

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ЭКОЛОГИИ И КРИОЛОГИИ

**ВОДОЕМ-ОХЛАДИТЕЛЬ
ХАРАНОРСКОЙ ГРЭС И ЕГО ЖИЗНЬ**

Ответственный редактор
канд. биол. наук В. В. Кириллов



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
2005

УДК 574
ББК 28.08
В62

Андрюк А. А., Афонин А. В., Афонина Е. Ю.,
Базарова Б. Б., Борзенко С. В., Васильчук С. И.,
Горлачева Е. П., Замана Л. В., Итигилова М. Ц.,
Куклин А. П., Матафонов Д. В., Матафонов П. В.,
Матюгина Е. Б., Перфильева В. В., Поповская Г. И.,
Субботина В. Н., Фирсова А. Д., Цыбекмитова Г. Ц.

Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь/ М. Ц. Итигилова [и др.]; отв. ред. В. В. Кириллов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т природных ресурсов, экологии и криологии. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2005. — 192 с.

ISBN 5-7692-0831-7

В основе монографии — результаты комплексных исследований водохранилища и прилегающих рек Турга и Онон, проведенных в 1995—2003 гг. Кратко охарактеризованы природные условия территории исследования, гидрохимия водных объектов. Показано разнообразие организмов водных экосистем. Приведены материалы по сезонной и межгодовой динамике биоценозов, взаимоотношению между их отдельными компонентами, реакции гидробионтов на избыток поступающего тепла. Исследованы возможности использования растительных рыб как биологического мелиоратора.

Для экологов, гидробиологов, ихтиологов и студентов соответствующих специальностей.

Рецензенты:

канд. биол. наук Л. Н. Золотарева
канд. геогр. наук А. П. Чечель
канд. биол. наук В. П. Макаров

Утверждено к печати ученым советом

Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

ISBN 5-7692-0831-7

© Коллектив авторов, 2005
© Институт природных ресурсов, экологии
и криологии, 2005
© Оформление. Издательство СО РАН, 2005

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное природопользование невозможно без знаний структурно-функциональных особенностей экосистем. В настоящее время на Земле существует около 40 тыс. водохранилищ [Страшкраба, Тундизи, 1999]. Известны многие исследования по рекам, озерам и водохранилищам разных ландшафтно-климатических зон, служащим водоемами-охладителями энергетических объектов [Гидрохимия..., 1971; Гидробиология..., 1991; и др.]. Литературные данные по водоемам-охладителям касаются в основном крупных водохранилищ. Слабо исследовано функционирование малых наливных водохранилищ. Также пока полностью не установлены закономерности эволюции водных экосистем в связи с антропогенными нагрузками и нет цельной теории функционирования водоемов-охладителей тепловых электростанций.

В Забайкалье проведены исследования на водоемах-охладителях Гусиноозерской ГРЭС — оз. Гусиное, и Читинской ГРЭС (ныне Читинской ТЭЦ-1) — оз. Кенон [Экология..., 1994, 1998]. Также ранее нами проведены обследования на малом степном водохранилище для резервного сохранения воды Краснокаменского ГОКа [Эвтрофирование..., 1985]. В Забайкалье не было исследований по водохранилищам-охладителям ГРЭС, поэтому материалы по формированию экосистемы малого водохранилища в условиях резко-континентального климата степного Забайкалья представляют большой теоретический и практический интерес.

Предлагаемая вниманию читателей коллективная монография посвящена структурно-функциональным особенностям биоты и сукцессионным процессам экосистемы водохранилища (водоема-охладителя) Харанорской ГРЭС. Как известно, электрическая станция и водоем-охладитель — это единая природно-техническая система: с одной сто-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение (М. Ц. Итигилова, Е. П. Горлачева, С. И. Васильчук)	3
1. Физико-географические особенности района водохранилища	6
1.1. Физико-географические условия рек (А. А. Андрюк)	—
1.2. Гидрологический режим рек (А. А. Андрюк)	14
1.3. Температурный режим рек (А. А. Андрюк)	24
2. Характеристика водохранилища	27
2.1. Система технического водоснабжения ГРЭС (А. А. Андрюк)	—
2.2. Особенности колебания уровня воды за 1995—2002 гг. (М. Ц. Итигилова, Б. Б. Базарова, А. В. Афонин)	29
2.3. Прозрачность (М. Ц. Итигилова, Е. П. Горлачева, Е. Б. Матюгина)	32
2.4. Динамика температуры воды (М. Ц. Итигилова, Е. П. Горлачева, Е. Б. Матюгина)	34
3. Гидрохимический режим	40
3.1. Минерализация, ионный и микроэлементный состав вод (Л. В. Замана, С. В. Борзенко)	—
3.2. Кислородный режим (Г. Ц. Цыбекмитова, В. Н. Субботина)	47
3.3. Биогенные элементы (Г. Ц. Цыбекмитова, В. Н. Субботина)	49
3.4. Специфические загрязняющие вещества (Г. Ц. Цыбекмитова, В. Н. Субботина)	56
4. Гидробиологический режим	58
4.1. Фитопланктон (Г. И. Поповская, Е. П. Горлачева, А. Д. Фирсова)	—
4.2. Первичная продукция фитопланктона (А. П. Куклин, Е. П. Горлачева, Е. Б. Матюгина, А. В. Афонин, В. Н. Субботина)	71
4.3. Макроводоросли (А. П. Куклин)	75
4.4. Высшая водная растительность (Б. Б. Базарова)	79
4.5. Зоопланктон (Е. Ю. Афонина, М. Ц. Итигилова)	82
4.6. Зообентос (В. В. Перфильева, Е. П. Горлачева, Д. В. Матафонов)	104
4.7. Ихтиофауна (Е. П. Горлачева, А. В. Афонин)	111
4.7.1. Разнообразие рыб	—

