротрофного звеньев экосистемы Телецкого озера осуществлена его типизация. Пониженная температура

воды, низкие концентрации биогенов и взвешенных веществ, постоянное перемешивание водной толщи до дна не способствуют повышенному развитию гидробионтов в Телецком озере. Только на незначительных по площади мелководных участках качественный и количественный состав гидробионтов изменяется. Но по таксономическому разнообразию и обилию фитопланктона, фитоперифитона, протозоопланктона, зообентоса, макрофитов Телецкое было и остается типичным олиготрофным водоемом с элементами мезотрофии на мелководьях в районах впадения крупных притоков и расположения населенных пунктов.

Основные публикации лаборатории

Безматерных Д.М. Состав, структура и количественная харак-теристика зообентоса озера Чаны в 2001 году // Сибирский экологический журнал. — 2005. — \mathbb{N} 2. — С. 249-254.

Бурмистрова О.С. Таксономическое разнообразие зоопланктона Телецкого озера в 2002 году // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование: Мат. I межрегион. научно-практич. конф., посвященной 5-летию организации Тигирекского заповедника (Барнаул, 14-17 марта 2005 года): Вып.1. - Барнаул. - С. 276-279.

Васильев О.Ф., Кириллов В.В., Клеркс Я., Селегей В.В. Комплексные исследования Телецкого озера //Гидрологические и экологические процессы в водоемах и их водосборных бассейнах. - Новосибирск: СО РАН.-С.120-122.

Васильев О.Ф., Казанцев В.А., Попов П.А., Кириллов В.В. Общая природная характеристика и экологические проблемы Чановской и Кулундинской озерноых систем и их бассейнов // Ползуновский вестник, 2005.- № 4, ч.2. – С. 167-173.

Ермолаева Н.И., Бурмистрова О.С. Влияние минерализации на зоопланктон озера Чаны // Ползуновский вестник, 2005. - № 4, ч.2. – С. 235-247.

Зарубина Е.Ю., Яныгина Л.В., Бурмистрова О.С., Митрофанова Е.Ю., Ким Г.В., Котовщиков А.В., Крылова Е.Н., Ковешников М.И. Литоральные биоценозы как один из факторов устойчивости экосистемы Телецкого озера // Ползуновский вестник, 2005. — N 4, ч.2. — С.201-207.

Зарубина Е.Ю., Ковешникова А.С. Флора и растительность Телецкого озера (Горный Алтай)// Гидроботаника 2005: Мат. VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам, 11-16 октября 2005, Борок. – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. - С. 249-251.

Зарубина Е.Ю., Долматова Л.А., Соколова М.И. Гидрохимический режим приустьевых участков притоков Телецкого озера // Ползуновский вестник. -2006. -№ 2-1. - C. 279-285.

Зиновьев А.Т., Кириллов В.В., Марусин К.В., Андреева А.Ю. Прогноз качества воды глубоких водохранилищ для решения задач управления // Ползуновский вестник, 2005.- № 4, ч.2. – С. 101-106.

Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю., Митрофанова Е.Ю., Яныгина Л.В., Крылова Е.Н. Биологическая оценка последствий термического загрязнение водоема-охладителя Беловской ГРЭС // Ползуновский вестник. – 2004. - № 2. – С. 133-141.

Кириллов В.В., Скабичевская Н.А., Митрофанова Е.Ю., Кириллова Т.В., Ким Г.В. Палеоэкологические сигналы альгоценозов экосистем озер и их водосборных бассейнов //Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. - Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 1998. - С. 222-233.

Ковешников М.И., Крылова Е.Н. Зообентос литорали Телецкого озера // Ползуновский вестник. – 2004. – 2

Митрофанова Е.Ю., Ким Г.В. Сукцессия Bacillariophyta в альгоценозах на естественном и искусственном субстратах в Телецком озере (Россия) // Проблемы

ботаники Южной Сибири и Монголии: Мат. 4-ой науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. – С. 37-40.

Митрофанова Е.Ю., Кириллов В.В., Котовщиков А.В. Подледный фитопланктон глубокого олиготрофного озера // Ползуновский вестник, 2006. – № 2-1. – С. 327-333.

Митрофанова Е.Ю., Кириллов В.В., Старцева И.А. Диатомовые водоросли в поверхностном слое донных отложений Телецкого озера в районе хребта Софьи Лепневой // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. — Вып. 2. - Новосибирск, 2000. - С. 332-336.

Яныгина Л.В., Крылова Е.Н. Биоиндикация экологического состояния предгорных водоемов Алтая по зообентосу // Ползуновский вестник, 2006. — № 2-1. — С. 365-368.

Егоркина Г.И., Зарубина Е.Ю. Экологический мониторинг водоемов с использованием цитогенетических характеристик высших водных растений. //Региональное природопользование и экологический мониторинг.- Барнаул, 1996.- С. 239.

Ким Г.В., Левадная Г.Д., Кузнецов А.Н. Литофильные сообщества водорослей рек Горного Алтая // Состояние, освоение и проблемы экологии ландшафтов Алтая: Сборник материалов всероссийской научно-практической конф. - Горно-Алтайск, 1992. - Ч.2. - С.20-22.

Кириллов В.В. Экологическое образование как фактор социальной эволюции // Экологическое образование в интересах устойчивого развития.- Барнаул: Изд-во Алтайск. гос. ун-та, 1997.- С. 49-57.

