

Экологическое состояние Новосибирского водохранилища

О. Ф. ВАСИЛЬЕВ, В. М. САВКИН, С. Я. ДВУРЕЧЕНСКАЯ,
С. Я. ТАРАСЕНКО, П. А. ПОПОВ, А. Ш. ХАБИДОВ

*Институт водных и экологических проблем СО РАН
630090 Новосибирск, Морской просп. 2*

АННОТАЦИЯ

Новосибирское водохранилище, имеющее длительный период эксплуатации, может служить моделью при оценке влияния крупных искусственных водоемов Сибири на экосистемы реки и прилегающих территорий.

Проведены комплексные исследования гидрологических и водноресурсных особенностей водохранилища, его гидрохимических и гидробиологических характеристик в многолетней динамике. Выявлены тенденции изменения содержания главных ионов, биогенных и органических веществ, тяжелых металлов, изучен видовой состав гидробионтов. Гидробионты водохранилища представлены авто-, миксо- и гетеротрофными бактериями, организмами фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса, макрофитами. По числу видов, численности и биомассе преобладают лимнофилы, характеризуя (вместе с комплексом абиотических факторов) водоем преимущественно как мезотрофный – с экологической и β -, а на отдельных участках α -мезосапробный – с санитарно-гигиенической точки зрения.

Результаты исследований, изложенные в работе, могут быть использованы при прогнозах взаимодействия перспективных водохранилищ с окружающей природной средой.

Новосибирское водохранилище – самый крупный искусственный водоем Западной Сибири: площадь водосбора р. Оби в створе гидроузла составляет 228 000 км², бассейн водохранилища включает территории Новосибирской области и Алтайского края. Стадийное заполнение чаши водохранилища происходило в 1957–1959 гг., нормальная эксплуатация водохранилища продолжается 40 лет [1].

Новосибирский гидроузел запроектирован и построен с энергетической целью. Однако усиление в 70-х гг. антропогенного пресса на естественные водные объекты Сибири, в частности на водные ресурсы Новосибирского водохранилища, привело к смене ведущего водопользователя, имеющего право на первоочередное обеспечение водой.

Развитие объединенной энергосистемы Сибири свело к минимуму энергетическое значение Новосибирского гидроузла. В сложившихся условиях водные ресурсы водохранилища в

большей степени имеют водоснабженческое значение, используются для ирригации и рекреации, в нижнем бьефе обеспечивают водоснабжение коммунального хозяйства г. Новосибирска и речной транспорт.

По гидрологическому режиму и морфометрическим характеристикам (табл. 1) Новосибирское водохранилище является типично равнинным водоемом и подразделяется на три основные зоны: нижнюю – озеровидную; среднюю – суженную и верхнюю – расширенную. Нижняя часть водохранилища характеризуется наибольшей шириной, максимальными глубинами и развитием ветрового волнения. Стоковые течения здесь имеют минимальные значения 0,1–0,15 м/с, в прибрежной зоне наблюдаются ветроволновые течения, возникающие при штормах и имеющие скорость до 0,3 м/с. В связи со значительными разгонами ветров юго-западной четверти волны достигают здесь

Гидрологический режим и морфометрические характеристики Новосибирского водохранилища

Зона затопления		Морфометрия		Гидрология	
Площадь в целом, км ²	951	Напор, м	19,7	Сток реки в створе гидроузла, м ³ /с (км)	
В том числе:		Площадь водного зеркала, км ²		по проекту	1637(51,7)
сельхозугодия	281	при НПУ	1070	фактически	1590(50,2)
пашня	48	при УМО	772	Максимальный расход воды (м ³ /с) в реке с обеспеченностью	
сенокосы	136	Объем, км ³		p = 0,01 %	21 200
пастбища	97	общий	8,86	p = 0,1 %	15 900
Земли Гослесфонда, км ²	289	полезный	4,40	Гарантированные расходы в нижнем бьефе, м ³ /с	
Прочие земли	381	мертвый	4,46	в безледовый период	1200–1300
В том числе болота	120	Величина сработки уровня, м		зимние	450
Затопление древесины, млн м ³	1	средняя	5,0	Объем весеннего половодья, км ³	
Заторфованность, %	13	максимальная	7,1	средний	32,9
		минимальная	2,9	наибольший	43,3
		навигационная	1,2	наименьший	18,0
		Глубина при НПУ, м		Основная приточность, км ³	
		средняя	9,0	средняя	52,0
		наибольшая	25,0	наибольшая	75,3
		Ширина при НПУ, км		наименьшая	38,4
		средняя	10,0	Боковая приточность, км ³	
		наибольшая	22,0	средняя	2,0
		наименьшая	2,0	наибольшая	2,8
		Длина при НПУ, км	200	наименьшая	1,0
		Мелководья, %	16	Коэффициент использования стока	0,89
		Протяженность берегов, км	599		
		В том числе абразионных	400		

высоты 3,0 м, а правобережные склоны подвержены наиболее интенсивному разрушению [2].

В средней, суженной, части водохранилища глубины уменьшаются, а многочисленные острова, сохранившиеся в пределах долины Оби, препятствуют развитию ветрового волнения. Скорости стоковых течений здесь возрастают, а ветроволновых – снижаются.

Верхняя, расширенная, часть водохранилища характеризуется гидрологическим режимом в русловой части, близким к речному. Скорости стоковых течений достигают 1,5 м/с, ветроволновые практически отсутствуют, а высоты волн – минимальные для водохранилищ.

Полный объем Новосибирского водохранилища аккумулирует в себе в среднем 17 % годового стока в створе гидроузла, а полезный – 8,6 %. В различные по водности годы соотношение полезного объема и годового стока изменяется от 12 до 6 %, при колебаниях годового стока от 36,7 до 73,2 км³. Полезный объем водохранилища составляет 13,4 %, а полный – в 3,7 раза меньше объемов весеннего половодья.

Это обстоятельство весьма существенно отражается на ежегодном наполнении водохранилищ и трансформации весеннего паводка. Регулирование стока Новосибирским водохранили-

щем, ввиду его малой полезной емкости, заметной срезки пика паводка не производит, поэтому максимальные расходы 0,1 и 0,01 % обеспеченности практически равны естественным. Для маловодного и среднего года доля весеннего стока уменьшается соответственно на 17,6 и 8 %, тогда как в многоводные годы – всего на 2,9 %. Основная приточность в Новосибирское водохранилище составляет 94–96 %, на долю боковой приточности с водосбора водохранилища приходится около 4 %, или 2 км³ от общего притока [3].

Новосибирское водохранилище осуществляет сезонное неглубокое регулирование стока. В годовом разрезе урвненный режим водохранилища характеризуется следующими основными фазами: интенсивное повышение уровня воды в результате заполнения водохранилища стоком весеннего половодья; летнее стояние уровней на отметке НПУ и кратковременное его превышение на 0,2–0,4 м, позволяющее увеличить водные запасы; осенне-зимняя сработка уровня, достигающая 5,0 м и ограниченная уровнем "мертвого" объема. Однако в связи с увеличением потребностей в водных ресурсах фактически его уровень опускался ниже уровня "мертвого" объема в 1980–1981 гг. на 1,28 м,

Т а б л и ц а 2

Скорость стоковых течений, м/с, на Новосибирском водохранилище в средний по водности год (горизонт 0,5 м от дна)

Удаление от плотины, км	Фаза повышения уровня			Фаза стабилизации уровня			Фаза понижения уровня		
	Затопленное русло Оби	Граница прибрежной зоны		Затопленное русло Оби	Граница прибрежной зоны		Затопленное русло Оби	Граница прибрежной зоны	
		правый берег	левый берег		правый берег	левый берег		правый берег	левый берег
220	1,40	*	*	0,60	*	*	0,45	*	*
200	1,50	*	*	0,58	*	*	0,32	*	*
180	1,10	*	*	0,45	*	*	0,26	*	*
160	0,75	0,28	0,16	0,38	0,20	0,12	0,21	0,15	0,07
140	0,46	0,20	0,11	0,29	0,16	0,07	0,17	0,09	0,05
120	0,36	0,10	0,05	0,25	0,05	–	0,15	0,04	–
100	0,30	0,04	–	0,19	–	–	0,12	–	–
80	0,24	0,02	–	0,14	–	–	0,11	–	–
60	0,18	–	–	0,10	–	–	0,09	–	–
40	0,08	–	–	0,06	–	–	0,05	–	–
20	0,04	–	–	0,03	–	–	0,02	–	–
1	0,02	–	–	0,02	–	–	0,02	–	–

П р и м е ч а н и е. * – измерения не производились.