4.7.2. Биология основных видов рыб	117
4.7.3. Рыбы-вселенцы (растительноядные)	134
4.7.4. Формирование ихтиофауны	140
4.8. Микробные сообщества (Е. Б. Матюгина)	143
5. Проблемы и перспективы использования водохранилища	160
5.1. Некоторые показатели качества воды (Е. Б. Матюгина, М. Ц. Итигилова, Е. Ю. Афонина, Д. В. Матафонов, П. В. Матафонов, Г. Ц. Цыбекмитова, В. Н. Субботина, Л. В. Замана)	—
5.2. Влияние водозабора на ихтиофауну (А. В. Афонин, Е. П. Горлачева)	166
5.3. Обрастания конденсаторных трубок (Е. Б. Матюгина, Е. П. Горлачева, А. В. Афонин)	169
5.4. Проблемы и перспективы рыбохозяйственного использования водохранилища (А. В. Афонин, Е. П. Горлачева)	174
Заключение (М. Ц. Итигилова)	176
Литература	181

В сезонной динамике общей численности зоопланктона наблюдался один раннелетний максимум, в динамике биомассы — три: раннелетний, летний и осенний. Количественные показатели зоопланктонного сообщества колебались в широких пределах.

В многолетнем плане наибольший уровень развития планктонтов отмечался в 1995 и 2002 гг.

Продукция планктонного сообщества за 134 сут. в 2001 г. составила 14,88 ккал/м³. Реальная продукция зоопланктона равнялась 3,79 ккал/м³. Пищевые взаимоотношения трофических уровней носили напряженный характер.

Харанорское водохранилище по видовой структуре, величине биомассы, продукционной характеристике зоопланктона можно отнести к эвтрофному типу водоемов.

4.6. ЗООБЕНТОС

Изучение структурно-функциональных характеристик донных сообществ является неотъемлемой частью исследований на Харанорском водохранилище.

Сразу же после образования Харанорского водохранилища началась интенсивная переработка дна. Вследствие повышения уровня воды и изменения условий существования стала отмирать залитая наземная растительность, а также водная растительность бывших мелких водоемов. Наибольшей переработке подвергаются залитые почвы, которые постепенно превращаются в донные отложения илового типа. Процесс формирования постоянных грунтов на водохранилище еще не закончился и продолжается до настоящего времени.

До образования Харанорского водохранилища водоемы зоны затопления, временные водоемы, озера-старицы рек Онон и Турга были обследованы сотрудниками Биолого-географического института ИГУ и Тихоокеанского института научного рыбоводства и океанографии ДВО РАН [Отчет..., 1974]. В летний период 1991 г. и осенний период 1995 г. исследование донных биоценозов водотоков бассейнов рек Онон и Турга проведено сотрудниками Востсибрыбцентра. Также в 1995 г. бентос водохранилища изучался О. К. Клишко [1997]. Эти работы были продолжены нами в 2000—2001 гг.

Биофонд созданного Харанорского водохранилища складывался из двух составляющих: гидробионтов р. Онон, водой которого происходило наполнение водохранилища, и гидробионтов ближайших водоемов. В зообентосе водохранилища и прилегающих водотоков за длительный период исследований было отмечено 176 видов и форм донных

беспозвоночных: в водохранилище — 66, в р. Турга — 71, в р. Онон — 90 видов [Клишко, 1997].

За период существования водохранилища произошли качественные и количественные изменения зообентоса. Анализ видового состава зообентоса водохранилища и водоемов зоны затопления показал, что не все организмы, жившие в водоемах зоны затопления, прижились в водохранилище и не все организмы, отмеченные в водоеме в первые годы его образования, остались в дальнейшем. Ранее проведенными исследованиями было показано, что в р. Онон доминирующая роль принадлежала поденкам, веснянкам и хирономидам. В озерах основу численности и биомассы составляли пиявки и моллюски (табл. 42, 43).

Таблица 42

Численность N , экз./м², (числитель) и биомасса B , г/м², (знаменатель) основных групп зообентоса пойменных водоемов в 1974 г. [Отчет..., 1974]

Группа организмов	Р. Онон	Оз. Улан-Хада	Оз. Благодатное	Оз. Зеленое
Хирономиды	$\frac{325}{0,12}$	—	$\frac{1440}{0,2}$	$\frac{740}{0,56}$
Поденки	$\frac{100}{1,5}$	—	—	—
Веснянки	$\frac{65}{0,11}$	—	—	—
Ручейники	—	—	—	$\frac{40}{0,68}$
Олигохеты	—	—	—	$\frac{180}{0,2}$
Пиявки	—	$\frac{150}{25,0}$	—	—
Моллюски	—	$\frac{300}{16,3}$	—	$\frac{20}{25,0}$
Прочие	$\frac{5}{0,01}$	—	$\frac{40}{0,08}$	—
Всего	$\frac{495}{1,74}$	$\frac{450}{41,3}$	$\frac{1480}{0,28}$	$\frac{980}{26,44}$

Примечание. Прочерк — данная группа организмов отмечена не была.

Таблица 43

Численность N и биомасса B зообентоса р. Онон в различные годы

	1947 ¹	1974 ²	1991 ³	1995 ³	2000 ⁴
N , экз./м ²	1613	495	4092	375	2200
B , г/м ²	10,52	1,74	9,84	1,04	3,97

Примечание. ¹ [Труды..., 1950]; ² [Отчет..., 1974]; ³ [Гительман, Кильдюшкин, 2001]; ⁴ — наши данные.

