

06
ИБВВ

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

36

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ

ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

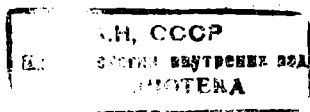
БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 36



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград · 1977



Ответственный редактор
Б.А. СКОПИНЦЕВ

Б $\frac{21009-644}{055(02)-77}$ Без объявления

© Институт биологии
внутренних вод АН СССР,
1977 г.

СЕССИЯ ГОДИЧНОГО СОБРАНИЯ КОМИССИИ АН СССР ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ВОД

5-6 апреля 1976 г. в Москве в Доме ученых проходила годовая сессия Комиссии АН СССР по разработке проблем охраны природных вод. Она открылась в дни 80-летнего юбилея организатора и бессменного председателя комиссии акад. Н.Н. Семенова. Участники сессии перед началом заседания тепло поздравили юбиляра со знаменательным событием в его жизни и пожелали ему и впредь с такой же неослабной энергией руководить работой Комиссии.

Во вступительном слове на утреннем заседании Н.Н. Семенов кратко охарактеризовал работу Комиссии и предоставил слово для основного доклада „Об итогах работы Комиссии по проблемам защиты и улучшения качества природных вод” Б.Н. Ласкорину. Докладчик подробно остановился на многообразной деятельности Комиссии, уделив особое внимание вопросам замкнутого водоснабжения и безотходного производства.

В докладе М.М. Камшилова „Экспериментальная биоценология и борьба с загрязнениями водоемов” шла речь об экспериментальных работах руководимой им лаборатории, а также о проблеме экологического подхода к оценке предельно допустимых концентраций загрязнителей. Обсуждался вопрос о том, что такое относительное экологическое благополучие водных объектов и как определить ПДК загрязнителей, позволяющую это относительное благополучие сохранять.

В сообщении А.Я. Калниньша рассматривались проблемы защиты природных вод в целлюлозно-бумажной промышленности.

На вечернем заседании были заслушаны доклады М.Н. Тарасова „Прогнозирование и регулирование химического состава природных вод как один из аспектов разрешения проблемы их защиты от загрязнения” и М.Я. Губергриша „Канцерогенные загрязнения гидросферы и их деградация”.

Все доклады вызвали оживленный обмен мнений.

На утреннем заседании 6 апреля заслушаны два выступления. Г.И. Галазий рассказал о влиянии антропогенных факторов на экосистему оз. Байкал. В.Б. Георгиевский посвятил свое сообщение моделированию эвтрофирования и токсического загрязнения Балтийского моря. Говорилось о наличии некоторых серьезных за-

труднений в вопросе математического моделирования сложных экосистем, а также о необходимости поиска новых подходов.

Вечернее заседание 6 апреля было посвящено отдельным научным сообщениям. Ю.П. Зайшев и Д.М. Толмазин представили доклад „Экспериментальное состояние газового режима опресненных акваторий северо-западной части Черного моря и биологические следствия этого“. Н.В. Буторин и А.К. Столбунов информировали участников сессии о работах Института биологии внутренних вод АН СССР и координируемых им научных учреждений по комплексной проблеме „Изучение круговорота веществ в водоемах как основы формирования качества воды“. С сообщением о комплексе исследований по водной токсикологии, координируемых Институтом гидробиологии АН СССР, выступил Л.П. Брагинский.

Сообщения Б.А. Скопинцева, Э.С. Бикбулатова и Е.М. Бикбулатовой были посвящены проблеме изучения закономерностей распада органического вещества фитопланктона и оценке лабильности взвешенных в воде частиц.

И.А. Рапопорт и С.В. Васильева рассказали об интересных опытах по интенсификации очистки промышленных отходов путем обработки активного ила химическими мутагенами. К.К. Врочинский сделал доклад на тему „Применение пестицидов в народном хозяйстве и защита водоемов и подземных вод“.

Как и в первый день работы сессии, после заслушанных сообщений докладчиками был задан ряд вопросов, после чего состоялось обсуждение.

В принятом решении отмечалась большая работа, проделанная в истекшем году Комиссией и отдельными научными учреждениями, работающими в направлении поиска путей рационального использования и охраны природных вод.

