

На правах рукописи

Рябинкин Александр Валентинович

**Макрозообентос водоемов бассейна реки Кеми (Карелия)
и его динамика в условиях антропогенного влияния**

03.00.16 - экология

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Петрозаводск

2003

Работа выполнена в Институте водных проблем Севера

Карельского научного центра РАН

Научный руководитель: доктор биологических наук,
Китаев Станислав Петрович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Иешко Евгений Павлович
доктор биологических наук, профессор
Яковлев Валерий Анатольевич

Ведущая организация Карельский государственный педагогический
университет

Защита состоится « » 2003 г. в час. на заседании
диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном
университете по адресу: 185640, Республика Карелия, Петрозаводск, пр.
Ленина, 33. Эколого-биологический факультет, ауд. 326.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского
государственного университета.

Автореферат разослан «.....».....2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

153693K

БИБЛИОТЕКА
Карельского научного
центра РАН

Узенбаев С. Д.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Водные экосистемы бассейна р. Кеми, первой по величине среди озерно-речных систем Республики Карелия, до середины 20-го века, оставались практически не изучены. На водосборе бассейна не проводилось широкомасштабной хозяйственной деятельности, а водопользование в основном ограничивалось нуждами местного населения, что не оказывало ощутимого влияния на водоемы. Это способствовало сохранению флоры и фауны водоемов в относительно естественном состоянии.

В последние десятилетия в связи с разработкой Костомукшского железорудного месторождения этот регион стал интенсивно осваиваться. Это неизбежно сопряжено с возрастающим антропогенным воздействием на окружающую среду, изменением состава и качества поверхностных вод. Основные источники загрязнения – техногенные воды Костомукшского ГОКа и прошедшие биологическую очистку сточные воды г. Костомукши. Техногенные воды многокомпонентны, характеризуются повышенной минерализацией (свыше 500 мг/л) и содержанием ионов K^+ (до 125 мг/л), а также аномальным соотношением основных катионов, что существенно отличает их от природных (Поверхностные воды ..., 2001). Поступая в водоемы, они оказывают негативное влияние на водные экосистемы в целом и бентоценозы в частности. Направленность и скорость процессов трансформации видового состава и таксономической структуры бентоценозов ультрапресных водоемов под влиянием сточных вод подобного типа мало изучены.

Цель исследования. Изучить современное состояние макрозообентоценозов водоемов бассейна р. Кеми (Северная Карелия) – видовой состав, таксономическую структуру, количественные параметры и проследить основные тенденции их изменений в зависимости от типа и интенсивности антропогенной нагрузки, характерных в настоящее время для региона, в сравнении с фоновыми показателями.

Задачи исследования:

- провести ретроспективный анализ таксономической изученности фауны донных беспозвоночных водоемов бассейна р. Кеми и на его основе оценить современное состояние вопроса;

- по имеющимся в наличии первичным натурным материалам сформировать базу данных по макрозообентосу озер бассейна р. Кеми;

- дать характеристику видового разнообразия, таксономической структуры и количественного развития бентоценозов макрозообентоса озер зоны северной тайги на первых этапах хозяйственного освоения региона (фоновые характеристики);

- проследить основные тенденции изменений в структуре бентоценозов под влиянием различных типов антропогенной нагрузки – высоко-

минерализованных вод хвостохранилища Костомукшского ГОКа и биологически очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод.

Теоретическое значение и научная новизна.

Получены современные данные в биологическом разнообразии и таксономической структуре бентоценозов водоемов бассейна р. Кемь, как подверженных антропогенному воздействию различного типа, так и находящихся в естественном состоянии.

Значительно расширены списки видов организмов, населяющих бенталь водоемов бассейна р. Кемь. Показаны особенности тенденций изменения в таксономической структуре сообществ донной фауны ультрапресных водоемов зоны северной тайги под влиянием различных по характеру и интенсивности типов антропогенной нагрузки.

Практическое значение. Результаты проведенных исследований использованы при разработке комплексных программ экологического мониторинга водоемов РК, ряда международных проектов по инвентаризации и охране редких и исчезающих видов и сохранению биоразнообразия флоры и фауны приграничных районов РК, а также при разработке регламента функционирования хвостохранилища Костомукшского ГОКа, при подготовке предложений по организации заповедника "Костомукшский" и Калевальского национального парка. Полученная информация может быть широко использована при санитарно-гидробиологической оценке качества поверхностных вод, разработке практических рекомендаций по повышению рыбохозяйственной ценности внутренних водоемов и организации товарного рыбоводства.

Апробация работы. Основные положения работы были представлены на: 21-й научной конференции по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии (Псков, 1983), 3-й республиканской конференции по проблеме рыбохозяйственных исследований внутренних водоемов Карелии (Петрозаводск, 1983), 5-м и 6-м съездах ВГБО (Куйбышев, 1986; Казань, 1996), всесоюзной конференции «Биоиндикация и биотестирование природных вод» (Ростов-на-Дону, 1986), российско-финляндском симпозиуме «Acidification of inland waters» (Joensuu, 1990), российско-финляндском семинаре по итогам исследований в международном парке "Дружба" (Кушмо, 1994), международной конференции «Экологические проблемы севера европейской территории России» (Апатиты, 1996), российско-финляндском симпозиуме «Biodiversity of Fennoscandia» (Петрозаводск, 1997), всероссийском совещании «Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия» (Апатиты, 1998), международной конференции «Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии» (Петрозаводск, 1999), юбилейной научной конференции, посвященной 275-летию Российской академии наук «Важнейшие результаты научных исследований Карельского научного центра РАН» (Петрозаводск,

научного центра РАН» (Петрозаводск, 1999), международной конференции «Поморье в Баренц-регионе на рубеже веков: экология, экономика, культура» (Архангельск, 2000).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 33 работы, в том числе 2 коллективные монографии, 4 работы находятся в печати.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы. Рукопись содержит 36 таблиц и 14 рисунков. Список литературы включает 188 источников.

Глава 1. Краткая характеристика района исследования

Река Кемь – крупнейшая по площади водосбора озерно-речная система Карелии (28396 км²). На всем протяжении она принимает сток 1561 рек и ручьев. Главный приток – р. Чирка-Кемь с площадью бассейна 8220 км² дает почти треть ее стока. Все реки представляют собой характерные для карельского региона, озерно-речные системы (рис. 1). Крупные озера имеют преимущественно тектоническое происхождение и представляют собой остатки древних послеледниковых водоемов.

По общей численности озер бассейн р. Кемь занимает первое место в регионе – 11531 водоем с площадью акватории свыше 1 га (Григорьев, Грицевская, 1959). Суммарная площадь водной поверхности всех озер составляет 16% от общей по Карелии. Крупнейшие озера бассейна – Нюк, Каменное, Кимасозеро, Лувозеро, Верхнее, Среднее и Нижнее Куйто. Последние два в настоящее время зарегулированы и превращены в Юшкозерское водохранилище. Самое крупное – оз. С. Куйто площадью 257 км². Наиболее глубоководными являются оз. Каменное, оз. Нюк, озера Куйто, средняя глубина которых находится в пределах 7.9 до 10.4 м, максимальная достигает 40.0 м (Природные воды..., 1985; Семенов, 1989; Поляков, Фрейндлинг, 1989; Каталог озер..., 2001).