На величины численности и биомассы организмов влияют морфометрические параметры и гидрологические условия водоема, особенности грунта, характер зарастания водной растительностью, другие абиотические факторы, определяющие мозаичность распределения организмов, а также особенности жизненных циклов изучаемых видов [Буторин, 1984; Девяткин и др., 1986].

В первые годы создания водохранилища в нем сложились благоприятные условия для развития личинок хирономид. В 1995 г. в среднем для водохранилища за август—октябрь численность хирономид достигала 1920 экз./м², биомасса 11,21 г/м², составляя 75 % численности и 90 % биомассы всего зообентоса [Клишко, 1997].

Выявлено сильное влияние строительства Харанорской ГРЭС на донную фауну: на спрямленном участке русла р. Турга и в заиленном песке дренажного канала встречаются только малощетинковые черви, а в грунтах, сложенных щебенкой, гидробиоценозы еще не сформировались [Гительман, Кильдюшкин, 2001]. Значения биомассы бентоса колебались от 0,09 г/м² на участке спрямления русла до 1,33 г/м² в районе моста.

В 2000—2001 гг. пробы собраны нами на шести станциях: Центр (ст. 1), Водозаборный канал (ст. 2), Водосбросный канал (ст. 3), Пляж (ст. 4), Дренажный канал (ст. 5), Насосная береговая (ст. 8). В октябре 2000 г. пробы собраны в районе сброса теплых вод, так как основная часть водохранилища в это время была покрыта льдом.

Количественные показатели зообентоса в 2000—2001 гг. В предлагаемой ниже количественной характеристике бентоса Харанорского водохранилища основное внимание уделяется динамике величин численности и биомассы руководящих групп фауны формирующихся биоценозов водохранилища.

Анализ материалов, полученных в сентябре 2000 г., позволил выявить ядро комплекса донных беспозвоночных, сложившегося в водоеме-охладителе. Так, основу численности зообентоса составляют малощетинковые черви, а также личинки хирономид (рис. 25). Необходимо отметить, что распределение хирономид по водохранилищу в этот период было равномерным, так как численность колебалась в нешироком диапазоне величин — в пределах 1900—2500 экз./м². Наиболее благоприятные условия для развития олигохет складывались на ст. 8 (свыше 14000 экз./м²), а также на ст. 2 (свыше 6000 экз./м²). Именно на этих станциях биомасса олигохет отличалась повышенными значениями. Малочисленная группа моллюсков доминировала по биомассе на центральной станции — до 12 г/м², а также в водозаборном канале — свыше 5 г/м². Кроме них немалую долю в величину общей биомассы бентоценозов вносили личинки хирономид. Другие обнаруженные в

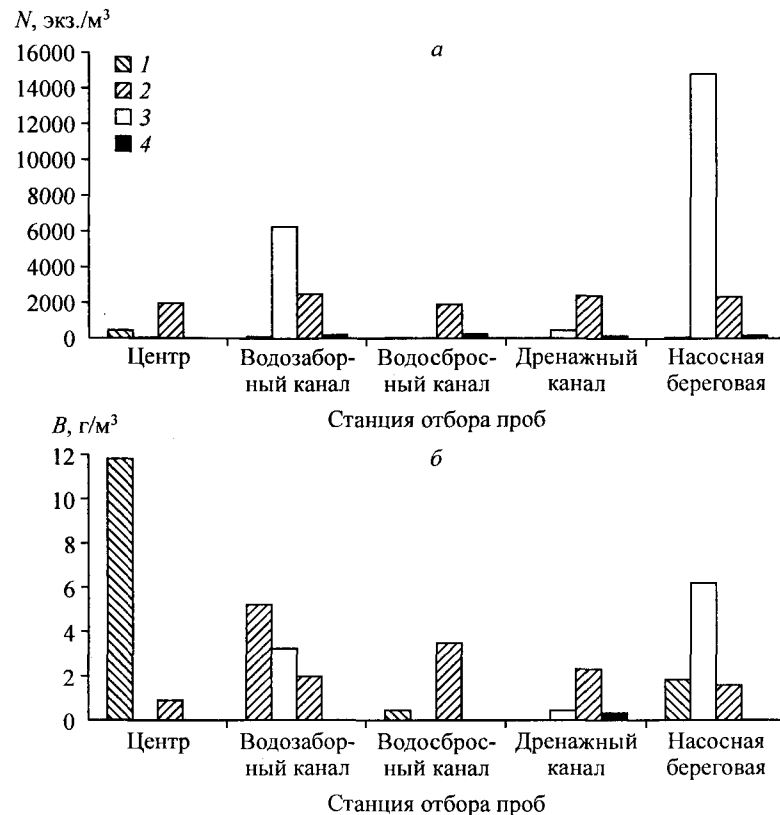


Рис. 25. Численность N (а) и биомасса B (б) зообентоса Харанорского водохранилища в сентябре 2000 г.

1 — моллюски, 2 — хирономиды, 3 — олигохеты, 4 — прочие.

этот период организмы — нематоды, мшанки, пиявки, водные клещи, мокрецы и галлицы, существенного значения ни в численности, ни в биомассе бентоса не имели. Общая численность этих организмов, отнесенных к группе «прочие», не превышала 240 экз./м², а биомасса — 0,332 г/м².

Таким образом, сложившийся к 2000 г. в водохранилище комплекс донных беспозвоночных по численности можно охарактеризовать как хирономидно-олигохетный, а по биомассе — моллюсково-хирономидно-олигохетный.

В октябре 2000 г. пробы зообентоса отобраны только в районе сбросного канала (ст. 3) на глубине 3,6 м (табл. 44). Отмечены четыре

Таблица 44

Численность N и биомасса B на ст. Водосбросный канал в октябре 2000 г.