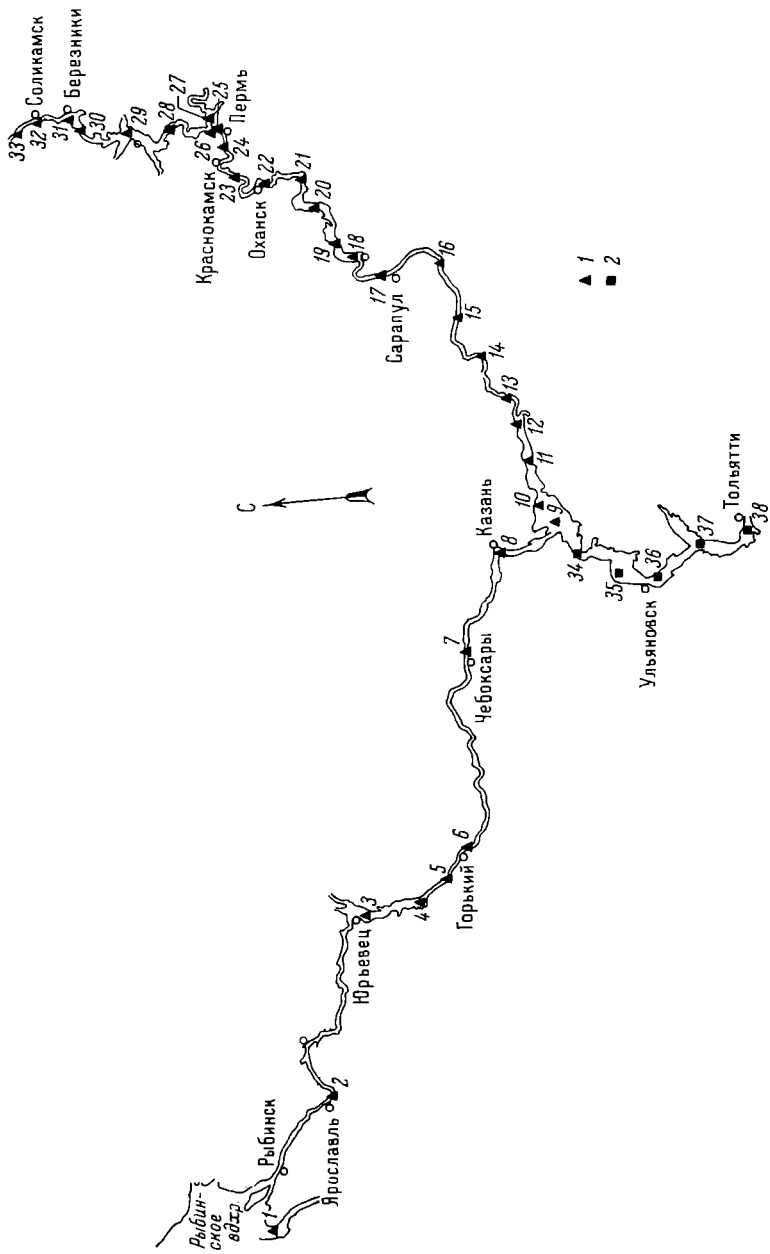
М.М. Камшилов

ОБ ЭКСПЕДИЦИИ ПО МАРШРУТУ ВОЛГА-КАМА

В августе 1975 г. Институтом биологии внутренних вод АН СССР проведена комплексная экспедиция по Волге и Каме, цель которой – рекогносцировочное обследование в связи с предполагаемой переброской части стока северных рек в бассейн Волги.

Схема расположения станций по маршруту Волга-Кама в августе 1975 г.

1 – пункты отбора проб экспедиции Института биологии внутренних вод АН СССР, 2 – то же Куйбышевской станции Института биологии внутренних вод АН СССР.



Общая длина пройденного пути с 4 по 15 августа от пос. Борок на Рыбинском водохранилище до устья р. Вишеры на Каме составила 2200 км. На обследованном участке было выполнено 33 станции (см. рисунок) с комплексом гидрологических, гидрохимических и гидробиологических исследований. Кроме того, на Камском и Воткинском водохранилищах обследовались высшая водная растительность и паразитофауна рыб, а Куйбышевской станцией Института по сокращенной программе проведена работа на ряде станций от устья Камы до плотины Куйбышевского водохранилища.

Материалы, собранные в период этой экспедиции, послужили основой для сообщений настоящего бюллетеня.

А.С. Литвинов

Н.В. Буторин

О НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ ЭКОЛОГИИ ВОДОЕМОВ

Отделением общей биологии АН СССР проделана большая работа по составлению общенациональной экологической программы исследований. Однако, с нашей точки зрения, в ее первом варианте было бы желательно полнее отразить экологию водной среды, в частности внутренних водоемов. Основной задачей экологии водоемов является изучение гидробионтов и взаимоотношений совокупностей их с окружающей средой. Всестороннее исследование гидробионтов позволяет получить ответ на многие вопросы, связанные с функционированием водных экосистем. Поскольку биологические системы водоемов зависимы как от абиотических факторов среды обитания, включая физические и химические, так и от условий на водосборе, эта программа должна предусмотреть совместное изучение абиотических и биотических процессов в водоеме и физико-географических особенностей его бассейна.

В настоящее время вопросы, связанные с изучением экологии водоемов, решаются преимущественно гидробиологами. Гидробиология как наука о водных экосистемах включает в себя широкий круг проблем, в которых четко прослеживается два основных направления — биопродукционное и санитарно-гигиеническое. Характерная особенность гидробиологических исследований последних лет — все более тесная увязка этих направлений. При этом проблемы продуктивности и „чистой воды“ рассматриваются как результат функционирования единой экосистемы, поскольку любая экосистема одновременно создает и разрушает органическое вещество [1].