По химическому составу природные воды большинства водоемов бассейна р. Кемь относятся к мезо-, мезополигумозным (цветность 30-100 град.), слабо-кисло-нейтральным (рН 6.0-7.0), гидрокарбонатного класса группы Са²⁺ с очень низкой общей минерализацией (14.0-27.4 мг/л) и низким содержанием биогенных элементов (Р_{общ} – 0.008-0.020 мгР/л, N_{общ} – 0.40-0.65 мгN/л). Характерна недонасыщенность воды растворенным кислородом – около 80-90 %, при средних концентрациях около 10.0 мгО/л (Природные воды..., 1985; Современный режим..., 1989; Поверхностные воды..., 2001). В настоящее время существенной антропогенной трансформации подвержены воды систем рек Кенти и Контки. Особенности химического состава вод этих водных объектов, в сравнении, с фоновыми рассмотрены ниже.

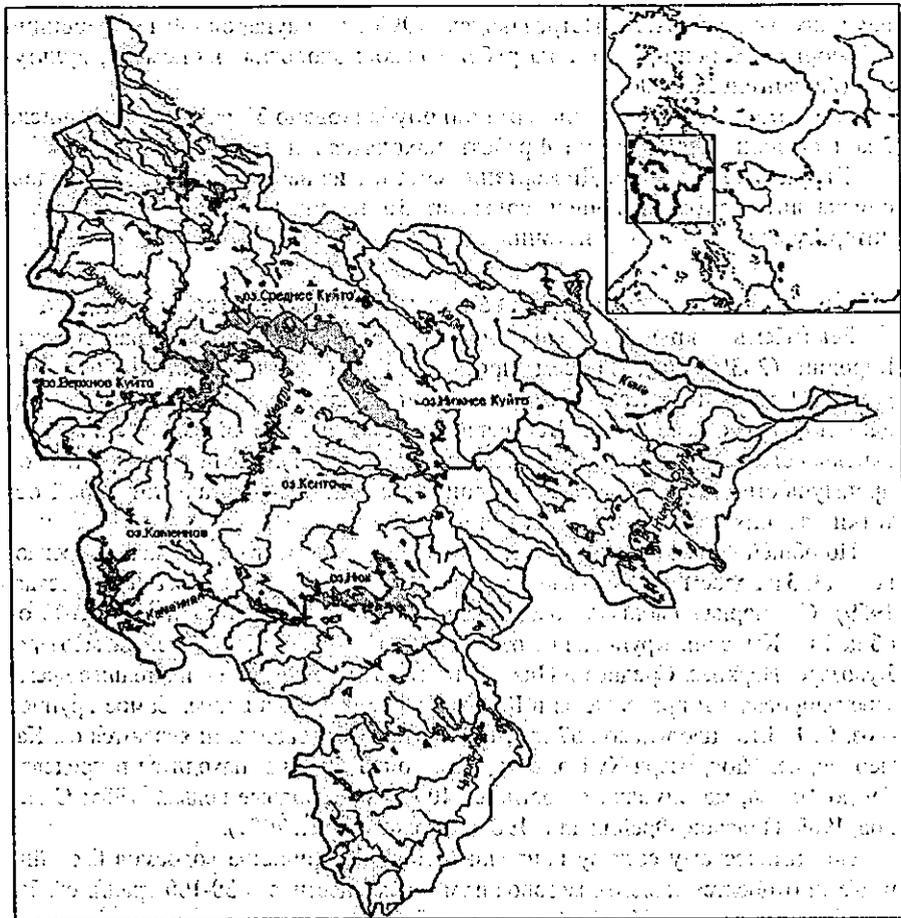


Рис. 1. Карта бассейна р. Кема

Донные отложения профундали озер бассейна р. Кема представлены преимущественно серо-зелеными илами, занимают 50-85% площади дна. Содержание минеральных компонентов в илах доходит до 80-90%, что существенно отличается от озер средней полосы России, в которых их содержание значительно ниже (Семенов, 1989).

Органические вещества в донных отложениях преимущественно гумусовой природы (Каталог озер..., 1992). Низкие концентрации органического азота и легкоподвижных форм фосфора в илах неблагоприятно сказываются на развитии донных организмов.

Глава 2. История исследования фауны макрозообентоса бассейна р. Кема (1930-2001 гг.)

Исследования фауны донных беспозвоночных водоемов и водотоков бассейна реки Кема были начаты еще в начале 30-х годов 20-го века и касались в основном изучения жемчужницы *Margaritifera margaritifera* (Верещагин, 1930; Влостов, 1934). Первая сводка литературных и рукописных материалов о донной фауне озер Куйто и ряда малых озер составлена С.В. Гердом на основе сборов КНИРС за 1932-1933 гг. (Герд, 1946).

Планомерное и комплексное изучение озер бассейна было начато в 1949-1950 г. в связи с проектом строительства Западно-Карельской железной дороги (Лазаревская, Попенко, 1959; Потапова, 1959) и продолжено в 1970 г., в связи с началом освоения Костомукшского месторождения железной руды (Биологические ресурсы ..., 1977, 1986; Природные воды ..., 1985). В 60-х - 70-х гг. СевНИОРХ и в 1982-1983 гг. Карельским филиалом АН СССР проводились комплексные исследования озер Куйто и образованного на их основе Юшкозерского водохранилища и ряда малых русловых озер верхнего и среднего течения р. Кема. Получены сведения о видовом составе, количественном развитии, особенностях распределения и сезонной динамики макрозообентоса (Гордеева и др., 1982, 1986; Рябинкин, 1983, 1989; Рябинкин, Хазов, 1984, 1989; Состояние запасов ..., 1974; Хазов, Рябинкин, 1984).

С 1980 г. в связи с вводом в действие Костомукшского ГОКа и резко возросшей антропогенной нагрузкой на водные экосистемы проводятся регулярные исследования с целью оценки степени влияния на них сточных вод. Составной частью этих работ являются и исследования сообществ макрозообентоса. (Гордеева и др., 1986; Хазов, 1988; Рябинкин, Хазов, 1995; Кухарев и др., 1998).

Начиная с 1991 г., были продолжены комплексные работы по инвентаризации флоры и фауны водных объектов охраняемых природных территорий - заповедника "Костомукшский", являющегося частью международного российско-финляндского "Парка Дружбы" и вновь организуемого Калевальского национального парка, что позволило существенно расширить представление о фауне водных беспозвоночных этого региона (Ecosystem, fauna and flora..., 1997; Inventory of natural complexes..., 1997; Современное состояние..., 1998; Материалы инвентаризации..., 1998).

Глава 3. Материалы и методы исследования

Настоящее исследование выполнено на основе материалов по 45 водоемам бассейна р. Кема, полученных автором в результате полевых натурных наблюдений за период с 1980 по 2000 гг., а также анализа литературной и архивной информации, начиная с 1930 г. Названия озер приводятся в соот-

ветствии с кадастрами «Ресурсы поверхностных вод СССР» (1965) и «Каталог озер и рек Карелии» (2001).

За весь период исследований автором собрано и обработано 1300 количественных и качественных проб макрозообентоса. Наиболее детально обследован район Костомукшского железорудного месторождения. Проанализирован фактический материал, полученный ранее сотрудниками Карельского филиала АН СССР (1970-1979 гг.). Общий объем материала, положенный в основу работы, составил 1656 проб.

При организации исследований по оценке влияния Костомукшского ГОКа на бентоценозы системы р. Кенти в каждом из озер были выбраны контрольные площадки со сходными биотопическими параметрами: грунт (серозеленый ил) и глубина (5,0 м), на каждой из которых рандомизированно отбиралась серия из 10 проб. Для определения достоверности различий между выборками применялся однофакторный дисперсионный анализ.

Отбор и камеральная обработка проб проводились по общепринятым методикам (Жадин, 1956; Методика ..., 1983). Автором проведена видовая идентификация Coleoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Crustacea, Hirudinea, Gastropoda, Diptera, включая Chironomidae (по личиночным стадиям).