Группа организмов	N , экз./м ²	B , г/м ²
Хируномиды	1220	3,14
Олигохеты	2860	0,36
Моллюски	100	3,98
Прочие	400	2,22
Весь зообентос	4580	9,7

группы организмов: моллюски, олигохеты, хируномиды, нематоды. Олигохеты так же, как и в сентябре, продолжали доминировать, однако их численность значительно снизилась и не превысила 3000 экз./м². Личинки хируномид, несмотря на более низкую численность, за счет увеличившегося среднего веса особей дали большую величину биомассы. Тем не менее основу общей биомассы зообентоса составляли моллюски. Группа «прочих» организмов была представ-

лена в этот период исключительно круглыми червями (см. табл. 44). Таким образом, и в октябре ядро бентоценоза водохранилища представлено тем же комплексом организмов.

В мае 2001 г. получены материалы, сходные с ранними (табл. 45). Так, было подтверждено ведущее значение в численности личинок хируномид и олигохет, а в биомассе — моллюсков с меньшей долей личинок хируномид и олигохет.

В то же время за период наших исследований на примере ст. 8 можно отметить существенные изменения в структуре доминантов: резкое, по сравнению с сентябрем 2000 г., снижение доли олигохет в общей численности и биомассе и возрастание доли моллюсков. С одной стороны, мы можем это объяснить особенностями жизненных циклов донных организмов, а с другой — неравномерностью их пространственного размещения, так как формирование сообществ бентоса на отдельных

Таблица 45

Численность N , экз./м², (числитель) и биомасса B , г/м², (знаменатель) зообентоса водоема-охладителя Харанорской ГРЭС в мае 2001 г.

Группа организмов	Центр	Водозаборный канал	Пляж	Насосная береговая
Хируномиды	4240	3060	640	440
	0,44	3,36	0,8	1,76
Олигохеты	4080	320	900	120
	2,4	0,2	0,08	0,04
Моллюски	160	—	40	320
	5,4	—	0,44	9,16
Прочие	240	3660	220	—
	0,07	0,14	0	—
Весь зообентос	8720	7040	1800	880
	8,31	3,61	1,32	10,96

Примечание. Прочерк — данная группа организмов отмечена не была.

биотопах зависит от сочетания целого ряда факторов. Анализ динамики величин численности и биомассы зообентоса за 2000—2001 гг. свидетельствует, что по-прежнему максимальные показатели численности и биомассы наблюдаются в центральной части водохранилища.

Анализируя в многолетнем аспекте полученные данные, можно отметить возросшую по сравнению с 1970-ми годами долю олигохет и личинок хируномид. В настоящее время можно говорить о том, что олигохеты стали постоянным и одним из основных компонентов сформированных бентоценозов, в то время как в водоемах затопления они, по-видимому, не имели столь высокого значения. Все это свидетельствует о произошедшем изменении экосистем водоемов затопления и создании на их основе совершенно новой экосистемы — водоема-охладителя. Эти же результаты свидетельствуют о процессах эвтрофикации водохранилища. Необходимо также отметить, что в структуре бентосных сообществ отсутствуют личинки поденок, стрекоз и крайне редки ручейники.

Состав зообентоса Харанорского водохранилища представлен в табл. 46.

Таким образом, в составе донной фауны Харанорского водохранилища выделяются три систематические группы: хируномиды, моллюски и олигохеты, при малом разнообразии организмов, относящихся к группе «прочие». Следствие такого низкого разнообразия — слабая устойчивость экосистемы к стрессовым ситуациям.

В целом можно отметить, что структура бентоценозов водохранилища закономерно отражает его особенности — мелководность, заиленность, высокую скорость водообмена, а также слабую зарастаемость водной растительностью. Небольшие глубины и интенсивное ветровое перемешивание водохранилища обеспечивают благоприятный газовый режим в течение вегетационного периода. Отрицательную роль в формировании бентосных сообществ играет значительная сработка уровня воды. Она задерживает и значительно снижает развитие бентоса в последующие годы. Особенно пагубное влияние сработка уровня должна оказывать на моллюсков, которые отличаются более продолжительным жизненным циклом. Вследствие непостоянства гидрологического режима и специфики условий существования процесс формирования биоценозов в мелководной зоне водохранилища будет более продолжительным.

В дальнейшем можно прогнозировать, что изменения в донных сообществах Харанорского водохранилища будут связаны прежде всего с гидрометеорологическими особенностями данной территории, а также с антропогенным воздействием — с вводом третьей очереди Харанорской ГРЭС, что будет способствовать увеличению поступающего тепла.