в 1981–1982 гг. – на 1,87 м, с 1989 г. – на 0,6–0,7 м.

Уровень воды в Новосибирском водохранилище на отметках НПУ поддерживается в среднем 126–128 дней, при колебаниях от 37 (1963 г.) до 207–254 дней (1960, 1961 гг.). Продолжительность его стояния составляет 30–35 % в годовом разрезе и 80–85 % от длительности безледоставного периода (рис. 1).

По существующей классификации [4], Новосибирское водохранилище относится к водоемам большого водообмена, в среднем он составляет 6,90 в год. В маловодные годы происходит 5-кратная (1974 – 4,89), в многоводные – 9,1–9,6-кратная смена водных масс (1969 г. – 9,56).

Во внутригодовом разрезе (см. табл. 1) наибольших величин коэффициент водообмена достигает в апреле–июне, с преобладанием в мае – 1,20. За 3 весенних месяца в водохранилище происходит в среднем более чем 3-кратная смена водных масс, а в маловодные – 5-кратная.

Коэффициенты водообмена в период с ноября по март составляют в среднем 1,31. Достаточно высоки они в июле–августе, снижаясь в сентябре–октябре до 0,80.

Следует отметить, что водные запасы водохранилища существенно улучшили санитарные условия реки в районе г. Новосибирска, работу городского водопроводного хозяйства, а также навигационные условия в период летне-осенней межени. Минимальные зимние расходы р. Оби

у г. Новосибирска повысились с 190 м³/с в естественном состоянии до 450 м³/с – в зарегулированном, а навигационные расходы в период летне-осенней межени увеличились соответственно с 750 до 1300 м³/с. Водные ресурсы водохозяйственного комплекса водохранилища, равно как и всей бессточной части Обь-Иртышского междуречья, входящего в бассейн верхней Оби и находящегося в пределах Алтайского края и южной части Новосибирской области, распределены неравномерно и подвержены значительным внутри- и межсезонным колебаниям.

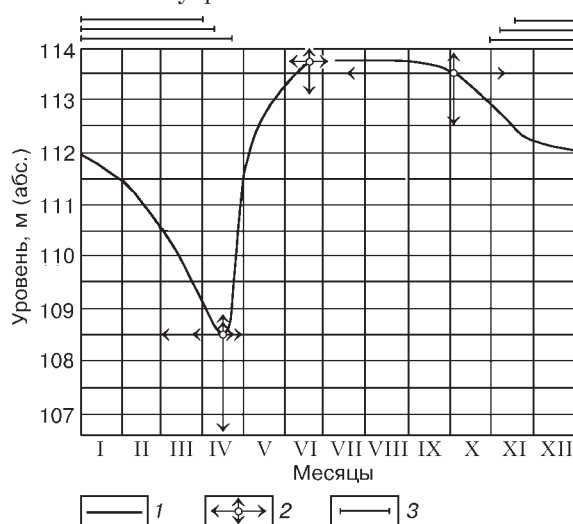


Рис. 1. Колебания уровня Новосибирского водохранилища.

1 – колебания уровня воды; 2 – экстремальные отклонения отметок уровня во времени и по величине; 3 – сверху вниз: минимальная, средняя и максимальная продолжительности ледостава.

Усилившиеся в последнее десятилетие противоречия между участниками ВХК (ирригация, промышленно-коммунальное водоснабжение, водный транспорт, энергетика, рыбное хозяйство), обостренные серией маловодных лет и периодов, могут еще усугубиться в связи с возрастанием заборов воды на сельскохозяйственные нужды. Равноправным участником ВХК становится и рекреация. Все это влечет более серьезные требования не только к рациональному количественному распределению воды, но и к ее качественному составу, как правило, ухудшающемуся из-за интенсивного хозяйственного освоения территорий, прилегающих к водохранилищу, и продолжающейся абразии его берегов. Современное состояние ВХК показывает, что в маловодные годы с обеспеченностью зимней межени (ноябрь–март) 85 % и ниже выходят из строя водозаборы как в верхнем, так и в нижнем бьефах. В летне-осеннюю межень (август–сентябрь) в годы с обеспеченностью по стоку 85 и 95 % для работы водного транспорта могут быть осуществлены судоходные попуски не более 1100–1000 и 1000–900 м³/с соответственно, т. е. значительно меньше, чем это предусмотрено действующими правилами. (табл. 1) Дефицит стока при проектируемых заборах воды в зимнюю межень, обеспеченностью 85 и 95 %, составляет соответственно 0,7 и 1,9 км, компенсируясь сработкой водохранилища ниже УМО на 1,10 и 3,40 м.

В ближайшей перспективе нагрузка на водные ресурсы Новосибирского водохранилища будет возрастать за счет строительства водозабора у с. Крутиха с производительностью 31 м³/с, необходимости бесперебойной работы Чеминской оросительной системы с расходом 10 м³/с, годовым водопотреблением 0,07 км³ и Ирменской оросительной системы с расходом 12 м³/с и годовым водопотреблением 0,12 км³.

Увеличение расходной части водохозяйственного баланса при одновременном снижении приходной крайне обостряет водохозяйственную обстановку, приводит к дефициту водных запасов водохранилища перед весенним наполнением. Это вынуждает рассматривать возможность сработки уровня воды ниже УМО, что, безусловно, сопряжено с негативными экологическими последствиями.

Водохозяйственная обстановка ухудшается и вследствие так называемой посадки уровня в нижнем бьефе ГЭС из-за карьерных разработок аллювиальных отложений в русле реки. Увеличение емкости русла на 30-километровом участке реки от створа ГЭС составило 40 · 10⁶ м³ за период эксплуатации водохранилища, в том числе карьерных разработок около 31 · 10⁶ м³. При этом понижение уровня воды р. Оби к 2000 г. может составить у плотины ГЭС 210 см, у г. Новосибирска – около 150 см [5]. Это потребует дополнительного увеличения объемов попусков из водохранилища в нижний бьеф для обеспечения нормальных условий работы городских водозаборов и речного флота.

Выполненные в ИВЭП СО РАН расчеты показывают, что в годы практически любой водности существует зимний дефицит водных ресурсов водохранилища, достигающий 1,3–1,4 км³. Ликвидация этого дефицита возможна дополнительным зарегулированием стока р. Оби, а также комплексом инженерных мероприятий в верхнем бьефе в интересах рыбного хозяйства и в нижнем бьефе у водозаборов г. Новосибирска, что позволит сократить непроизводительные сбросы. Дополнительное зарегулирование стока значительно уменьшило бы и вероятность катастрофических наводнений на р. Оби в черте г. Новосибирска и пригородной зоны, периодически происходящих в весенний период (1966, 1993, 1996 гг.).

Создание Новосибирского водохранилища вызвало и ряд негативных последствий, что обусловило необходимость проведения определенных природоохранных мероприятий. В первую очередь они связаны с обрушением берегов чаши водохранилища, обусловленных ветроволновым воздействием. Следует отметить, что процесс разрушения берегов достаточно изучен. На Новосибирском водохранилище исследования динамики береговой зоны проводятся со времени наполнения, что позволило уточнить ранее выданные прогнозы и разработать рекомендации по эффективной защите абразионных берегов на участках, освоенных в хозяйственных целях [2].

В настоящее время резкое нарушение устойчивости надводных склонов происходит в основном при сочетании высоких уровней воды

в водохранилище с повышенными скоростями ветра. При пониженных уровнях воды в водохранилище происходят размыв ранее сформировавшихся прибрежных отмелей и некоторое затухание процессов обрушения надводных склонов, однако при последующем повышении уровней воды наблюдается вспышка разрушения и берегов. За период существования водохранилища максимальное отступление правого берега нижней части водохранилища, сложенного суглинками, достигло 350 м. Протяженность размываемых берегов к настоящему времени ~ 400 км, общие потери земли в результате абразии берега ~ 17 км².