Организация базы первичных материалов и их статистическая обработка проводилась пакетом прикладных программ автоматизированной системы обработки гидробиологических данных (Хазов, 2000).

Глава 4. Таксономический состав макрозообентоса водоемов бассейна р. Кеми

Список видового состава беспозвоночных макрозообентоса бассейна реки Кеми, по архивным и литературным материалам, опубликованным до 1970 г., насчитывал 123 таксона различного ранга. В его основу легли материалы полученные в 30-х годах прошлого века С.В. Гердом (Герд, 1935, 1946, 1949, 1950, 1961, 1963) и дополненные более поздними исследованиями (Фауна озер..., 1965).

В период с 1970 до 2001 гг. по результатам комплексных зоологических и гидробиологических исследований фаунистические списки донных беспозвоночных водоемов и водотоков бассейна р. Кеми были значительно расширены (Гордеева и др., 1974, 1982, 1986; Кухарев, 1995; Кухарев и др., 1991, 1995, 1998; Попченко, 1972, 1988; Родькин, 1974; Рябинкин, 1982, 1983, 1986, 1989; Рябинкин, Хазов, 1984, 1989; Соколова, 1986 а, б, в; Соколова и др., 1971, 1977; Филимонова и др., 1986; Хазов, 1988, 1991; Хазов, Рябинкин, 1984; Харкевич и др., 1976; Вукоча, Marshalova, 1997; Yakovlev et al. 2000; Polevoi, 1997; Rutanen, Kashevarov, 1997; Ryabinkin, 1997, 2002).

Таксономический состав по состоянию на 2001 г. насчитывает 502 таксона, относящихся к 8 типам (Spongia, Coelenterata, Plathelminthes, Nematelminthes,

Annelida, Arthropoda, Mollusca, Tentaculata), 13 классам (Demospongia, Hydrozoa, Turbellaria, Nematomorpha, Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Crustacea, Insecta, Arachnida, Bivalvia, Gastropoda, Bryozoa), 22 отрядам и 82 семействам (табл. 1).

Таблица 1. Список семейств макробентосных беспозвоночных бассейна р. Кеми (в скобках количество видов и родов)

Spongia	Leucitridae (3)	Gyrinidae (4)
Spongillidae (2)	Ephemeridae (2)	Hydrophilidae (7)
Oligochaeta	Siphonuridae (3)	Scirtidae (4)
Naididae (17)	Baetidae (9)	Dryopitidae (3)
Tubificidae (14)	Heptagenidae (7)	Chrysomelidae (8)
Enchytraeidae (3)	Ephemereidae (3)	Sialidae (3)
Lumbriculidae (5)	Caenidae (6)	Chironomidae (142)
Lumbricidae (1)	Leptophlebiidae (4)	Simuliidae (17)
Hirudinea	Saldidae (1)	Ceratopogonidae (11)
Glossiphonidae (3)	Corixidae (1)	Chaoboridae (1)
Erpobdellidae (1)	Rhyacophilidae (3)	Tabanidae (17)
Piscicolidae (1)	Glossomatidae (1)	Empididae (1)
Crustacea	Hydroptilidae (7)	Tipulidae (1)
Mysidae (1)	Philopotamidae (1)	Melusinidae (1)
Asellidae (1)	Ecnomidae (1)	Limoniidae (6)
Gammaridae (3)	Policentropodidae	Muscidae (1)
Insecta	Arctopsychidae (1)	Mollusca
Poduridae (2)	Hydropsychidae (6)	Margaritiferidae (1)
Coenagrionidae (5)	Phryganeidae (5)	Unionidae (1)
Aeschidae (2)	Lepidostomatidae	Sphaeriidae (20)
Agriionidae (1)	Mollanidae (3)	Valvatidae (6)
Cordulegasteridae	Goeridae (1)	Lymnaeidae (8)
Corduliidae (1)	Limnephilidae (14)	Physidae (1)
Libellulidae (4)	Leptoceridae (6)	Bulinidae (1)
Taeniopterygidae (1)	Brachicentridae (4)	Planorbidae (11)
Nemouridae (4)	Haliplidae (2)	
Perlodidae (6)	Dytiscidae (35)	

Глава 5. Биоценотическая структура макрозообентоса водоемов бассейна р. Кеми

Литоральные биоценозы. Основным типом литорали озер бассейна р. Кеми как и большинства олиготрофных озер региона, является каменная и каменно-валунная, часто подверженная динамическому воздействию. Фауна таксономически разнообразна и представлена видами типичными для литореофильных биоценозов: *Lymnaea palustris*, *L. ovata*, *Planorbis* sp., *Leptophlebia* sp., *Heptagenia fuscogrisea*, *Ecdionurus* sp., *Baetis* sp., *Isogenus nubucula*, Trichoptera, а также оксифильными формами Orthoclaadiinae. На грубом детрите и в обрастающих встречены *Physa fontinalis*, *Stylaria lacustris*, *Glossiphonia complanata*, *Psectrocladius* sp., *Cricotopus* sp.

Бентос каменной и каменно-песчаной литорали с редкими зарослями тростника, осок и хвоща богаче. С увеличением заиленности и плотности ассоциаций высшей водной растительности появляются фитофильные формы. Доминирующую роль в этих биоценозах играют Gastropoda (*L. palustris*, *L. ovata*, *P. carinatus*, *P. fontinalis*), Oligochaeta (*S. lacustris*, *Nais simplex*, *Lumbriculus variegatus*), Chironomidae (*Demicyptochironomus vulneratus*, *Tanytarsus* sp., *Limnochironomus* sp., *Trissocladus potamophilus*, *Procladius* sp.).

Наиболее благоприятные условия для развития бентоса — серо-зеленые и грубодетритные илы в зарослях макрофитов до глубин 2.0-2.5 м. Средние величины численности этого биоценоза достигают 3000-4000 экз./м², при биомассе 3.0-5.0 г/м². Доминируют хирономиды *Limnochironomus* sp., *Endochironomus* sp., *Sergentia longiventris* (до 70% от общей численности и 60% биомассы), а также фитофильные (Naididae) и пелофильные (Tubificidae: *S. ferox* и *Limnodrilus* sp.) формы Oligochaeta (до 30% численности и 50% биомассы).

Сублиторальные биоценозы. В зоне берегового склона на глубинах от 2-3 до 5-8 м преобладают илисто-песчаные и песчано-илистые биотопы. Донная фауна на них складывается как из элементов литоральных биоценозов, так и пелофильных форм с высокой экологической валентностью характерных для профундали.

Илисто-песчаные грунты локализованы главным образом в заливах до глубин 5-8 м. Эти биотопы населены в значительной степени фитофильной и пелофильной фауной, псаммофилы занимают подчиненное положение. По видовому разнообразию они уступают лишь илам зарослевой литорали. Основу фауны образуют хирономиды (*Trissocladus potamophilus*, *T. zalutschicola*, *Tanypus* sp., *Procladius* sp., *Polypedilum* sp.). Доля этой группы составляет до 80% численности (табл.2). Малакофауна представлена родами *Euglesa*, *Planorbis*.

Песчано-илистые биотопы характерные главным образом для открытой части озер по биомассе бентоса стоят на одном из первых мест. В биоценозе

доминируют хирономиды: *Cladotanytarsus* sp., *Polypedilum* sp., *Limnochironomus* sp., *Psectrocladius* sp., *Paratrachocladus triquetra*, *Trissocladus parataticus*, *Prodiamesa bathyphila*, *Procladius* sp. и малощетинковые черви — ближе к литоральной зоне *L. variegates*, *St. lacustris*. *S. ferox*, а на границе профундали — *Stylodrilus heringianus*.