Таблица 46

Состав зообентоса Харанорского водохранилища

Организмы	Станция отбора проб			
	Центр	Водо- борный канал	Дренаж- ный канал	Насос- ная бе- реговая
Класс Гидрозои — Hydrozoa				
<i>Hydra</i> sp.			+	
Тип Круглые черви — Nematoda				
<i>Nematoda</i> gen. sp.	+			+
Тип Кольчатые черви — Annelida				
Класс Малошетинковые черви — Oligochaeta				
Семейство Lumbriculidae				
<i>Rhynchelmis limosella</i> Hoffmeister, 1843	+			
Семейство Tubificidae				
<i>Aulodrilus plurisetia</i> Piguët, 1906			+	+
Тип Моллюски — Mollusca				
Класс Брюхоногие моллюски — Gastropoda				
<i>Valvata depressa</i> C. Pfeiffer, 1828			+	
<i>Lymnaea auricularia</i> Linne, 1758		+		
<i>Planorbis corneus</i>		+		
Класс Двустворчатые моллюски — Bivalvia				
<i>Cristaria herculea</i> Middendorf			+	
Тип Членистоногие — Arthropoda				
Класс Arachnida				
<i>Acari</i> sp.			+	
<i>Hydrarachna</i> sp.			+	
Класс Насекомые — Insecta				
Отряд Ручейники — Trichoptera				
<i>Trichoptera</i> gen. sp.	+			
Отряд Двукрылые — Diptera				
Семейство Rhagionidae				
<i>Atherix</i> sp.				+
Семейство Ceratopogonidae				
<i>Palpomyia</i> sp.				+
Семейство Chironomidae				
<i>Aspictrotanypus trifascipennis</i> Zetterstedt, 1840	+		+	
<i>Tanypus vilipennis</i> Kieffer, 1918			+	
<i>T. punctipennis</i> Meigen, 1818		+		
<i>Procladius ferrugineus</i> Kieffer, 1919	+			
<i>Potthastia gaedi</i> Meigen, 1838	+			
<i>Anatopynia plumipes</i> Fries, 1823	+	+		
<i>Ablabesmyia gr. lentiginosa</i>	+			
<i>Psestrocladius dilitatus</i> Van der Wulp, 1834				
<i>Psestrocladius psilopterus</i> Kieffer, 1906		+		
<i>Eukiefferiella hospita</i> Edwards, 1929				
<i>Cladotanytarsus gr. mancus</i>		+		
<i>Cryptochironomus conjungens</i> Kieffer, 1918	+	+		
<i>Chironomus nigricaudatus</i> Erbaeva, 1968		+		+
<i>Ch. macani</i> Freeman, 1948			+	
<i>Ch. dorsalis</i> Meigen, 1818			+	
<i>Polypedilum gr. nubecolosum</i>			+	

4.7. ИХТИОФАУНА

4.7.1. Разнообразие рыб

Уменьшение биологического разнообразия приводит к снижению устойчивости водных экосистем. Анализ биоразнообразия опирается на инвентаризацию организмов. В основу такого анализа положены списки рыб, полученные во время исследований 1995—2003 гг. рек Онон, Турга, водохранилища, а также списки видов рыб, встречающихся на этой территории, полученные ранее [Берг, 1909; Громов и др., 1977; Карасев, 1987].

Известно, что биологическое разнообразие прямо влияет на функционирование экосистем: сокращение биоразнообразия отрицательно сказывается на структуре и функциональных связях экосистем, приводит к изменению в сообществах или даже к их разрушению [Соколов и др., 1994].

Ихтиофауна водоема-охладителя Харанорской ГРЭС формировалась главным образом за счет комплекса аборигенных видов. Исходным биофондом послужили рыбы, обитающие в реках Онон и Турга и пойменных водоемах, расположенных на водосборной площади. В водоемах зоны образования водохранилища установлено обитание 41 вида рыб и рыбообразных. Наибольшим видовым разнообразием отличается р. Онон, затем — водохранилище и самое низкое видовое разнообразие характерно для р. Турга (табл. 47). Это связано с гидрологическим и температурным режимами р. Турга и той высокой антропогенной нагрузкой, которую она испытывает.

Сведения о видовом составе ихтиофауны, распространении и биологии отдельных видов бассейна реки Онон имеются в работах П. С. Палласа [1788], Б. Дыбовского [1877]. В 1927 году Т. В. Родионова [1927] опубликовала небольшие заметки о рыбах р. Онон. Подробно многие виды рыб описаны Г. В. Никольским [1956], Г. Л. Карасевым [1987]. В 1946—1949 гг. маршрутные наблюдения по ихтиофауне притоков Верхнего Амура были сделаны Амурской ихтиологической экспедицией Московского университета [Труды..., 1950, 1951, 1952, 1958].

Несмотря на то, что сведения по ихтиофауне р. Онон носят фрагментарный характер и касаются отдельных его участков, эти материалы представляют очень большой интерес, так как охватывают длительный период и позволяют проследить те изменения, которые произошли в составе ихтиофауны за этот период.

По данным П. С. Палласа [1788], список рыб р. Онон включал 15 видов.

По данным А. Я. Таранца [1937], в бассейне р. Онон в эти годы встречалось 30—35 видов рыб.

5. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА

5.1. НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Сохранение и рациональное использование континентальных водоемов, в том числе и водохранилищ, как функциональной составляющей крупномасштабных биосферных процессов и источников водных и биологических ресурсов — необходимое условие обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития региона.

Научно-исследовательские работы, проводимые на водоеме-охладителе Харанорской ГРЭС, имеют большое значение для решения задач сохранения средообразующей роли водных экосистем, экологической экспертизы водохозяйственных объектов, проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ в Забайкалье, проведения биоманипуляционных мероприятий с целью управления качеством воды.

Очевидно, что каждый водоем имеет специфические черты, определяемые как региональными особенностями, так и рядом гидрологических, физико-химических факторов, в связи с чем различны уровни развития и разнообразие биоты. Это диктует необходимость определения состояния «нормы» экосистемы и ее изменений в каждом случае.

На завершающем этапе исследований водных объектов важны составление общей схемы функционирования их экосистем, установление качества воды и статуса по существующим типологическим классификациям, а также создание теоретической и экспериментальной базы для экологического контроля.

Задачи экологического контроля требуют таких подходов и методов исследования, которые позволяют эффективно работать с массивами данных, включающих результаты первичных биологических наблюдений; интегральные показатели состояния экосистем; классы качества вод. Решение ряда проблем нормального функционирования Харанорской ГРЭС возможно лишь при адекватной системе оценок экологиче-

ского состояния природных объектов (самого водоема-охладителя, рек Онон, Турга и всей водосборной площади), основанных на анализе большого количества факторов.