Сохранность берегов Новосибирского водохранилища – одна из актуальных задач. Уже давно разработано, внедрено и имеет положительный опыт крепление берега намывным пляжем в районе Академгородка СО РАН, который существует с 1962 г. и эффективно сохраняет от размыва лесопарковую зону и участок железной дороги. В 1985–1990 гг. выполнены крепления берегов водохранилища комбинированным методом, включающим уполаживание надводных откосов, отсыпку надводной и подводной частей пляжа и сооружение специальных бун, регулирующих вдольбереговые потоки наносов, возникающие при штормах. Однако до настоящего времени большая часть размываемых берегов нижней части водохранилища требует защиты тем или иным видом крепления.

Следует отметить, что в береговой зоне водохранилища расположены многие водозаборы, в том числе питьевого назначения, как за счет поверхностных, так и подземных вод. Нормальная их эксплуатация во многом зависит от регулирования водных запасов водохранилища. Гидрогеологические условия, создавшиеся в результате подпора подземных вод со стороны водохранилища, – явление по существу отрицательное, – оказалось возможным использовать для практических целей: получить для питьевого и хозяйственного водоснабжения подземные воды без организации отдаленных водозаборов, биологической и механической очистки, что необходимо при использовании поверхностных вод водохранилища. Подземными инфильтрационными водами в зоне

подпора в настоящее время снабжаются многие поселки и промышленные предприятия, Академгородок СО РАН, многочисленные спортивно-оздоровительные учреждения, расположенные на берегах водохранилища.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Изучение химического состава воды водохранилища осуществлялось с первых лет его функционирования [6–10]. В данной работе приведены результаты наблюдений за период 1990–1996 гг. в сравнении с начальным периодом его существования.

Наблюдения за составом воды проводились на всей его акватории (рис. 2) в основные гидрологические фазы не менее 8–10 раз в год.

Анализы воды на содержание тяжелых металлов проводились в Институте неорганической химии, Аналитическом центре Объединенного института геологии, геофизики и минералогии и Институте водных и экологических проблем СО РАН; анализы воды на содержание фенолов – в Институте органической химии СО РАН; анализы воды на содержание остальных химических ингредиентов – в Западно-Сибирском территориальном центре по мониторингу загрязнения окружающей среды и в лаборатории контроля качества природных и сточных вод Управления эксплуатации Новосибирского водохранилища.

Общая минерализация, главные ионы, газовый режим и биогенные элементы

Минерализация воды носит сезонный характер и определяется, главным образом, внутригодовым распределением стока р. Обь. Максимальные значения минерализации (300–350 мг/л) наблюдались в феврале–марте, минимальные (100–150 мг/л) – весной (апрель) за счет интенсивного поступления паводковых вод. В летний период водохранилище работает в транзитном режиме: происходит вытеснение маломинерализованных весенних вод более минерализованными летними водами

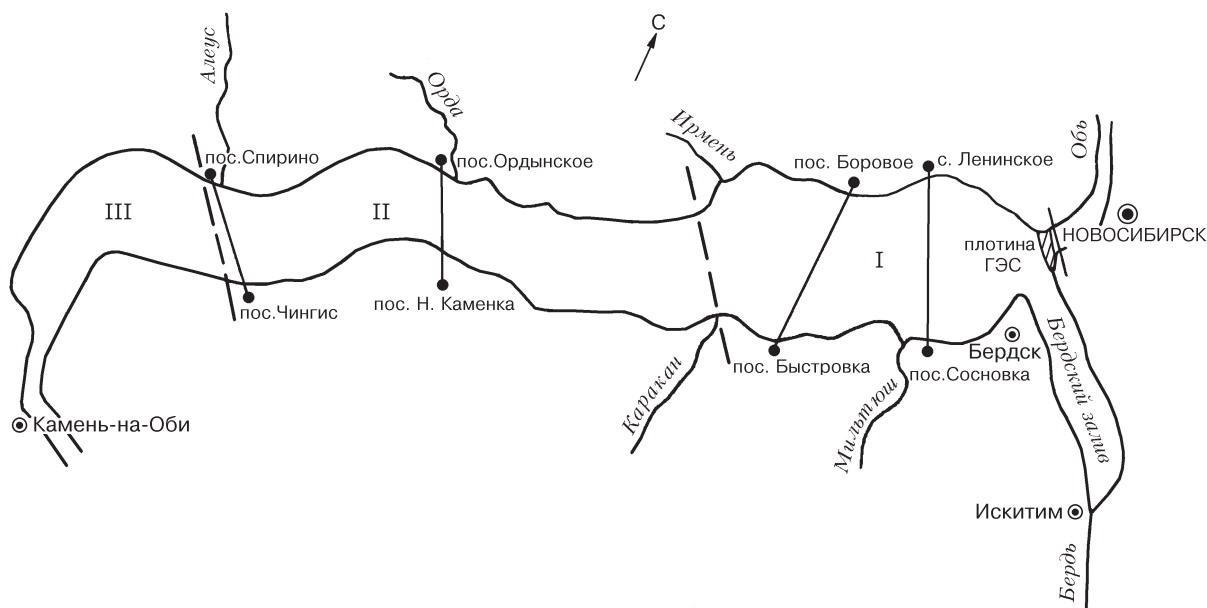


Рис. 2. Схема Новосибирского водохранилища. I – III – зоны водохранилища.

р. Обь. При этом минерализация по всей акватории составляет 190–240 мг/л. Осенью минерализация воды изменяется в тех же пределах, что и летом (200–260 мг/л).

Химический состав воды в водохранилище по содержанию главных ионов также определяется стоком р. Обь и имеет четко выраженный сезонный характер: более высокое относительное содержание растворенных солей наблюдается в зимнее время, более низкое – в весенне-летний период. Во все сезоны преобладающими анионами являются HCO_3^- -ионы, содержание которых колеблется в пределах 75–180 мг/л (30–45 %-экв. от суммы ионов). Содержание других анионов значительно меньше: 3–12 мг/л SO_4^{2-} (5–11 %-экв.) и 0,5–8 мг/л (0,5–5 %-экв.) Cl^- ионов. Основную часть катионов в воде водохранилища составляют ионы Ca^{2+} (30–80 мг/л) (25–38 %-экв.). Содержание ионов Mg^{2+} колеблется в пределах 2–15 мг/л (6–15 %-экв.). Жесткость воды в водохранилище умеренная: 4,5–5,5 мг-экв./л – зимой и 2,3–2,8 мг-экв./л – весной. За период наблюдений не выявлено существенных различий в содержании главных ионов по акватории водохранилища, что свидетельствует о незначительном влиянии боковой приточности, имеющей малый годовой сток по сравнению с р. Обь.

В целом за исследуемый период, по сравнению с начальным периодом становления водохранилища, минерализация воды несколько воз-

росла, при этом содержание Cl^- и SO_4^{2-} -ионов увеличилось в 1,6 и 1,8 раза соответственно (рис. 3).

Кислородный режим в первые годы существования водохранилища характеризовался как неблагоприятный, особенно в зимний период, что, по-видимому, связано с процессами разложения растительного и почвенного покрова затопленной территории. Так, в марте 1958 г. содержание растворенного кислорода снизилось до 0,2 мг/л [6]. В последующие годы по мере ослабления влияния затопленного ложа дефицит кислорода уменьшился и его содержание было в пределах нормы (не менее 4 мг O_2 /л). Однако в ряде случаев в зимние периоды маловодных лет (1981–1982) наблюдался дефицит кислорода (до 3,5 мг O_2 /л) [10]. Ухудшение кислородного режима на отдельных участках водохранилища указывает на высокий уровень загрязнения воды органическими веществами. За исследуемый период содержание растворенного кислорода оставалось стабильным: максимальные концентрации кислорода (9–12 мг/л) наблюдались осенью, что обусловлено увеличением его растворимости при низких температурах, а также снижением его расхода на дыхание гидробионтов. Минимальные концентрации кислорода в воде (5,1–8,5 мг/л) наблюдались зимой, что, по-видимому, связано с нарушением газового обмена с атмосферой при образовании ледяного покрова. Анализ многолет-

них данных позволяет сделать вывод, что наиболее неблагоприятный кислородный режим сложился в первые годы наполнения водохранилища под влиянием затопленной органической массы, на разложение которой требовалось значительное количество кислорода [6]. В последующие годы с ослаблением влияния затопленного ложа дефицит кислорода уменьшился. В настоящее время кислородный режим водохранилища считается благоприятным и стабильным для жизнедеятельности гидробионтов.