Кириллов В.В., Кикнадзе И.И., Руднева Л.В., Веснина Л.В., Егоркина Г.И., Митрофанова Е.Ю., Зарубина Е. Ю., Ким Г.В., Кириллова Т.В., Матвеева О.В. Биологическое разнообразие водных экосистем бассейна Верхней Оби// Обской вестник, 1997, N 2-3. - C. 51-57.

Кириллов В.В., Митрофанова Е.Ю., Скабичевская Н.А., Кириллова Т.В., Ким Г.В. Палеоэкологические сигналы альгоценозов экосистем озер и их водосборных бассейнов // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. - Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 1998. - С. 222-233.

Кириллов В.В., Щур Л.А., Митрофанова Е.Ю., Мицукова Л.Д., Руднева Л.В., Зарубина Е.Ю., Веснина Л.В., Домбровская И.А. Биоиндикация качества поверхностных вод бассейна р.Алей//Ядерные испытания и здоровье населения Алтайского края. - Барнаул: Изд-во Алтайского госуниверситета, 1993. - С.104 - 117.

Кириллова Т.В., Кириллов В.В. Особенности пигментных характеристик фитопланктона и оценка уровня трофии озера Горькое -Перешеечное //Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование.-Новосибирск: СибРыбНИИПроект, 1997.-С.215-216.

Кириллова Т.В., Кириллов В.В., Ловцкая О.В. Пространственно-временная неоднородность содержания хлорофилла «а» в реке Оби // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже треьего тысячелетия Материалы Междунар. Нач. конф..- Томск: Изд-во НТЛ, 2000.- С. 530-534.

Митрофанова Е.Ю. Особенности таксономического состава зимнего и летнего фитопланктона Телецкого озера //Региональное природопользование и экологический мониторинг. - Барнаул, 1996. - С. 258-259.

Митрофанова Е.Ю. Особенности фитопланктона пелагиали глубокого озера юга Западной Сибири //Проблемы устойчивого развития общества и эволюция жизненных сил населения Сибири на рубеже XX-XXI вв. - Барнаул: Изд-во АГУ, 1998. - С. 192-197.

Островский И.С. Уровни накопления органических форм ртути в фитоперифитоне и зообентосе рек Горного Алтая // Ртуть в реках и водоемах: Тез. докладовВвсесоюзного симпоз. — Новосибирск, 1990. — С. 47.

Островский И.С., Курдюмова В.А. Ртуть в гидробионтах рек Катунского бассейна // Ртуть в реках и водоемах: Тез. докладов Всесоюзного симпоз. – Новосибирск, 1990. – С. 46.

Островский И.С., Романова Н.С., Курдюмова В.А. Закономерности накопления ртути в рыбах рек Катунского бассейна и Телецкого озера // Ртуть в реках и водоемах: Тез. докладов Всесоюзного симпоз. – Новосибирск, 1990. – С. 38.

Руднева Л.В. Эколого-фаунистические особенности зообентоса рек бассейна Верхней Оби.//Гидрологические и экологические процессы в водоемах и их водосборных бассейнах: Тез. докл.- Новосибирск, 1995.-С.128-146.

Kirillov V.V., Kim G.V., Mitrofanova E.Yu., Zarubina E.Yu., Biesboer D. Algal and Macrophyte Communities of the Deepest Lake in Western Siberia, Lake Teletskoye //People, Lakes and Land: puzzling relationships (Abstracts to 16-th Intern. Symp. on Lake, Reservoir and Watershed management) Minneapolis/St Paul, Minnesota, 1996.-p.92.

Mitrofanova E.Yu., Zarubina E.Yu. Litoral phytoplankton and higher water plants of Teletskoye Lake in 1997//Biodiversity and dinamics of ecosystems in North Eurasia. - Novosibirsk, 2000. - P. 44-46.

Kipriyanova L.M., Yermolaeva N.I., Bezmaternykh D.M., Dvurechenskaya S.Ya., Mitrophanova E.Yu. Changes in the biota of Chany Lake along a salinity gradient // Hydrobiologia. – 2007. – 576. – P. 83-93.

Kirillova T.V., Kirillov V.V., Lovtskaya O.V. The dynamics of phytoplankton pigment characteristics of lake Teletskoye // Hydrobiologia: Species and Specification in Ancient Lakes (G. Coulter, O. Timoshkin, L. Timoshkina & K. Martens, eds.). – 2006. – 568. – PP. 45-50.

Mitrofanova E.Yu., Kirillov V.V. Algae endemism of Teletskoye Lake phytoplankton // Hydrobiologia: Species and Specification in Ancient Lakes (G. Coulter, O. Timoshkin, L. Timoshkina & K. Martens, eds.). -2006.-568.-PP. 77-81.

Mitrofanova Elena Yu., Kirillov Vladimir V., Kotovshchikov Anton V. Phytoplankton below the ice cover in Teletskoye, a deep oligotrophic lake in western Siberia // Lakes & Reservoirs: Research and Management — 2007. – 12. – P. 129-134.

Mitrofanova E.Yu., Safonova T.A., Skabitchevskaya N.A., Kirillov V.V., Kim G.V., Romanov R.Eu. Diatoms (Bacillariophyta) in Lake Teletskoye (Altai mountains, Russia) // Eighteenth International Diatom Symposium 2004, Miedzyzdroje, Poland (A. Witkowski, ed.). - Bristol: Biopress Limited, 2006. – P. 315–324.