На основе полученного материала был проведен анализ качества воды водоема-охладителя Харанорской ГРЭС по гидрохимическим и биологическим показателям.

В отношении требований к качеству воды в рыбохозяйственных целях большинство гидрохимических характеристик по макрокомпонентам не выходит за допустимые значения. Некоторое превышение норм в ряде случаев имеют рН (допустимый интервал 6,5—8,5) и концентрация в воде фтора (допустимый максимум 0,75 мг/дм³). Содержание тяжелых металлов в исследованных водах низкое и не превышает фонового уровня, что объясняется высокой щелочностью среды (см. разд. 3.1).

Вода водохранилища по содержанию специфических загрязняющих веществ характеризуется как чистая — по нефтепродуктам, слабозагрязненная — по СПАВ и слабо- и среднезагрязненная — по фенольным соединениям. Так, по содержанию нефтепродуктов вода водохранилища характеризуется незначительным количеством данных компонентов, в среднем 0,007 мг/л, что практически соответствует нижнему значению естественного фона. Среднее содержание СПАВ в воде водохранилища за 2001—2003 гг. не превышает 0,04 мг/л, что указывает на слабое загрязнение.

Содержание фенольных соединений по акватории водохранилища не превышает 0,025 мг/л. Наибольшая концентрация фенола отмечена в сентябре 2001 г. в подводящем канале (0,025 мг/л), в августе 1995 и 2002 гг. — в районе насосной станции (0,006 мг/л), в августе 1995 г. — в р. Онон (0,012 мг/л). Высокие концентрации данного загрязнения в воде водохранилища, по-видимому, связаны с подкачкой фенолсодержащих вод из р. Онон. Концентрации фенольных соединений в р. Онон не превышают 0,012 мг/л.

В гидрохимическом режиме водохранилища немаловажную роль играют биогены NO₂, NO₃, NH₄, PO₄, P_{общ} и различные формы органического вещества, определяя среду обитания гидробионтов.

В летний период отмечено увеличение концентрации ионов азота: до 0,05 — NO₃, 0,028 — NO₂, 0,12 — NH₄. Это, вероятно, связано как с увеличением концентрации азота за счет поступления с промышленными и бытовыми сточными водами после биологической очистки воды, так и высокой активностью нитрификаторов и массовым отмиранием фитопланктона, что понижает качество природных вод.

Биохимическое потребление кислорода в центральной зоне водохранилища варьировало от 0,15 до 1,86 мг О₂/л, что указывает на очень

чистое (ПДК = 0,5—1,0) и чистое (ПДК = 1,0—1,9) состояние водоема. Однако в районе сбросного канала в июне 2002 г. получены результаты 3,4—3,9 мг О/л, что указывает на сброс недостаточно очищенных вод.

Таким образом, по совокупности гидрохимических показателей воды характеризовались в ряде случаев некоторым превышением норм, что не является при существующих их значениях жестким лимитирующим фактором для существования в водохранилище ихтиофауны.

Однако для определения качества вод определение химических показателей недостаточно — необходимо привлечение гидробиологических показателей.

Анализ полученных данных на основании нескольких классификаций качества природной воды водоема-охладителя Харанорской ГРЭС и рек Онон и Турга по микробиологическим критериям [Таубе, Баранова, 1983; Амбразене, 1984; Требования..., 1996] показывает, что вода в исследуемых водоеме и водотоках в летне-осенний период по степени загрязненности оценивается от класса умеренно загрязненная до загрязненная (табл. 75).

Для определения степени загрязнения природных вод также используется классическая система сапробности [Возная, 1967; Амбразене, 1984]. На основании такой классификации природные воды водохранилища относятся к β - и α -мезосапробным.

В практике исследований для определения степени трофности водоема главным образом используют средние за сезон значения. В рамках классификации В. И. Романенко [1985] по общей численности бактерий исследованный водоем характеризовался в течение 1995—

Таблица 75

Микробиологическая оценка качества воды водоема-охладителя Харанорской ГРЭС и рек Онон и Турга в 1995—2001 гг.

Станция	Класс	ОМЧ, млн кл./мл	ЧС, кл./мл	Коли-индекс, кл./мл
Вход в водохранилище (северо-западное побережье)	II	1,309	5000	1650
Центр	II	2,177	7000	1500
Водосбросный канал	III	3,509	70000	3300
Водозаборный канал (юго-восточное побережье)	II—III	2,299	23000	2100
Дренажный канал	III	3,639	59000	3500
Р. Турга	III	2,458	27000	5000
Р. Онон	II—III	1,488	14000	2400
Юго-восточное побережье	II—III	2,132	11000	1200

Примечание. ОМЧ — общая численность микроорганизмов в поверхностном слое воды; ЧС — численность сапрофитов.

1997 г. как мезотрофный с олиготрофными участками, а с 2001 г. — эвтрофный. Для расширения оценочных характеристик применили группировку данных с учетом частот встречаемости в рамках унифицированного классификатора качества вод [Гольд и др., 2002]. Выделены градации микробиологических характеристик качества вод. В соответствии с этим водоем-охладитель Харанорской ГРЭС характеризовался водой от умеренно загрязненной, малотоксичной, β -мезосапротоксобной в мае 2001 г. до загрязненной, среднетоксичной α -мезосапротоксобной в августе 2001 г.