Воды р.Обь на участке Новосибирского водохранилища до его образования были, как правило, слабощелочными: в открытый период значения рН колебались в пределах 7,7–8,2; зимой – 7,4–7,5. За исследуемый период величины рН воды в водохранилище колебались в пределах 7,3–8,6. Зимой значение рН несколько меньше, чем в открытый период. Рост величин рН в весенне-летний период объясняется усилением фотосинтетической деятельности фитопланктона, что ведет к снижению содержания свободной углекислоты. В целом, по сравнению с начальным периодом становления водохранилища, когда предельные значения рН составляли 6,6–8,7 [6], за последние годы пределы колебания рН воды водохранилища

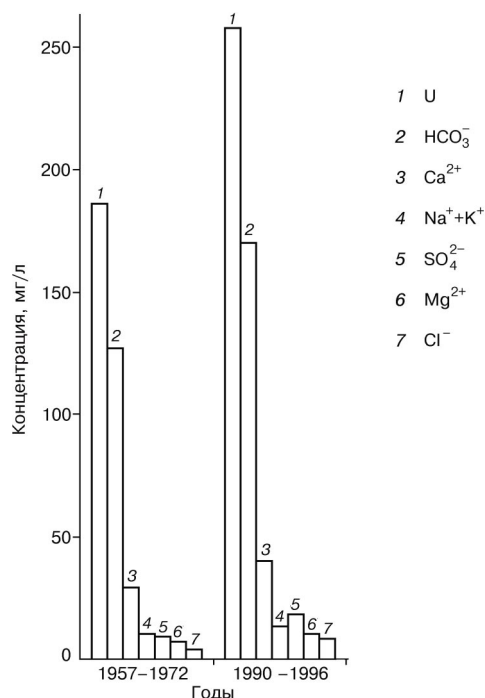


Рис. 3. Изменение минерализации и концентраций главных ионов в воде Новосибирского водохранилища.

стали меньше: зимой – 7,3–8,0; весной – 7,7–8,4; летом – 7,5–8,5; осенью – 7,7–8,6.

На формирование режима биогенных элементов в верхней части водохранилища решающее влияние оказывает сток р. Обь, на остальной акватории содержание биогенных элементов регулируется внутриводоемными процессами.

Содержание нитратов в первые годы и через 15 лет существования водохранилища были близки между собой и составляли: зимой – 0,23–0,29; весной – 0,13–0,15; летом – 0,08–0,11; осенью – 0,06–0,11 мг N/л (ПДК для NO₃⁻ – 9 мг N/л) [6]. Содержание нитратов в воде водохранилища с 1976 по 1982 г. колебалось от аналитического нуля до 1,11 мг N/л и имело ярко выраженный сезонный характер. Максимальный уровень их содержания отмечен в зимнее время (до 0,71 мг N/л). Весной концентрации нитратов снижаются до 0,04–0,22 мг N/л, летом происходит дальнейшее снижение концентраций по всему водохранилищу (0,02–0,18 мг N/л), осенью содержание в воде нитратов начинает возрастать до 0,15–0,36 мг N/л [8]. Значительные колебания концентраций нитратов в водах водохранилища наблюдались в 1991 г.: от 0,01 до 1,98 мг N/л. Максимальные значения концентраций нитратов в 1993 г. (1,25 мг N/л) зафиксированы в створе Ордынское – Н. Каменка в июле и сентябре. Концентрации нитратов в 1994 г. достигали максимального значения 1,5 мг N/л в створе Ленинское – Сосновка в апреле.

Максимальные концентрации нитритов в воде водохранилища в период с 1957 по 1973 г. наблюдались в период весенних паводков. Летом содержание нитритного азота иногда уменьшалось до аналитического нуля, а к зиме вновь возрастало. Наиболее высокие концентрации нитритов наблюдались зимой 1961 г. – 0,063 мг N/л, осенью 1970 – 0,076 и летом 1973 г. – 0,061 мг N/л [6]. С 1976 по 1982 г. в сезонной динамике концентраций нитритов можно выделить зимний максимум (0,007–0,42 мг N/л) [8]. Однако следует отметить, что среднемноголетние содержания нитритов не превышали установленные нормативные значения ПДК (0,02 мг N/л). Однако в марте–апреле 1988 г. у г. Камень-на-Оби и в июле–августе 1987 г. на приплотинном участке концентрации нитритов составляли 0,023–0,114 мг N/л, что превышает ПДК в 1,1–5,7 раза [11]. Высокие концентрации нитритов отмечались в 1991 г.: в

районе пос. Чингисы, Ельцовки, Ордынского, Н. Каменки в апреле они достигали 6 ПДК, Боровое–Быстровка (также в апреле) – 0,095 мг N/л (4,7 ПДК) [12]. За период 1990–1996 гг. в целом наблюдается рост концентраций нитритов по сравнению с начальным периодом функционирования водохранилища в 4 раза (рис. 4).

В 1957–1962 гг. среднее содержание аммонийного азота составляло: весной – 0,17, летом и осенью – 0,11, зимой – 0,08 мг N/л. Предельные значения концентрации аммонийного азота в этот же период были: весной 0,01–0,60, летом – 0,01 – 0,40, осенью – 0,01–0,39 и зимой – 0,00–0,60 мг N/л [6]. В период 1968–1973 гг. колебания концентраций аммонийных соединений составили: зимой – 0–0,54, весной – 0–0,85, летом – 0–1,63, осенью – 0–0,66 мг N/л (значение ПДК равно 0,39 мг N/л). Исследования последних лет показали, что для аммонийных соединений наибольшие значения концентраций в воде наблюдались в створах Ордынское–Н. Каменка – до 3 ПДК в феврале и апреле 1993 г., Ленинское–Сосновка – до 2 ПДК в мае 1993 г. Максимальная концентрация аммонийных соединений (1,6 мг N/л) отмечена в июле в створе Боровое–Быстровка. Для соединений, содержащих аммонийный азот, также наблюдается возрастание концентраций в последние годы по сравнению с первоначальным периодом в 4 раза (см. рис. 4).

За период исследований средняя сезонная концентрация фосфатов в воде водохранилища изменялась в пределах 0,031–0,069 мг P/л, при среднем значении 0,045 мг P/л, что не превышает ПДК (0,2 мг P/л) для водоемов рыбохозяйственного значения. Обычно максимальное содержание фосфатов (0,055–0,069 мг P/л) отмечалось в весенний период (апрель–май) и летом (август), что объясняется влиянием поверхностного стока весной и усилением микробиологических процессов летом. Зимой содержание фосфатов в воде уменьшалось до 0,036, осенью – до 0,031 мг P/л, что объясняется ослаблением продукционных процессов.

За исследуемый период содержание в воде водохранилища общего растворенного железа колебалось в пределах 0,02–0,36 мг Fe/л. Максимальные концентрации железа в воде наблюдались в летние и осенние периоды и составляли 0,18 и 0,21 мг Fe/л соответственно,

что превышало ПДК рыбохозяйственного значения (0,1 мг Fe/л) в 1,8 и 2,1 раза. Зимой и весной содержание растворенного железа в воде водохранилища находилось на уровне ПДК (0,11–0,12 мг Fe/л). За исследуемый период по сравнению с начальным периодом становления водохранилища содержание фосфора увеличилось в 2,5 раза, общего железа – в 1,2 раза (см. рис. 4).

Наметившаяся тенденция постепенного накопления минеральных форм азота и фосфора свидетельствует о постепенном эвтрофировании водохранилища.