Профундальные биоценозы. Основные биотопы зоны профундали (от 6-10 м до максимальных глубин) — илистые и глинистые грунты, часто с примесью мелкого песка и железорудных образований. Наиболее характерным для профундали большинства озер является биотоп серо-зеленого ила. Основу пелофильных биоценозов профундали образуют хирономиды *Protanypus* sp., *Procladius* sp., *Trissocladus* sp., *Stictochironomus* sp. и олигохеты *S. ferox*, *Limnodrilus hoffmeisteri* и моллюски *Bivalvia*, образующие своеобразный профундальный комплекс, характерный для озер олиготрофного типа.

Таблица 2. Таксономическая структура макрозообентоса различных экологических зон бентали озер бассейна р. Кеми (фоновый режим 1970-1980 гг.)

	Литораль	Сублитораль	Профундаль	
	0.5-3.0 м	3.0-6.0 м	6.0-10.0 м	10.0-33.0 м
n	332	208	157	170
таксоны	206	140	88	68
H	5.22	5.25	4.81	4.33
J	67.35	72.66	72.18	69.38
N±EN	1907±170	806±69	297±32	306±28
%N _{Ch}	55.56	66.11	70.02	69.98
%N _{Ol}	24.52	14.43	14.63	14.84
%N _{Biv}	6.23	8.75	10.17	7.89
%N _{Trich}	1.01	0.69	0.81	0.26
B±EB	1.693±0.114	0.870±0.086	0.407±0.049	0.482±0.051
%B _{Ch}	31.98	47.39	53.06	58.90
%B _{Ol}	20.27	11.44	31.20	26.88
%B _{Biv}	14.36	18.54	7.50	6.00
%B _{Trich}	12.27	10.19	3.97	0.62

Примечание: n — объем выборки, H — индекс Шеннона (бит./экз.), J — индекс выровненности (%), N±EN — средняя численность (экз./м²), B±EB — средняя биомасса (г/м²), %N_{Ch}, %N_{Ol}, %N_{Biv}, %N_{Trich}, %B_{Ch}, %B_{Ol}, %B_{Biv}, %B_{Trich} — относительная численность и биомасса основных систематических групп (Chironomidae, Oligochaeta, Bivalvia, Trichoptera).

Большинство озер бассейна р. Кеми по таксономической структуре, уровню биологического разнообразия и степени количественного развития макрозообентоценозов относятся к водоемам олиготрофного типа. Доминирующий комплекс образован представителями трех основных систематических групп: Chironomidae, Oligochaeta и Mollusca. В донных ценозах, не подверженных антропогенной трансформации, преобладают Chironomidae – в среднем 61.33% от общей численности и 39.04% от общей биомассы. На долю Oligochaeta приходится 18.48% и 15.41% и моллюсков Bivalvia – 8.70% и 17.55% соответственно. Остальные группы занимают подчиненное положение (табл.3, рис.2).

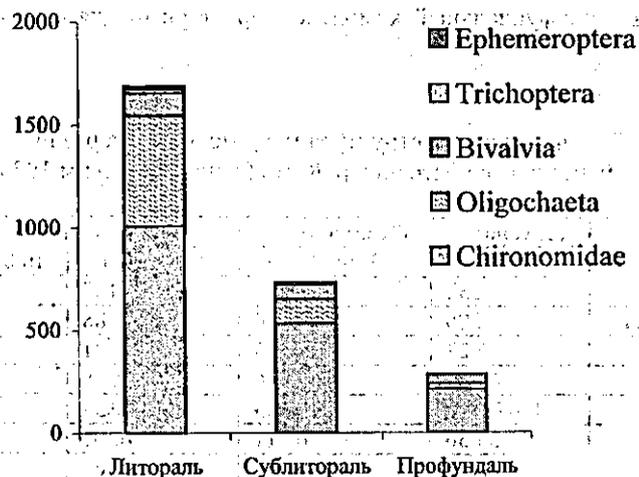


Рис. 2. Фоновая таксономическая структура (по численности, экз./м²) макрозообентоса различных экологических зон бентали озер бассейна р. Кеми

Средние количественные параметры варьируют по озерам по численности – от 319 до 4900 экз./м², по биомассе – от 0.35 до 4.22 г/м². Наиболее продуктивны бентоценозы мелководных малых озер русловой части р. Кеми и озер системы р. Кенти, вместе с тем для крупных олиготрофных озер бассейна (Каменное, Нюк, озера Куйто) эти характеристики не превышали 500-600 экз./м² и 0.35-0.61 г/м². Средние величины численности и биомассы макрозообентоса в целом для озер р. Кеми составили на период исследований 915±69 экз./м² и 1.02±0.06 г/м² (табл. 3).

Таблица 3. Фоновая таксономическая структура макрозообентоса озер бассейна р. Кеми (1970-1980 гг.)

таксоны	N±EN	N%	B±EB	B%	г%
Chironomidae	547.00±38.93	61.33	0.398±0.026	39.04	94.4
Oligochaeta	190.02±40.88	18.48	0.157±0.019	15.41	54.8
Bivalvia	75.25±4.98	8.70	0.179±0.015	17.55	61.8
Ceratopogonidae	13.50±2.06	1.47	0.009±0.003	0.84	14.8
Trichoptera	8.95±1.00	1.00	0.104±0.013	10.15	20.0
Ephemeroptera	8.12±0.84	0.95	0.072±0.011	7.02	17.4
Hydrachnellae	5.05±0.71	0.57	0.003±0.001	0.28	10.5
Gastropoda	3.78±0.95	0.43	0.012±0.004	1.15	6.2
Diptera (прочие)	3.16±0.59	0.35	0.012±0.003	1.14	5.9
Hirudinea	1.80±0.41	0.20	0.010±0.002	0.94	5.1
Amphipoda	0.67±0.23	0.08	0.002±0.001	0.21	1.6
Odonata	0.61±0.40	0.05	0.022±0.014	2.16	0.8
Plecoptera	0.40±0.16	0.05	0.006±0.003	0.58	1.1
Coleoptera	0.28±0.12	0.03	0.003±0.002	0.31	0.8
Сумма	915±69	100.0	1.021±0.060	100.0	

Примечание: обозначения см. табл. 2.

Уровень биологического разнообразия бентоценозов (по индексу таксономического разнообразия Шеннона) озер бассейна р. Кеми, не подверженных существенному антропогенному влиянию, при равной выборке (около 800 проб) в 1.5 раза выше, чем для озер бассейна р. Шуи (Южная Карелия). По показателю относительной численности доля Chironomidae в бентоценозах озер Северной Карелии (р.р. Кемь, Сума) существенно выше, чем в озерах Южной Карелии (р.р. Шуя, Суна, Водла). Вместе с тем, биомасса макрозообентоса в озерах Северной Карелии существенно (в 1.5-4.3 раза) ниже (табл. 4.).

Таблица 4. Сравнительные количественные и структурные характеристики макрозообентоса малых и средних озер некоторых озерно-речных систем Карелии

Бассейны	n	N±EN	B±EB	%N _{Ch}	%N _{Ol}	%N _{Mol}
р. Кемь	855	915±69	1.02±0.06	61.3	18.5	8.7
р. Сума	216	1651±582	0.65±0.14	74.0	10.4	3.1
р. Шуя (онежская)	801	921±51	4.36±0.36	46.3	30.1	4.2
р. Суна	159	2109±511	1.58±0.26	41.8	8.2	12.7
р. Водла	67	332±102	2.26±0.63	37.1	22.8	10.3

Примечание: условные обозначения см. табл. 2.