Степень загрязнения природных вод по комплексной системе классификации определяет особенности ее использования [Амбразене, 1984]. Воды водоемов и водотоков, отнесенные ко второму классу (слабо загрязненные), соответствуют β -мезосапробной зоне, которая характеризуется преобладанием процессов аэробной деструкции органического вещества. Вода пригодна для культурно-бытового использования, отчасти для рыбоводства, промышленности, сельского хозяйства. Вода промежуточного второго—третьего класса (умеренно загрязненная) соответствует переходу с β - на α -мезосапробную зону. Она имеет интенсивную биоактивность и большую способность к самоочищению, однако из-за дорогостоящей подготовки не рекомендуется для центрального водоснабжения: при бытовом использовании существует опасность заражения инфекционными заболеваниями из-за возможности присутствия фекального загрязнения, но пригодна для некоторых отраслей промышленности и сельского хозяйства. В случае зарегулирования стока рек следует ожидать бурного развития водорослей.

Вода третьего класса (сильно загрязненная) соответствует α -мезосапробной зоне и характеризуется интенсивной деструкцией органических веществ, но в водных объектах такого типа часто преобладают анаэробные процессы. Вода без особой подготовки не пригодна для употребления.

На основании анализа динамики численности микроорганизмов, их морфологического состава, динамики эколого-трофических групп, их соотношения в структуре микробных сообществ воды и донных осадков, сравнительной оценки функциональной активности микроорганизмов различных участков водоема-охладителя Харанорской ГРЭС и рек Онон и Турга определена степень загрязнения природных вод. На основании классификации природные воды водоема-охладителя отнесены к β - и α -мезосапробным и соответствуют второму, второму—третьему, третьему классам вод.

В оценке качества воды Харанорского водохранилища по организмам зообентоса использована методика Вудивисса, принятая в нашей стране для оценки качества вод [Макрушин, 1974а], учитывающая ин-

дикаторное значение отдельных, показательных организмов, а также общее количество обнаруженных групп организмов.

На основании проведенных исследований 2000—2001 гг. получены следующие результаты: признанные показатели чистых вод — личинки веснянок — обнаружены не были. Лишь на центральной станции один раз отмечены личинки одного вида ручейников. Таким образом, из всех показательных организмов в бентосе отмечены лишь личинки хирономид и олигохеты. Максимальное количество обнаруженных в зообентосе водохранилища групп организмов не превысило 10, что дает величину биотического индекса Вудивисса, равную 3. Согласно «Классификатору качества вод суши по гидробиологическим показателям» [Руководство..., 1983], эти данные соответствуют третьему классу вод (умеренно загрязненные). В то же время необходимо отметить, что на большей части обследованных станций количество отмеченных групп было значительно меньшим и не превышало пяти, а это дает величину биотического индекса, равную 2 (четвертый класс вод, или загрязненные воды).

Основываясь на полученных результатах, по организмам зообентоса качество вод Харанорского водохранилища мы относим к четвертому — третьему классу (загрязненные и умеренно загрязненные воды).

Зоопланктон, как часть экосистемы водоема, тесно связан с другими его звеньями и представляет собой важный фактор формирования качества воды: изменение условий существования организмов приводит к изменению видового состава водоема, количественных и качественных показателей. Для оценки качества воды в водохранилище по зоопланктону использовали метод индикаторных организмов Пантле-Бука в модификации Сладечека [Макрушин, 1974а; Унифицированные методы..., 1975].

За весь период исследований (1995—2003 гг.) в составе зоопланктона обнаружено 56 видов — индикаторов различных зон сапробности, среди которых 34 % составляют виды, развивающиеся в о-сапробных, и столько же в β-мезосапробных условиях, 27 % — индикаторы переходной между о- и β-мезосапробной зоной.

Значения индекса сапробности колебались от 1,25 до 2,03. В водохранилище не выявлены участки, резко отличающиеся по степени загрязнения, т. е. показатели сапробности на разных станциях не имели резких отличий. В 2001 г. наибольшее значение индекса сапробности отмечалось в мае на водосборном канале (2,03) вследствие массового развития коловраток из рода *Brachionus* с индикаторным весом 2,0—2,5. Постепенно к октябрю показатель сапробности снизился до 1,43. На центральной станции индекс изменялся от 1,81 до 1,51. В 2002 г. индекс сапробности находился в пределах от 1,25 в июне до 1,55 в ноябре, в октябре отмечено его максимальное значение — 1,74. Такие колебания

индекса соответствовали динамике развития олигосапроба *K. longispina* и β-мезосапроба *D. galeata*. В 2003 г. наблюдалось постепенное увеличение показателя загрязненности от 1,29 в марте до 1,88 в июне.

Таким образом, наибольшее загрязнение водохранилища органическими веществами наблюдается в мае—июне (исключение 2002 г.), в период, когда в водоеме отмечается повышенное содержание органического вещества, поступающего весной с паводковыми водами. Качество воды водоема-охладителя по видам-индикаторам зоопланктона относится к классу о- и β-мезосапробного, т. е. чистого и умеренно загрязненного.

Состав индикаторных видов фитопланктона указывает на умеренное загрязнение вод водохранилища в настоящее время. Анализ видового состава фитопланктона на сапробность по списку индикаторных организмов показал, что большинство видов относится к β-мезосапробам (50 %) и о-β-сапробам (8 %). Значительно меньше о-сапробов. α-Сапробы занимают не более 3 %.