Органические вещества

Состав и распределение органических веществ в природных водах связаны в значительной степени с поступлением загрязняющих веществ, жизнедеятельностью гидробионтов и внутриводоемными процессами. Для характеристики суммарного содержания органических веществ в водохранилище использовали традиционные показатели: ХПК (химическое потребление кислорода, или бихроматную окисляемость,) и БПК₅ (биохимическое потребление кислорода). Среднее значение ХПК в воде

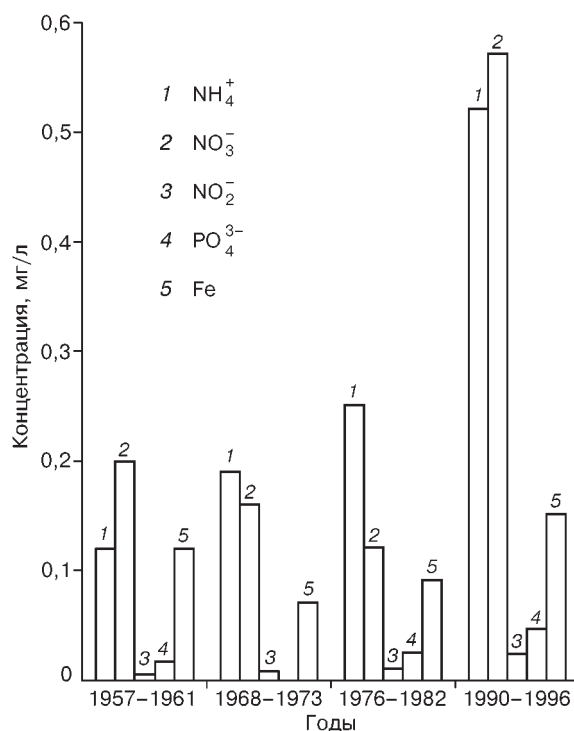


Рис. 4. Среднемноголетние концентрации биогенных элементов в воде Новосибирского водохранилища.

водохранилища за исследуемый период (1991–1996 гг.) составляло около 11 мг О/л (рис. 5). Максимальные значения ХПК наблюдались, как правило, весной и достигали 20–24 мг О/л, что превышало ПДК. Значения БПК₅ за этот же период колебались в пределах 1,1–6,6 мг О/л, среднее значение составляло 2,7 мг О/л, что превышало ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения в 1,4 раза. В сравнении с начальным периодом существования водохранилища наблюдается увеличение значений ХПК и БПК₅ в 1,4 и 1,6 раза соответственно (см. рис. 5).

Фенолы и нефтепродукты в течение всего периода существования Новосибирского водохранилища являются наиболее приоритетными токсикантами из изученных органических веществ, загрязняющих водоем.

Высокие концентрации нефтепродуктов регистрировались последние 10–15 лет на всей акватории водохранилища, в р. Оби у г. Новосибирска и ниже по течению. Анализ динамики концентрации нефтепродуктов в течение 1982, 1987 и 1988 гг. [10, 11] показывает существенное превышение значений ПДК для рыбохозяйственных водоемов, равное 0,05 мг/л, в течение всех сезонов на всей акватории водохранилища. В районе г. Камень-на-Оби в зимний

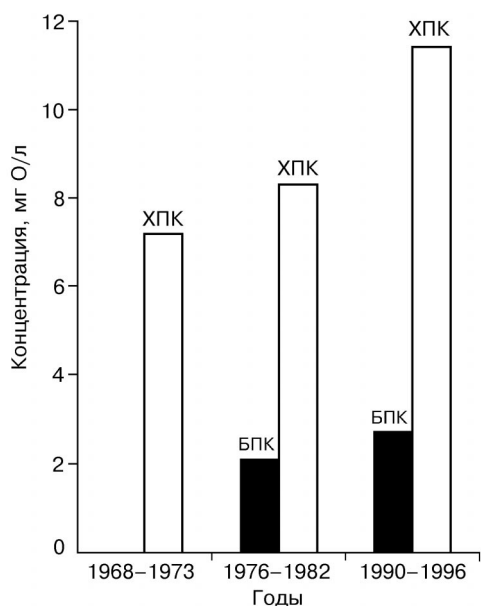


Рис. 5. Среднеголетние значения ХПК и БПК₅ в воде Новосибирского водохранилища за многолетний период.

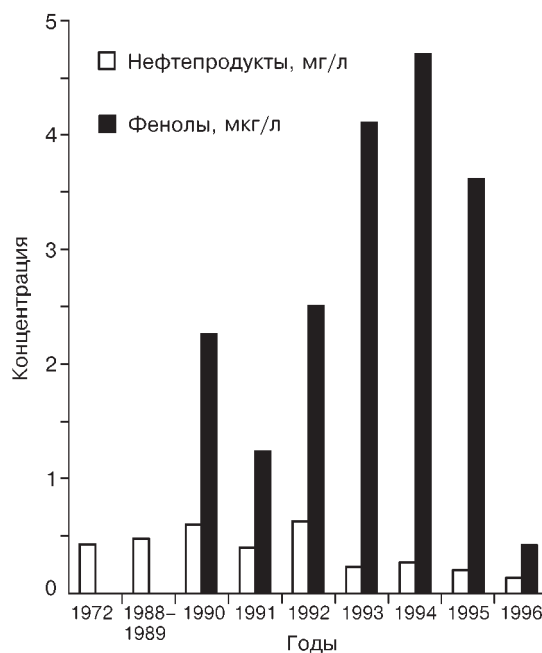


Рис. 6. Концентрации фенолов и нефтепродуктов в воде Новосибирского водохранилища.

период (январь–март) 1987 и 1988 гг. зарегистрированы концентрации нефтепродуктов от 0,22 до 0,89 мг/л, что превышает значение ПДК в 4–18 раз. В озерной части водохранилища максимальных значений концентрации нефтепродуктов достигали в июне–июле 1982 г. – 0,26–0,32 мг/л, что составляет 5–6 ПДК. За рассматриваемый период содержание нефтепродуктов в воде водохранилища характеризуется относительной изменчивостью (рис. 6). Повышенное содержание нефтепродуктов наблюдалось в 1990 и 1992 гг.: 14–17 ПДК – Боровое–Быстровка, Спирино–Чингисы, 13 ПДК – Ленинское–Сосновка и 7 ПДК – нижний бьеф ГЭС. В 1995–1996 гг. наблюдалось некоторое уменьшение содержания нефтепродуктов до 1–2 ПДК, что, возможно, связано с уменьшением сброса сточных вод и поступления от суходоходного транспорта.

За рассматриваемый период содержание фенолов по всей акватории водохранилища превышало ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (1 мкг/л). Наиболее высокое фенольное загрязнение (до 6–7 ПДК) наблюдалось в 1993 г. (Спирино–Чингисы) и в 1990–1991 гг. (Камень-на-Оби). В 1995–1996 гг. прослеживается тенденция уменьшения содержания фе-

нолов по всей акватории водохранилища (см. рис. 6). Следует отметить, что ситуация с содержанием фенолов практически не меняется на протяжении последних лет. В работе [13], посвященной идентификации фенолов, выявлено наличие в водах водохранилища целого ряда производных этого класса, таких как ме-

тил-, диметил- и триметилфенолы, орто- и парахлорфенолы. Последние представляют собой продукты техногенного происхождения.

Тяжелые металлы

К наиболее опасным загрязняющим веществам относятся соединения тяжелых металлов, так как они не разлагаются и не исчезают, а перераспределяются по компонентам экосистемы.