Глава 6. Бенитоценозы озерно-речной системы Кенти и тенденции их изменений под влиянием техногенных вод Костомукшского ГОКа

Функционирование Костомукшского ГОКа оказало существенное влияние на окружающую среду в целом и главным образом на водную экосистему р. Кенти (рис. 3), в которую непосредственно поступают сточные воды.

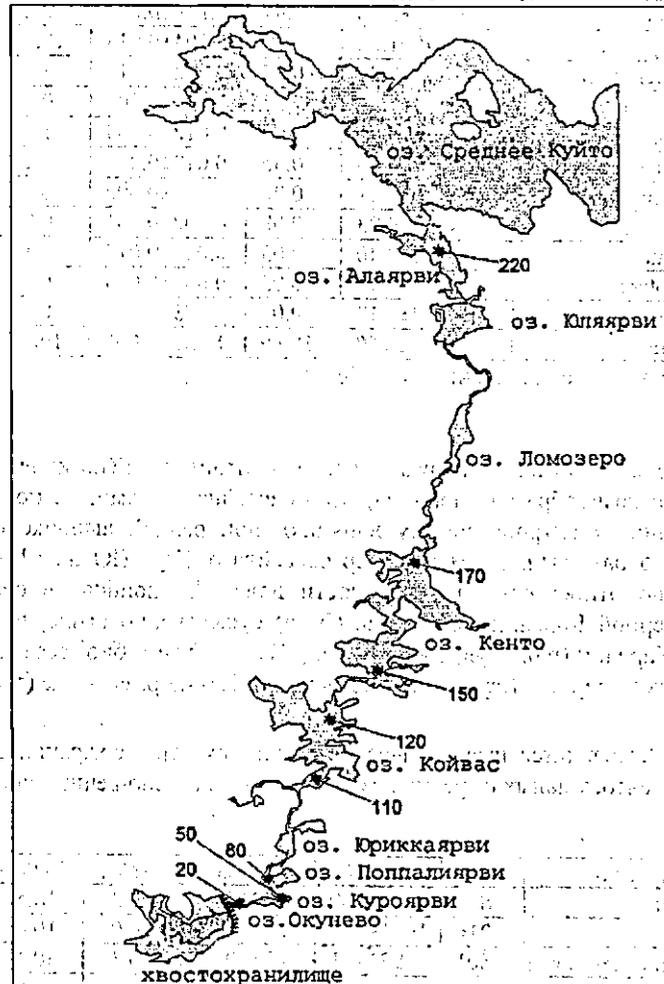


Рис.3. Озерно-речная система р. Кенти (* – номера мониторинговых станций отбора проб макробентоса по номенклатуре базы данных)

Бассейн р. Кенти – частный водосбор р. Кеми площадью 949 км². Протяженность р. Кенти – 75 км. Река протекает через 10 озер, площадью от 0.3 (оз. Окунево) до 30.84 км² (оз. Кенто). Озера преимущественно мелководные, средние глубины варьируют от 2.6-2.8 м (озера Окунево, Куроярви) до 4.7 м (оз. Ломозеро). Наибольшая глубина – 23.5 м (оз. Кенто) (Васильева, Поляков, 1992).

До строительства горно-обогатительного комбината природные воды озерно-речной системы Кенти-Кенто характеризовались минерализацией 20 мг/л, повышенным содержанием органических веществ природного происхождения. Класс воды – слабовыраженный гидрокарбонатный, группы кальция. Содержание суммы ионов К и Na – 1.5-3.0 мг/л, соотношение К/Na – 0.3-0.5, цветность – 30-70 градусов, БПК₅ – 0.2-2.6 мгО₂/л, концентрация железа – 0.3-0.4 мг/л., рН воды – слабокислая (Харкевич и др., 1980, Фрейндлинг и др., 1985; Поверхностные воды..., 2001).

На основе оз. Костомукшского, верхнего из озер системы р. Кенти, создано хвостохранилище Костомукшского ГОКа. Оно является технологическим водоемом и служит источником оборотного водоснабжения комбината и местом сброса и хранения отходов производства. Для предотвращения смыва хвостов в нижележащие водоемы в 1979 г. сооружена намывная плотина, а для отвода естественного притока с водосбора проведены два обводных канала в озера Окунево и Поппалиярви.

Основными источниками загрязнения поверхностных вод в районе промузла являются техногенные воды: системы оборотного водоснабжения комбината (вода хвостохранилища), рудничные (карьерные) воды, фильтрационные воды и воды водоотводных каналов.

На основе верхнего из озер системы р. Кенти, создано хвостохранилище Костомукшского ГОКа, являющееся технологическим водоемом и служит источником оборотного водоснабжения комбината и местом сброса и хранения отходов производства. Для предотвращения смыва отходов в нижележащие водоемы в 1979 г. сооружена намывная плотина, а для отвода естественного притока с водосбора проведены два обводных канала в озера Окунево и Поппалиярви.

По мере наполнения хвостохранилища в нем существенно менялся химический состав воды по сравнению с фоновыми показателями. В 1999 г. общая минерализация воды достигла 506 мг/л. Концентрация ионов калия в техногенных водах составляет 125, натрия – 13, кальция – 26, магния – 12, хлоридов – 7, сульфатов – 110, гидрокарбонатов – 145, нитратов – 7 мг/л. Содержание органического углерода составляет 3 мг/л (Калинкина и др., 2002). За счет поступления рудничных вод с повышенным содержанием азотистых соединений в воде хвостохранилища отмечены высокие концентрации соединений азота, особенно нитратов (4.88 мгN/л). Большинство тяже-

ных металлов, содержащихся в отходах, остается в нерастворенном состоянии, поскольку щелочные условия (рН = 8.3), характерные для воды хвостохранилища, представляют геохимический барьер для их миграции в воду, поэтому их концентрации в техногенных водах невелики - ниже предельно допустимых уровней для рыбохозяйственных водоемов (Современное состояние..., 1998).

Таблица 5. Вынос основных загрязняющих веществ в систему р. Кенти с техногенными водами (Поверхностные воды..., 2001)

Показатель	Техногенные воды					
	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Σ ионов, т	5490	9470	7850	7760	13600	8376
Калий, т	1490	2540	2200	2060	3400	2058
Литий, т	0.62	1.07	0.88	0.87	1.41	0.82
Нитраты, т	13.8	27.1	74.6	82.5	150.0	93.3
Объем сброса, млн. м ³	9.56	18.0	14.5	14.3	22.96	13.6

В систему р. Кенти со сточными водами ежегодно поступает большое количество минеральных компонентов, калия, лития, азотистых соединений (табл.5), что привело, особенно с начала регулируемых попусков, к существенному изменению естественного гидрохимического режима озер системы.

На начальном этапе эксплуатации хвостохранилища (1982-1992 гг.) в нижележащие водоемы ежегодно поступала фильтрующаяся сквозь плотину вода в объеме около 2 млн. м³. В результате этого минерализация воды ближайшего к хвостохранилищу оз. Окунево к 1992 г. возросла более чем в 10 раз и достигла 215.4 мг/л. Начиная с 1994 г. для предотвращения переполнения хвостохранилища и угрозы прорыва дамбы начались регулируемые сбросы техногенных вод в систему. Объемы поступления техногенных вод на протяжении 1994-1999 гг. увеличивались от 9 до 22 млн. м³/год. С этого периода наблюдается особенно резкое повышение минерализации. За последние 20 лет общая минерализация в нижних озерах (Ломозеро, Юляярви) выросла в 3 раза, в оз. Кенто - в 5, оз. Койвас - почти в 10 раз, а в озерах Поппаяярви и Окунево - в 15-20 раз. В настоящее время в водоемах верхнего участка системы, включая оз. Койвас, она превышает величину 100.0 мг/л. В ионном составе произошло изменение соотношений катионов, определяющих биокондицию воды и влияющих на жизнедеятельность гидробионтов: отношение эквивалентных концентраций калия к натрию в верхних озерах составляло от 3.3-5.2, при фоновой 0.1. В 1999 г. концентрации калия превосходили природные в озерах Окунево и Поппаяярви - в 150-200 раз,

Кенто и Койвас - в 50-60, Юляярви и Ломозеро - 25-35 раз. Величины рН сдвинулись в щелочную область и составили 7.7-7.8 (Современное состояние..., 1998).