В настоящее время довольно высокие температуры воды в Харанорском водохранилище не сказываются отрицательным образом на развитии как диатомовых весной и осенью (виды *Aulacoseira*, мелкие центрические диатомовые), так и синезеленых водорослей (*Aphanizomenon*) летом. Следует отметить, что в водохранилище эвтрофирование происходит довольно быстро. Так, летом 1996 г. синезеленые практически отсутствовали, а в 2001 г., напротив, они развивались уже в значительном количестве, достигая степени интенсивного цветения, при этом максимальная биомасса, в основном за счет *Aphanizomenon flos-aquae*, превышала 130 г/м³. В среднем за пятилетний период с 1996 по 2001 г. произошло изменение трофического статуса. Если ранее он оценивался как олиготрофно-мезотрофный и только в октябре как эвтрофный, то в 2000—2002 гг. большую часть времени этот водоем, следуя классификации И. С. Трифионовой [1979], принадлежал к эвтрофному типу, а летом 2001 г. (август) — к высокоэвтрофному. В известной мере ухудшилось и качество вод водохранилища. Если ранее во время максимального развития водорослей преобладали о- и β-о-сапробы, то сейчас массовые виды фитопланктона исключительно β-мезосапробы. Таким образом, динамика развития фитопланктона в Харанорском водохранилище должна находиться под постоянным контролем, чтобы не допустить гипертрофирования водоема.

Учет при анализе приведенных выше гидробиологических показателей продемонстрировал, что качество вод водоема-охладителя Харанорской ГРЭС и рек Онон и Турга по разным индексам сильно варьировало: от чистой до загрязненной. Противоречивость оценок качества воды связана с высокой чувствительностью микробных сообществ и

водных организмов дна — зообентоса, поскольку даже кратковременное незначительное локальное воздействие аккумулируется в этих организмах и отражается на их функционировании. Являясь интегрирующим функциональным звеном планктонных и бентосных сообществ, эти организмы отражают не только состояние экосистемы, но и тенденции дальнейшего развития. Изменения структурно-функциональных показателей сообщества водных организмов, которые выразились в оценке качества воды, позволяют сделать вывод о том, что в экосистеме наметились тенденции спонтанных циклических колебаний и довольно быстрого процесса эвтрофирования.

В связи со значительным расхождением оценочных характеристик качества воды необходима разработка региональной унифицированной классификации качества вод, отражающий класс качества, степень загрязнения воды в соответствии с ГОСТом, токсичность и сапротоксичность, сопряженность биологических показателей с компонентами экосистемы.

Таким образом, имеющаяся научная база и дальнейшее изучение гидрохимических и гидробиологических показателей водохранилища чрезвычайно важны для разработки мониторинга, развития теории функционирования водных экосистем. Это крупная научная проблема, решение которой позволяет обеспечивать экологическую безопасность региона.

5.2. ВЛИЯНИЕ ВОДОЗАБОРА НА ИХТИОФАУНУ

Река Онон имеет статус реки высшей рыбохозяйственной категории. Здесь осуществляются миграция, зимовка и нерест промысловых видов рыб.

Харанорская ГРЭС использует для охлаждения агрегатов воду. Вода поступает по подводящему каналу длиной 700 м и забирается береговой насосной станцией общей производительностью 27,9 м³/с. Развитие энергетики остро ставит проблему защиты рыбы от водозаборов большой мощности.

Очистка забираемой воды производится решетками, а затем вращающимися водоочистными сетками с металлическими сетными полотнами (размер ячейки 5 × 5 мм).

Учет гибели рыбы на плоских защитных сетках проводился в 2002 г. (июль, сентябрь, октябрь) каждые два часа в течение суток. У рыб определяли размерно-весовые характеристики. Функциональное состояние рыб оценивалось с помощью наружного осмотра. При этом обращалось внимание на целостность чешуйного покрова, плавников, состояние жабр, содержание слизи, интенсивность окраски.

На сетках насосной станции регистрировались как мертвые рыбы, но их доля была незначительна, так и снулые, но большую часть составляла живая молодь рыб. При этом многие рыбы имели нарушенный чешуйный покров, более низкую интенсивность окраски. У некоторых наблюдалась гипертрофированность жабр. Погибшие и снулые рыбы были покрыты слизью.

Несмотря на то, что в водохранилище встречается до 23 видов рыб, а в р. Онон было зарегистрировано до 40 видов, на сетках водозаборных сооружений встречались молодь только 12—15 видов рыб. Из них наиболее часто встречались четыре вида (гольян, пескарь, горчак, чебак) (табл. 76).

Из перечисленных видов рыб на сетки водозаборного сооружения выносятся молодь рыб, менее требовательных к нерестовому субстрату и имеющих наиболее высокую численность.

Молодь в водозаборных сооружениях имела примерно одинаковые размеры, за исключением пескаря-губача Черского (табл. 77).

Встречаемость молоди на сетках в весенний период составляет от 60 до 75 %, а в осенний период падает до 11 %. Видовой состав рыб, встречающихся на сетках, не изменчив в летне-осенний период, но в количественном отношении имеются значительные отличия (см. табл. 76).

Сезонная ритмичность характеризуется более интенсивным попаданием горчака, пескаря и голяна в весенне-летний период. Осенью голян, конь и горчак практически не встречаются на сетках водозаборных сооружений. В то же время увеличивается попадание чебака, амур-

Таблица 76

Состав рыб на сетках ст. Насосная береговая, %

Вид	Июнь		Сентябрь		Октябрь	
	Количество, шт.	%	Количество, шт.	%	Количество, шт.	%
Горчак	70	11,3	1	0,4	0	0,0
Пескарь	193	31,0	127	45,4	41	37,9
Голян	247	39,6	19	6,8	0	0,0
Чебак	21	3,4	63	22,4	27	25,0
Амурский чебачок	32	5,0	45	16,0	12	11,1
Пескарь-губач	6	1,0	1	0,4	1	0,9
Жерех	0	0,0	1	0,4	10	9,3
Конь	46	7,4	10	3,6	—	0,0
Карась	1	0,2	8	2,8	7	6,5
Прочие	12	1,1	5	1,8	10	9,3
Всего	622	100	280	100	108	100