Как показано в работе [14], в 1977 г. содержание микроэлементов в воде и во взвеси на всей акватории водохранилища было сравнительно невысоким, доминировали марганец, свинец, медь, алюминий, титан, олово. При этом олово было обнаружено только во взвеси, марганец, медь, алюминий, титан, свинец – в растворенной и взвешенной формах. Пределы колебаний концентраций растворенных форм металлов были следующими, мкг/л: марганца – от следовых количеств до 64,1; свинца – от следовых количеств до 33,8; меди – от 2,0 до 24,5; алюминия – от следовых количеств до 160; взвешенных форм металлов: марганца – от 1,8 до 111,8; свинца – от следовых количеств до 51,3;

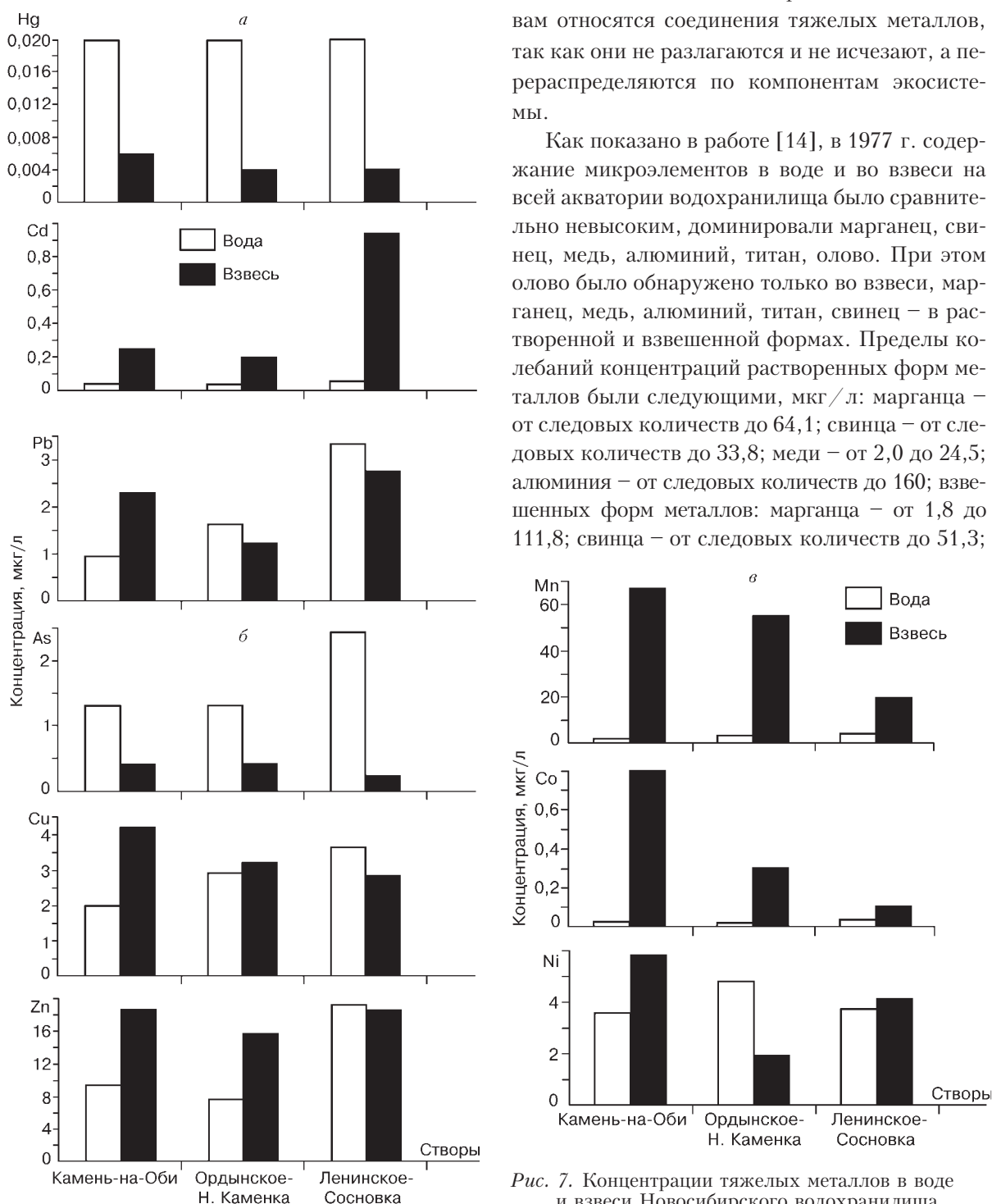


Рис. 7. Концентрации тяжелых металлов в воде и взвеси Новосибирского водохранилища.

меди – от 0,7 до 33,0; алюминия от 11,0 до 148,8. При изучении содержания тяжелых металлов в водах водохранилища в 1991 г. постоянное превышение значений ПДК для рыбохозяйственных водоемов отмечено для меди в 6–10 раз, в отдельных случаях – до 100 ПДК, для железа в 2–5 раз в разных районах водохранилища. Обнаружено загрязнение вод никелем до уровня 20 ПДК (у пос. Ордынское в сентябре). Для цинка наблюдались концентрации, превышающие ПДК в 5 и 14 раз у пос. Н. Каменка (в июне и августе соответственно). Содержание ряда тяжелых металлов в воде и во взвеси за период 1991–1997 гг. приведено на рис. 7. Сопоставление этих концентраций позволяет судить о формах миграции элементов: Hg и As преобладают в растворенной форме, Mn, Co и Cd – во взвешенной, а Cu, Ni и Pb примерно одинаково распределены между водой и взвесью [12].

Таким образом, дальнейшие усилия, связанные с химическими аспектами исследования качества воды водохранилища, должны быть направлены на расширение круга определяемых органических веществ, их идентификацию высокоэффективными аналитическими методами, выявление характера происхождения: природного или антропогенного; изучение процессов распределения химических веществ между компонентами экосистемы и механизмов их трансформации.

ГИДРОБИОЛОГИЯ

В первые годы существования водохранилища исследования населяющих его гидробионтов (микроорганизмов, макрофитов, фито- и зоопланктона, фито- и зообентоса, рыб) проводились активно и носили регулярный (ежегодный) характер. В последующий период эти исследования носили менее регулярный характер и были приурочены к отдельным участкам водохранилища. Практически в течение всего времени отбор гидробиологических проб осуществлялся в период открытой воды, лишь в период с 1990 по 1997 г. эти работы проводились и в период ледового режима. Изучение гидробионтов водохранилища в течение всех лет носило эколого-фаунистический и в значи-

тельно меньшей степени – санитарно-гигиенический характер.

Формирование видового состава гидробионтов водохранилища происходило, главным образом, за счет тех организмов, которые существовали в экосистеме р. Оби.

Бактериопланктон. Микробиологические исследования воды и донных отложений водохранилища проводились только в период его наполнения в 1957 и 1958 гг. [15], затем в 1981 [16], 1990 и 1991 гг. В течение всех лет Бердская СЭС контролировала содержание кишечной палочки (коли-индекс) в Бердском заливе.

До образования водохранилища содержание бактерий-сапрофитов в 1 мл воды р. Обь выше г. Новосибирска составляло: весной – 400, летом – 450, осенью – 286, зимой – 26 клеток [15]. Такое содержание бактерий этой группы характеризовало р. Обь как чистую от органических загрязнений.

В период наполнения водохранилища в августе 1957 г. отмечено увеличение численности бактерий-сапрофитов в районе затопления Чемских болот до 825 кл./мл, а также в придонном слое воды в Бердском заливе – до 950 кл./мл. В январе–марте 1958 г. число бактерий-сапрофитов по станциям отбора проб варьировало от 100 до 200 кл./мл, за исключением вод Бердского залива, где в марте их число увеличилось до 1045 кл./мл. В конце мая – начале июня 1958 г. концентрация бактерий-сапрофитов колебалась по станциям от 1000 до 2500, снизившись к осени этого года до 100–600 кл./мл. В большинстве проб, отобранных в эти два года, 90–97 % по численности составляли беспоровые бактерии, свидетельствуя о преобладании в водоеме легкоусвояемого микроорганизмами органического вещества.

В грунтах водохранилища численность бактерий-сапрофитов в 1958 г. была существенно выше, чем в воде: в марте в большинстве точек отбора проб – 300–500, в районе затопления Чемских болот – 895, в Бердском заливе – 1005 тыс. кл./г; в апреле–мае в большинстве проб – близко к мартовскому, но в Бердском заливе – 888 тыс. кл./г; осенью по всем точкам – 200–300 тыс. кл./г.

В целом установлено, что увеличение числа бактерий-сапрофитов в грунтах водохранилища шло параллельно увеличению степени заи-

ления дна и накоплению в донных отложениях органических веществ.

В 1957, 1958 гг. изучалось содержание в воде и грунте водохранилища бактерий-нитрификаторов, денитрификаторов, азотфиксирующих и аэробных бактерий – разрушителей клетчатки. При этом наибольшая нитрификационная способность бактерий воды (37–70 мг $\text{NO}_3/\text{л}$) была приурочена к весеннему паводку, после него резко снижалась (до 1,2–4,7 мг $\text{NO}_3/\text{л}$) и оставалась на этом уровне в летний и осенний периоды. Нитрификационная способность бактерий грунта в июне–июле составляла в среднем по водохранилищу 0,2–3,5, с максимумом 62–83 мг $\text{NO}_3/\text{г}$. В Бердском заливе этот показатель – 65–106 мг $\text{NO}_3/\text{г}$.