Очевиден тот факт, что концентрация и состав солей в воде являются одними из важнейших экологических параметров, определяющих образ жизни гидробионтов и выработку у них специализированных систем осморегуляции (Романенко, 1994). Эколого-токсикологические исследования на планктонных ракообразных позволили предположить, что одной из главных причин токсичности воды в водоемах системы р. Кенти является увеличение концентрации ионов калия (Калинкина, Дубровина, 1995) и как следствие - изменение величин соотношения основных катионов (Дубровина и др., 1995; Калинкина, 1995, 2002).

Исследования на организменном уровне выявили негативное влияние трансформированных вод по целому ряду эколого-токсикологических (Калинкина, 1995, 2002; Калинкина, Дубровина, 1995; Калинкина, Кухарев, 2001), а также биохимических (Богдан и др., 1993; Высоцкая и др., 1993; Немова и др., 1993; Регеранд, Дубровина, 1995), гематологических (Аленичев, 2000), гистологических (Ивантер и др., 1995) и патолого-морфологических (Китаев, 1998) параметров у рыб.

На популяционном и биоценотическом уровне комплексное влияние трансформированных вод проявляется в изменении структурных и количественных характеристик всех трофических звеньев экосистемы: фитопланктона (Чекрыжева, 1990, 1995), перифитона (Комулайнен, 1995), высшей водной растительности (Фрейндлинг, 1985), зоопланктона (Гордеева и др., 1986; Калинкина, Кухарев, 2001; Хазов, Власова, 1995), зообентоса (Кухарев, 1995; Рябинкин, Хазов, 1995), ихтиофауны (Китаев, 1998).

Вместе с тем процессы преобразования биоценозов водоемов в условиях интенсивного влияния многокомпонентных сточных вод Костомукшского ГОКа носят весьма сложный характер. Это в значительной степени затрудняет выявление причинно-следственных связей в процессах трансформации сообществ.

Фоновая таксономическая структура макрозообентоса озер системы р. Кенти по материалам 1980-1981 гг. была типична для большинства озер бассейна р. Кемь. Были отмечены представители 24 систематических групп, из которых руководящее ядро бентоценозов формировали три основные группы - Chironomidae, Oligochaeta и Mollusca (Рябинкин, Хазов, 1995) (табл. 6).

Техногенные воды Костомукшского ГОКа, поступающие в водоемы озерно-речной системы, оказывают существенное влияние на видовой состав, структурные и количественные параметры бентоценозов.

153093к

Таблица 6. Фоновая таксономическая структура макрозообентоса озёр системы р. Кентти (1980-1981 гг.)

Озера	N	B	Chironomidae		Oligochaeta		Bivalvia		H
			%N	%B	%N	%B	%N	%B	
Окунево	1956	2.71	62.5	22.8	9.5	6.5	11.4	25.7	3.90
Куроярви	2344	1.70	71.6	36.6	3.3	7.5	15.2	29.4	3.46
Поппалларви	1244	1.06	71.4	30.2	2.4	0.7	7.7	54.7	3.96
Юриkkяярви	1889	0.78	74.1	51.1	2.1	4.1	5.3	17.8	4.09
Койвас	1319	1.18	74.4	57.2	7.0	4.1	8.5	57.2	4.30
Кентто	1645	1.08	74.0	56.4	15.1	9.3	4.4	9.9	4.20
Ломозеро	1556	0.69	76.4	66.3	8.9	8.6	5.0	9.9	3.92
Юляярви	1859	2.51	31.8	27.4	59.0	56.9	7.6	15.3	2.48
Алаярви	2200	1.88	68.2	60.9	14.6	22.3	4.6	9.9	4.53
Все озера	1633	1.29	70.0	48.8	12.8	13.8	6.9	22.1	4.86

Примечание: условные обозначения см. табл. 2.

Изменение структурной организации сообществ при различных типах антропогенной нагрузки развивается по различным сценариям. Наиболее характерные неспецифические изменения, свойственные всем видам антропогенных процессов – снижение видового разнообразия за счет элиминации стенобионтных видов, упрощение трофической структуры, изменение соотношения доминирующих групп (Яковлев, 1999).

Наблюдения, проведенные в 1984-1993 гг. на верхних озерах системы (Окунево, Куроярви, Поппалларви), показали, что под влиянием фильтрационных вод произошло снижение общего видового разнообразия макробентических сообществ (рис. 4) и существенным образом изменилась их фоновая таксономическая структура (Рябинкин, Хазов, 1995).

Регулируемые попуски техногенных вод из хвостохранилища в систему р. Кентти усилили тенденции, наметившиеся в первые годы работы комбината. Изменения в бентоценозах, проявились более отчетливо в верхних озерах, а также распространились на ниже расположенные более крупные озера Койвас и Кентто (табл. 7).

Аналогичная тенденция прослеживается при анализе межгодовой динамики интегрального индекса видового разнообразия, характеризующего антропогенную нагрузку на бентоценозы системы р. Кентти в целом (рис. 5).

Многолетние наблюдения выявили существенные изменения в соотношении Oligochaeta, Chironomidae и Mollusca – основных групп, определяющих структуру доминирующего комплекса макрозообентоса. По мере нарастания антропогенной нагрузки возрастает доля Mollusca, особенно Bivalvia

родов *Euglesa* и *Shraegium*, при снижении доли Chironomidae и Oligochaeta по сравнению с фоновыми величинами.

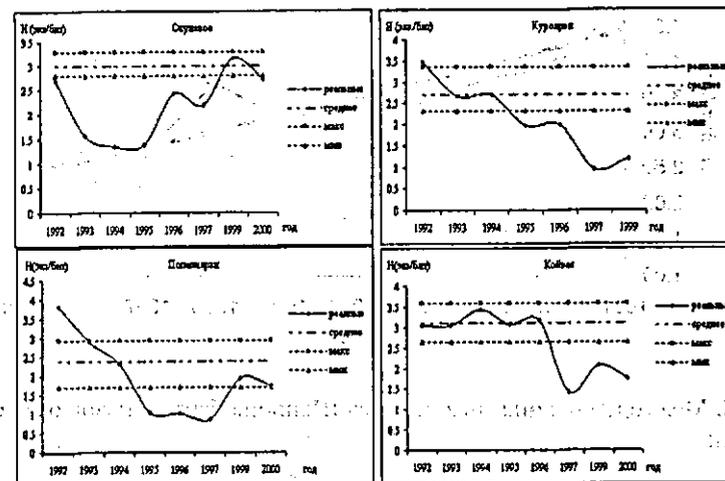


Рис. 4. Межгодовая динамика изменения индекса разнообразия Шеннона сообществ макрозообентоса некоторых озёр системы р. Кентти и области их случайных флюктуаций.