Бактерии-денитрификаторы отмечены на всех участках водохранилища уже в первые годы его существования в количестве от 10 до 100 кл. в 1 мл воды зимой, до 1–100 тыс. кл. летом, до 10 тыс. кл. во время весеннего паводка и до 100 кл. перед ледоставом. Количество бактерий-денитрификаторов в донных отложениях летом 1958 г. было значительно больше – до 1 млн. кл./г.

Из азотфиксирующих бактерий в водохранилище в 1957, 1958 гг. обнаружены азотобактер и *Clostridium pasteurianum*. При этом азотобактер встречался в 100 % проб донных отложений и лишь в малом числе в отдельных пробах воды. *C. pasteurianum* отмечен как в воде (до 10 кл./мл), так и в донных отложениях (от 1 до 10 тыс. кл./г).

Число бактерий – разрушителей клетчатки летом 1957 г. в воде водохранилища достигало 100 кл./мл. В июне 1958 г. в песчаном грунте верхней зоны водоема эти бактерии не обнаруживались, но по мере подъема уровня воды (с июля по октябрь) их численность здесь возросла от 100 до 10 тыс. кл./г грунта.

Изучение бактериопланктона водохранилища с мая по октябрь 1981 г. [16] показало, что: 1) общая численность микроорганизмов в нижней зоне водохранилища колебалась от 0,01–0,06 млн. кл./мл в конце сентября до 1,2–2,8 млн. кл./мл – в период с 16 июня по 7 июля; 2) суммарная биомасса бактерий находилась в прямой зависимости от их числа и колебалась от 0,56 до 147 мг/мл, наибольшая биомасса бактериопланктона отмечена близ устья

Бердского залива (46 и 104 мг/мл 16 и 25 июня соответственно) и у пляжа Академгородка (106 и 147 мг/мл 7 июня и 24 июля соответственно); 3) наибольшая численность бактерий-сапрофитов отмечена у пляжа Академгородка (0,8–4,0 тыс. кл./мл в июне–сентябре) и у сел Ордынское, Чингисы, Соколово (3,5, 4,0, 4,0 тыс. кл./мл соответственно в конце сентября), средняя за сезон (июнь–сентябрь) численность сапрофитов в нижней зоне водохранилища составила 1,3 тыс. кл./мл; 4) наибольшая численность (до 20 тыс. кл./мл) нефтеокисляющих бактерий отмечена в мае–июне в нижней зоне водоема; 5) общая численность бактериопланктона осенью 1981 г. увеличивалась по длине водохранилища: от 15 тыс. кл./мл в районе с. Соколово до 823 тыс. кл./мл – в районе плотины ГЭС, напротив, численность нефтеокисляющих и сапрофитных бактерий по движению к плотине значительно снижалась.

Микробиологические исследования водохранилища, проведенные в 1990, 1991 гг. по заданию ИВЭП СО РАН Бердской СЭС и ИЦиГ СО РАН, показали, что: 1) общее количество, количество сапрофитных, нефте- и фенолоокисляющих бактерий обнаруживается в большом числе на всех участках водохранилища и в р. Обь в черте г. Новосибирска в летний период, существенно снижаясь осенью, главным образом в связи с понижением температуры воды; 2) наибольшее количество сапрофитных бактерий в июле 1990 г. отмечено непосредственно ниже населенных пунктов, расположенных у водохранилища и р. Обь (от г. Камень-на-Оби до пос. Мочище ниже г. Новосибирска); 3) наибольшее значение титра (10^5 – 10^7) нефтеокисляющих бактерий также в основном приурочено к участкам водоема у населенных пунктов; титры фенолоокисляющих бактерий оказались на всей акватории водохранилища очень низкими, но сравнительно высокими они были в черте г. Новосибирска.

Фитопланктон. Водоросли являются наиболее полно изученной [17–19 и др.] группой гидробионтов водохранилища и играют в структуре и функционировании его экосистем весьма значительную роль.

Если в период заполнения водохранилища в фитопланктонном комплексе во все сезоны года по численности и биомассе доминировали

диатомовые, то уже с лета 1959 г. и по настоящее время кроме этой группы значительный удельный вес, прежде всего летом и в озеровидной части, занимают синезеленые и хлорококковые водоросли. Последнее является индикатором увеличения в водоеме органических веществ и процесса эвтрофикации его экосистем. В Бердском заливе в зимний период по числу видов, численности и биомассе в течение последних 10 лет доминируют зеленые (хлорококковые, вольвоксовые), свидетельствуя о наличии здесь сравнительно больших концентраций биогенов. Практически ежегодно (с 1959 г.) в средней и особенно нижней зонах водохранилища наблюдается летнее "цветение" воды в результате обильного развития синезеленых водорослей, численность которых достигает 50–200 млн. кл./л, а биомасса – 14–60 мг/л.

Фитобентос. Изучение донных альгоценозов (пери-, мезофитон, микрофитобентос) водохранилища Г. Д. Левадной в период с 1957 по 1975 г. [20, 21] показало, что: 1) в состав фитобентоса водоема входит 439 видов и внутривидовых таксонов; 2) по численности и биомассе в течение всего года доминируют диатомовые, достигая в летний период в средней и нижней зонах на глубинах до 2 м нескольких миллиардов клеток и десятков граммов на 1 м²; 3) серьезные нарушения донных альгоценозов имеют место в период вскрытия водоема в результате соскребания верхнего илового слоя донных отложений в литорали движущимся льдом.

Макрофиты. Распределение макрофитов по акватории водохранилища весьма неравномерное. Лучше всего они развиты в верхней части водоема, где обширны защищенные от волнобоя мелководья левобережья. В средней и нижней зонах водоема, где берега мало изрезаны и преобладают большие глубины, макрофиты развиваются только в заливах и на мелководьях левобережья Ирменского плеса [22].

Роль макрофитов в функционировании экосистем Новосибирского водохранилища, особенно на участках их наибольшего развития, значительна, в частности, в связи с выделением в воду этими растениями сравнительно больших количеств органики (как прижизненно, так и в результате ежегодного отмирания вегетативной части), их высокими способностями к

аккумуляции из воды и донных отложений микроэлементов [23], а также в связи с тем, что ежегодная биомасса двух доминирующих видов – тростника и рогоза, занимающих примерно 50 % площади произрастания всех макрофитов (8–13 км²), составляет в конце вегетации 5–26 тыс. т сухой массы.

Зоопланктон. Видовой состав зоопланктона менялся в течение всего времени существования водохранилища, причины чего в целом ясны – изменение во времени абиотических и биотических характеристик водоема. В частности, первоначальное увеличение общего числа видов с 58–67 в 1956–1957 гг. до 89 – в 1959 г., вероятнее всего, произошло из-за резкого ослабления проточности воды в водохранилище по сравнению с р. Обь, повышением годовой суммы температур воды, увеличением кормовой базы зоопланктона и др. Последующая смена реофильных условий на преимущественно лимнофильные привела к выпадению (к 1963 г.) из состава этой группы гидробионтов 16 видов кладоцер и 11 видов копепод [24, 25].

В течение года удельный вес разных групп зоопланктона меняется: летом на всех участках водохранилища доминируют ветвистоусые ракообразные, которые являются главными фильтраторами органической взвеси, весь осенне-зимний период (до марта включительно) доминируют копеподы. Развитие перезимовавших в донных отложениях яиц ветвистоусых начинается с конца апреля – начала мая, однако доминировать в зоопланктоне они начинают лишь к середине июня.

В верхней зоне водохранилища биомасса зоопланктона сравнительно низка в течение всего года и не превышает в летний период 0,5–0,7 г/м³; лишь на левобережном мелководье речной зоны биомасса летнего зоопланктона может достигать 4,5 г/м³, главным образом, за счет ветвистоусых ракообразных [26].

В средней зоне водохранилища развитие зоопланктона существенно выше, чем в верхней. В многоводные годы численность зоопланктона составляет здесь в летний период от 10 до 41, в маловодные – до 100 тыс. экз./м³ (при биомассе 4,3 г/м³).

Нижняя зона водохранилища характеризуется наибольшим развитием зоопланктона – до

48–390 тыс. экз./м³ и 3–18 г/м³ в летний период.

Также следует отметить значительный удельный вес в биомассе зоопланктона (точнее – нектобентоса) водохранилища интродуцированных и успешно акклиматизировавшихся дальневосточных мизид – до 20 г/м² и более [26].

Зообентос. Смена реофильных условий на преимущественно лимнофильные послужила причиной увеличения зообентоса со 108 видов и форм в р. Обь до 121–134 – в водохранилище за счет увеличения таксономического разнообразия личинок хирономид и моллюсков, а также уменьшения реофильных форм личинок мошек и веснянок [27, 28].

В настоящее время в верхней зоне водохранилища доминируют хирономиды, в средней – хирономиды, олигохеты и моллюски, в нижней – олигохеты и хирономиды. В среднем по многолетним данным, биомасса зообентоса в период открытой воды составляет: в верхней зоне – 3,5, средней – 8,5, нижней – 7,3, в Бердском заливе – 5,2 г/м².

Важно отметить, что в многоводные годы, когда водохранилище интенсивно промывается, показатели развития зообентоса существенно снижаются в связи с выносом в нижний бьеф большого числа донных животных, особенно личинок хирономид. Это установлено как для водохранилища в целом, так и для его приплотинного участка [26, 29].

В заключение отметим:

1. Оценка качества воды водохранилища по ряду гидробиологических показателей (метод индикаторных видов, индекс сапробности по Пантле и Букку и др.) по большинству участков водоема совпадает с гидрохимической оценкой, характеризуя большинство из них как β-мезосапробные (умеренно загрязненные). Воды Бердского залива и мелководные участки водохранилища, прилегающие к прибрежным поселкам, оцениваются как β-α-мезосапробные (загрязненные).

2. В водохранилище активно протекают процессы самоочищения за счет деятельности населяющих его гидробионтов. Об этом можно судить как по имеющимся данным по микробиологии этого водоема, по степени аккумуляции макробионтами ряда химических элементов [30, 31], так и по аналогии с другими, лучше изученными в этом отношении водохрани-

лищами Сибири, в частности Красноярским [32] и Братским [33].

3. Как отмечалось нами ранее [34], наиболее актуальными в настоящее время проблемами биомониторинга Новосибирского водохранилища являются изучение адаптивной перестройки организации и функционирования гидробиоценозов в процессе сукцессии экосистем данного водоема, роли гидробионтов в процессах самоочищения, разработка системы методов биологического контроля состояния качества воды и экологического состояния водохранилища.

Авторы выражают глубокую признательность Г. Н. Аношину, О. В. Шуваевой, С. В. Морозову, В. Л. Саленко, И. Е. Варламовой, И. А. Фирсовой и Т. С. Папиной за проведение химических анализов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Ф. Васильев, В. М. Савкин, Новосибирское водохранилище. Энциклопедия Алтайского края, т. II, Барнаул, Алтайское кн. изд-во, 1996, 247–248.
2. Формирование береговой зоны Новосибирского водохранилища, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1968.
3. В. М. Савкин, Г. А. Орлова, *География и природ. ресурсы*, 1995, 3, 120–129.
4. М. А. Фортунатов, Тр. ИБВВ АН СССР, 1974, 26(29).
5. В. П. Битюков, *Гидротехническое строительство*, 12, 1992, 17–21.
6. М. В. Чайкина, Гидрохимический режим Новосибирского водохранилища, Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1975.
7. Ю. И. Подлипский, Тр. ЗапСибНИГМИ, М., Гидрометеониздат, 1985, 70, 3–16.
8. Т. В. Ланбина, Т. В. Карпеева, Там же, 24–42.
9. Т. В. Ланбина, Н. В. Журба, Там же, 53–61.
10. Б. С. Качурин, А. Т. Кочарян, В. Т. Григоренко и др. в кн: Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища, Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1976, 31–35.
11. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. Гос. водный кадастр, разд. 1, ч. 2, Новосибирск, ЗСТУ Госкомгидромета, 1981–1989.
12. О. Ф. Васильев, В. М. Савкин, С. Я. Двуреченская, П. А. Попов, *Водные ресурсы*, 1997, 24, 581–589.
13. В. Л. Саленко, Т. А. Кизнер, В. Н. Кобрин и др., Окружающая среда и экологическая обстановка в Новосибирском научном центре СО РАН, Новосибирск, Изд-во СО РАН, 1995, 141–148.
14. Т. В. Ланбина, Ю. И. Подлипский, Тр. ЗапСибНИГМИ, М., Гидрометеониздат, 1985, 70, 42–53.
15. Т. И. Шестакова, Тр. Биол. ин-та СО РАН, 1961, 7, 215–226.
16. О. Ю. Шило, Тр. ЗапСибНИГМИ, 1985, 70, 97–103.
17. М. С. Куксн, Водоросли, грибы и лишайники лесостепной и лесной зон Сибири, Новосибирск, 1973, 90–95.

18. Г. Д. Левадная, Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища, Новосибирск, 1976, 59–64.
19. Т. С. Чайковская, Разработка гидрохимических балансов Новосибирского водохранилища и характеристик его биостока, Новосибирск, 1989, 54–85.
20. Г. Д. Левадная, *Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук*, 1975, **15**: 3, 32–37.
21. Г. Д. Левадная, Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища, Новосибирск, 1976, 51–59.
22. Л. В. Березина, Там же, 36–50.
23. Л. М. Киприянова, Н. Н. Лащинский и др., *Сиб. экол. журн.*, 1995, **2**: 6, 526–535.
24. Д. П. Померанцева, Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища, Новосибирск, 1976, 65–75.
25. Н. С. Костикова, Комплексные исследования Новосибирского водохранилища, М., 1985, 70, 103–109.
26. Д. П. Померанцева, М. В. Селезнева, Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования, Томск, ТГУ, 1998, 297–299.
27. Л. А. Благовидова, Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища, Новосибирск, 1976, 83–98.
28. Е. Б. Миронова, Тр. ЗапСибНИГМИ, 1985, 70, 109–119.
29. Л. Л. Сипко, Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования, Томск, ТГУ, 1998, 306–308.
30. N. I. Ermolaeva and S. Ya. Dvurechenskaya, 17th International Symposium of the North American Lake Management Society, Abstracts, Houston, USA, 1997, 70.
31. П. А. Попов, А. М. Визер и др., *Сиб. экол. журн.*, 1995, **2**: 6, 522–525.
32. Биологические процессы и самоочищение Красноярского водохранилища, Красноярск, 1980.
33. Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища, М., 1970.
34. П. А. Попов, Н. И. Полухина и др., Гидрологические и экологические процессы в водоемах и их водосборных бассейнах, Тез. Междунар. симпозиума, Новосибирск, СО РАН, 1995, 140–141.

Ecological States of the Novosibirsk Reservoir

O. F. VASILYEV, V. M. SAVKIN, S. YA. DVURECHENSKAYA,
S. YA. TARASENKO, P. A. POPOV, A. SH. HABIDOV

The Novosibirsk reservoir that has been exploited for a long time may serve as a model for estimation of influence of large artificial water bodies of Siberia on the ecosystem of the river and adjacent territories.

Comprehensive studies of hydrological and water resource peculiarities of the reservoir, its hydrochemical and hydrobiological characteristics have been studied in a multiannual time course. Tendencies of changes in mean ions, biogenic and organic substances, heavy metals content have been discovered, the species composition of hydrobionts has been studied. The hydrobionts of the reservoir are represented by auto-, mixo- and heterotrophic bacteria phyto- and zooplankton, phyto- and zoobenthos organisms, macrophytes. By the number of species, abundance and biomass, prevalent are limnophiles, which characterize (together with the complex of abiotic factors) the water body as predominantly mesotrophic – from the ecological and β - and in some sites as α -mesosaprobic – from sanitary hygienic point of view.

The results of studies may be used in forecasting the interaction of perspective reservoirs with the natural environment.