Таблица 7. Межгодовая динамика индекса Шеннона бентоценозов озёр системы р. Кентти на постоянных станциях

Озера	1992	1993	1995	1996	1997	1999	2000
Окунево (20)*	2.71	1.57	1.39	2.44	2.02	3.16	2.73
Куроярви (50)	3.47	3.66	1.97	1.98	0.95	1.19	-
Поппалларви (80)	3.83	2.91	1.06	1.05	0.87	1.94	1.75
Койвас (110)	-	-	2.51	2.23	2.11	1.75	1.98
Койвас (120)	3.04	3.04	3.05	3.16	1.42	2.07	1.74
Койвас (130)	2.66	3.20	-	-	-	-	1.56
Кентто (150)	-	-	2.80	3.30	3.20	2.06	1.63
Кентто (170)	-	-	3.24	3.14	3.06	1.95	2.36

Примечание: (20)* – номера станций отбора проб

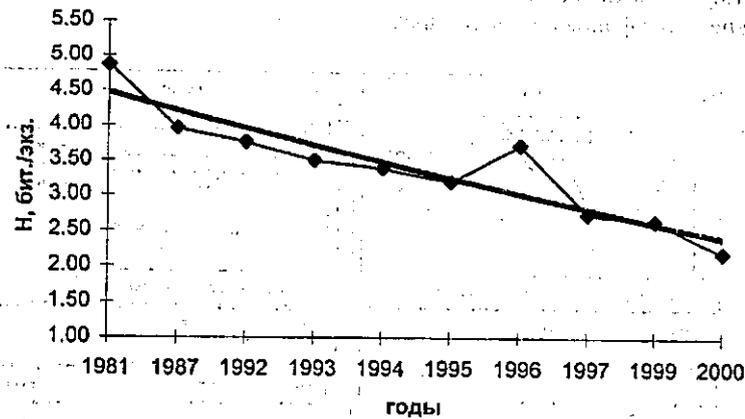


Рис. 5. Межгодовая динамика индекса Шеннона бентоценозов озер системы р. Кенти

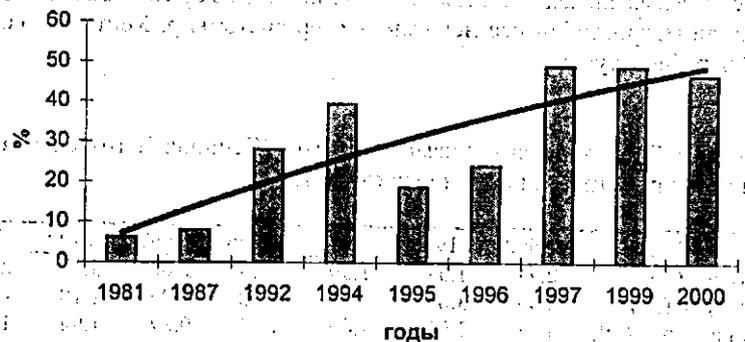


Рис. 6. Межгодовая динамика относительной численности Mollusca в бентоценозах озер системы р. Кенти.

Так доля моллюсков по численности возросла в 7.4 раза (с 6.3 % в 1981 г. до 46.7 % в 2000 г.) (рис. 6), по биомассе в 3.3 раза (соответственно с 21.5 % в 1981 г. до 71.1 % в 2000 г.) (рис. 7).

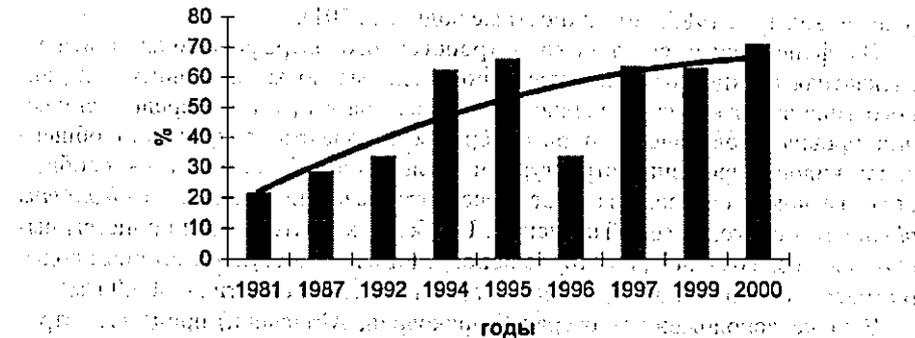


Рис. 7. Межгодовая динамика относительной биомассы Mollusca в бентоценозах озер системы р. Кенти.

Вместе с тем, незначительное содержание в техногенных водах Костомукшского ГОКа тяжелых металлов, обычных для стоков рудного производства (Яковлев, 1995; 1999), существенно снижает общий токсический эффект и не вызывает уменьшения численности и биомассы сообществ макрозообентоса. Снижение, по сравнению с фоновыми величинами, общей численности, при незначительных межгодовых колебаниях средней биомассы отмечено только с момента начала интенсивного сброса техногенных вод. С 1994 г., несмотря на постоянное увеличение антропогенной нагрузки, эти показатели существенным образом не изменились и колебались в пределах 300-800 экз./м² и 0.40-1.88 г/м².

Глава 7. Бентоценозы озерно-речной системы р. Контокки и тенденции их изменений под влиянием хозяйственно-бытовых сточных вод

По схеме водоотведения сточные воды г. Костомукши после обработки на станции биологической очистки сбрасываются в оз. Травяное и далее поступают в р. Контокки и оз. Лувозеро. Река Контокки относится к частному водосбору реки Каменной. Фоновые гидрохимические характеристики озерно-речной системы р. Контокки существенно не отличались от таковых для озер бассейна р. Каменной в целом (Природные воды..., 1985). В настоящее время со сточными водами в систему р. Каменной поступает значительное количество органических веществ, минеральных компонентов и биогенных элементов. В нижнем течении р. Контокки в последние 10-15 лет наблюда-

ются стабильно высокие концентрации соединений азота и фосфора (Природные воды..., 1985; Поверхностные воды..., 2001).

На фоне прогрессирующего антропогенного эвтрофирования отмечена адекватная реакция бентоценозов, происходящая по характерному для данного типа загрязнения сценарию. Она выражена в первую очередь в снижении уровня биологического разнообразия сообществ: сокращении общего числа видов, упрощении структуры и увеличении общей биомассы сообщества, главным образом за счет массового развития личинок *Chironomus plumosus* и олигохет сем. Tubificidae. Наиболее характерно эти процессы выражены в оз. Травяном, в которое непосредственно поступают сточные воды. Биомасса зообентоса на отдельных станциях доходила почти до 500.0 г/м².

В нижерасположенных озерах (Курккоярви, Айттаярви) процессы эвтрофирования выражены в меньшей степени вследствие разбавления сравнительно чистыми водами р. Контокки, поступающими из оз. Контокки, не подверженного существенному антропогенному влиянию.

Выводы

1. Таксономический состав донных беспозвоночных водоемов и водотоков бассейна р. Кеми насчитывает в настоящее время 502 таксона, относящихся к 8 типам, 13 классам, 22 отрядам, 82 семействам. Наиболее изучена фауна Insecta – 390 видов (Ephemeroptera – 34, Trichoptera – 58, Coleoptera – 63, Diptera – 198, из которых Chironomidae – 142 вида), Oligochaeta – 40 и Mollusca – 49 видов.

2. Доминирующий комплекс бентоценозов озер, не подверженных существенному антропогенному влиянию, образован тремя систематическими группами Chironomidae (55-70%), Oligochaeta (15-25%), Mollusca (6-10%).

3. Бентоценозы этих водоемов характеризуются высоким уровнем биологического разнообразия. Индекс разнообразия Шеннона для большинства озер превышал 3.5 (min – 2.48, max – 4.99).

4. Трофический статус большинства озер бассейна р. Кеми варьирует от олиготрофного до мезотрофного. Средние величины численности и биомассы макрозообентоса в целом для озер бассейна р. Кеми – 915±69 экз./м² и 1.02±0.06 г/м².

5. Техногенные воды Костомукшского ГОКа, характеризующиеся высокой, в сравнении с природными характеристиками, минерализацией (около 500 мг/л), концентрацией ионов K⁺ (125 мг/л) и аномальным соотношением основных ионов, существенным образом повлияли на бентоценозы озер системы р. Кенти. За последние 20 лет произошло двукратное снижение общего количества таксонов (со 116 до 57), отмечена устойчивая тенденция снижения индекса разнообразия Шеннона.

6. В бентоценозах системы сократилась численность наиболее чувствительных стенобионтных видов Plecoptera, Trichoptera, хирономид подсемейства Orthocladinae. Вместе с тем возросла доля эврибионтных видов Mollusca и хирономид подсемейства Tanypodinae.

7. Коренным образом изменилась фоновая таксономическая структура доминирующего комплекса макробентоса: по мере нарастания антропогенной нагрузки возросла, по сравнению с фоновыми величинами, доля моллюсков родов Euglesa и Sphaerium (до 47 % по численности и до 71 % по биомассе), при снижении доли Chironomidae и Oligochaeta.

8. Техногенные воды Костомукшского ГОКа, с незначительным содержанием в них тяжелых металлов, не вызывают существенного уменьшения численности и биомассы донных сообществ типичной реакции на воздействие сточных вод производств подобного типа.

9. Интенсивное эвтрофирование системы р. Контокки, вызванное хозяйственно-бытовыми сточными водами г. Костомукши, проявилось в характерной реакции бентоценозов: сокращении общего числа видов, упрощении структуры, увеличении общей биомассы сообщества (до 500.0 г/м²), главным образом за счет массового развития *Chironomus plumosus* и олигохет семейства Tubificidae.

Список основных работ по теме диссертации

Рябинкин А.В. Бентофауна Ньюкозера // Характеристика отдельных элементов озерных экосистем Карелии, Петрозаводск, 1982. С. 23-24.

Рябинкин А.В., Хазов А.Р. О донной фауне озер Куйто // Исследование Онежской губы и водоемов бассейна Белого моря, Петрозаводск, 1984. С. 43.

Гордеева Л.И., Филимонова Н.А., Рябинкин А.В., Фрейндлинг А.В., Черыжева Т.А., Хазов А.Р. Формирование гидробиологического режима и качества воды некоторых крупных озер Северной Карелии под влиянием антропогенных факторов // 5-й съезд ВГБО (тезисы докладов), Куйбышев, 1986. С. 186-187.

Рябинкин А.В. Донная фауна озера Нюк // Биологические ресурсы водоемов бассейна реки Каменной. Петрозаводск, 1986. С. 143-155.

Филимонова Н.А., Клюкина Е.А., Гордеева Л.И., Рябинкин А.В., Первозванский В.Я. Сравнительный обзор водоемов бассейна реки Каменной // Биологические ресурсы водоемов бассейна реки Каменной, Петрозаводск, 1986. С. 163-175.

Хазов А.Р., Рябинкин А.В. Современное состояние и особенности распределения донной фауны озер Куйто // Современный режим природных вод бассейна р. Кеми, Петрозаводск, 1989. С. 109-121.

Рябинкин А.В. Донные биоценозы водоемов зоны затопления Белопожского водохранилища (проектируемого) // Современный режим природных вод бассейна р.Кемь, Петрозаводск, 1989. С. 213-219.

Рябинкин А.В., Хазов А.Р. Динамика бентоценозов озер системы р. Кенти // Влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы реки Кенти. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. С. 87-93.

Фрейндлинг А.В., Рябинкин А.В., Хазов А. Р. Биологическое разнообразие как индикатор состояния водных экосистем Восточной Фенноскандии // VII съезд Гидробиологического общества РАН (Казань, 14-20 октября 1996 г.). Материалы съезда, т. 2. Казань, 1996. с. 100-102.

Freindling A.V., Khazov A.R., Ryabinkin A.V. The concept of a generalized database for assessment of the biodiversity of aquatic ecosystems // Biodiversity of Fennoscandia. Petrozavodsk, 1997. P. 12-13.

Ryabinkin A.V. Macrobenthos in Lake Kiitehenjarvi // Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Friendship. Finnish Environment Institute, Helsinki. 1997. P. 329-333.

Кухарев В.И., Калинин Н.М., Дубровина Л.В., Рябинкин А.В., Власова Л.И., Морозов А.К., Лозовик П.А. Комплексная оценка эколого-техногенной нагрузки (Костомукшский ГОК) на водные экосистемы (р. Кенти) // Инженерная экология. № 6, М., 1998. С. 33-41.

Рябинкин А.В., Кухарев В.И. Фауна водоемов (беспозвоночные). Макрозообентос // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия (оперативно-информационные материалы). КНЦ РАН. Петрозаводск. 1998. С.160-162.

Рябинкин А.В. Водоемы района Костомукши. Бассейн реки Каменной. Макрозообентос. // Современное состояние водных объектов Карелии. По результатам мониторинга 1992-1997 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 127-128.

Рябинкин А.В. Водоемы района Костомукши. Озерно-речная система Кенти. Макрозообентос // Современное состояние водных объектов Карелии. По результатам мониторинга 1992-1997 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С. 137-138.

Рябинкин А.В. Водоемы среднего течения реки Шуи и озеро Ведлозеро. Макрозообентос // Современное состояние водных объектов Карелии. По результатам мониторинга 1992-1997 гг. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1998. С.151-152.

Рябинкин А.В., Власова Л.И., Калинин Н.М., Комулайнен С.Ф., Кухарев В.И., Литвиненко А.В., Хренников В.В., Чекрыжева Т.А., Широков В.А., Шуруп И.Л. Разнообразие флоры и фауны рек Карельского побережья Бело-

го моря // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря. Петрозаводск. 1999. С. 114-131.

Хазов А.Р., Полякова Т.Н., Рябинкин А.В. Особенности формирования и функционирования донных сообществ в озерах Карелии // Важнейшие результаты научных исследований Карельского научного центра РАН. Тезисы докладов юбилейной научной конференции, посвященной 275-летию Российской академии наук, Петрозаводск, 1999 г. С. 45-47.

Хазов А.Р., Фрейндлинг А.В., Рябинкин А.В. Базы данных и оценка состояния водных экосистем // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии. Тезисы докладов международной конференции. Петрозаводск, 1999 г. С. 170.

Рябинкин А.В., Фрейндлинг А.В., Хазов А.Р. Гидробиологический мониторинг на охраняемых природных территориях Республики Карелия // Поморье в Баренцрегионе на рубеже веков: экология, экономика, культура. Материалы междунаро. конф. Архангельск, 2000. С. 201.

Калинкина Н.М., Кухарев В.И., Морозов А.К., Рябинкин А.В. Современное состояние водоемов системы реки Кенти // Водная среда Карелии: исследование, использование и охрана. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. С. 53-59.

Рябинкин А.В., Кухарев В.И. Макрозообентос. Флора и фауна водных экосистем: характеристика и тенденции изменения // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. С. 189-197.

Калинкина Н.М., Кухарев В.И., Морозов А.К., Рябинкин А.В. Современное состояние водоемов системы реки Кенти // Водная среда Карелии: исследование, использование и охрана. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. С. 53-59.

Рябинкин А.В., Полякова Т.Н., Павловский С.А. Макрозообентос водоемов охраняемых природных территорий // «Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды». Кар. НЦ РАН. Петрозаводск, 2003. С. 201-207.