Анализ современного состояния исследований в этой области показывает, что наряду с определенными достижениями в разработке указанных направлений ощущается острая необходимость дальнейшего усиления комплексности работ и выявления всей сложности взаимоотношений процессов, протекающих в водоеме, с окружающей средой и хозяйственной деятельностью на его водосборе. Последнее имеет большое значение не только для решения теоретических задач, стоящих перед гидробиологией, но важно и для планирования экономического развития отдельных регионов, охраны

природы в них. В свете этого первоочередными задачами экологии водоемов являются следующие.

Организация и проведение многолетних наблюдений за наиболее существенными абиотическими и биотическими параметрами на водоеме и его водосборе для получения количественных данных, позволяющих прогнозировать изменения отдельных параметров и экосистемы в целом для определения путей наиболее рационального использования природных ресурсов внутренних водоемов и их охраны.

Изучение закономерностей абиотических процессов и в первую очередь интенсивности водообмена, постоянных и ветровых течений, перемешивания, температурной стратификации, интенсивности и характера осадконакопления, обмена химическими ингредиентами между водой и илом.

Исследования биологии водных организмов, играющих ведущую роль в водных экосистемах, экологической, функциональной и эволюционной морфологии гидробионтов, а также их жизненных циклов, размножения, питания, физиологии, экологии, поведения и систематики.

Изучение важнейших биоценозов с целью выявления связей и взаимодействия их компонентов, определяющих устойчивость природных экосистем и их биологическую продуктивность; при этом первостепенное значение придается разработке методических вопросов, связанных с изучением структуры водных ценозов, оценкой численности гидробионтов и влиянием хозяйственной деятельности на формирование, сукцессию и эволюцию водных ценозов.

Изучение закономерностей биотического круговорота веществ внутри водоема и между водоемом и окружающей средой.

Изучение механизмов биологического самоочищения водоемов, установление и обоснование биологических критериев загрязнения воды, предельно допустимой нагрузки суммарного количества загрязнителей и предельно допустимых концентраций отдельных загрязнителей, выявление организмов-индикаторов загрязнения и роли гидробионтов в детоксикации загрязнителей, организмов-адсорбентов тяжелых металлов и пестицидов с целью разработки методов биологической индикации качества воды и биологических методов водоподготовки, оценки роли и возможностей биологического самоочищения водоемов.

Решение перечисленных задач позволит сформулировать научные основы, регламентирующие величину и характер антропогенного воздействия на водоемы, обеспечивающие наиболее эффективное использование биологических ресурсов и их охрану, а также активность процессов самоочищения, что в конечном итоге послужит теоретической предпосылкой управления экосистемами не только в прудах, но также в озерах и водохранилищах.

1. Винберг Г.Г. 1972. Цели и задачи гидробиологии пресных вод при комплексном использовании водных ресурсов. Водные ресурсы, № 3, с. 76-102.

А.С. Литвинов, Т.М. Марченко

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛГИ И КАМЫ ЛЕТОМ 1975 Г.

1975 г. в бассейне Волги характеризовался пониженной водностью. Объем стока в створе Волжской ГЭС им В.И. Ленина составил 170.4 км^3 или 71.9% среднееголетнего значения. Наибольший объем стока отмечался через Рыбинскую ГЭС, наименьший – через Горьковскую ГЭС (табл. 1). При этом сток из Горьковского, Камского и Воткинского водохранилищ соответствовал притоку в эти водохранилища. Приток в Рыбинское водохранилище был на 4.3 км^3 меньше, чем сток из него (65.6% от среднееголетнего), а приток в Куйбышевское водохранилище на 11 км^3 меньше стока (67.2% от среднееголетнего). В то же время годовые коэффициенты водообмена водохранилищ незначительно отличались от их многолетних значений.

В связи с маловодностью года уровни воды в водохранилищах были значительно ниже НПУ. Исключение составляло только Воткинское водохранилище (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Водно-балансовые характеристики водохранилищ
Волго-Камского каскада

Водохранилище	Объем стока, км^3			Уровень от НПУ на 15 VIII 1975	Коэффициент водообмена	
	средне- много- летний	1975 г.	% к сред- нему		средне- много- летний	1975 г.
Рыбинское	34.1	26.7	78.3	-2.41	1.34	1.56
Горьковское	53.1	35.3	66.4	-	6.11	4.45
Куйбышевское	237.0	170.4	71.9	-3.04	4.10	4.00
Воткинское	53.4	40.2	75.3	-0.12	5.70	5.26
Камское	52.9	38.8	71.5	-1.40	4.32	4.70

Физические показатели поверхностного слоя вод Волжского плеса Рыбинского водохранилища характеризовались следующими значениями: электропроводность – 180 мксим, температура – $22,2^{\circ}$, цветность – 65° , мутность – 23,5 мг/л, прозрачность – 75 см. Небольшая прозрачность и значительное содержание взвешенных веществ связаны с интенсивным развитием фитопланктона при благоприятных погодных условиях предшествующего периода.

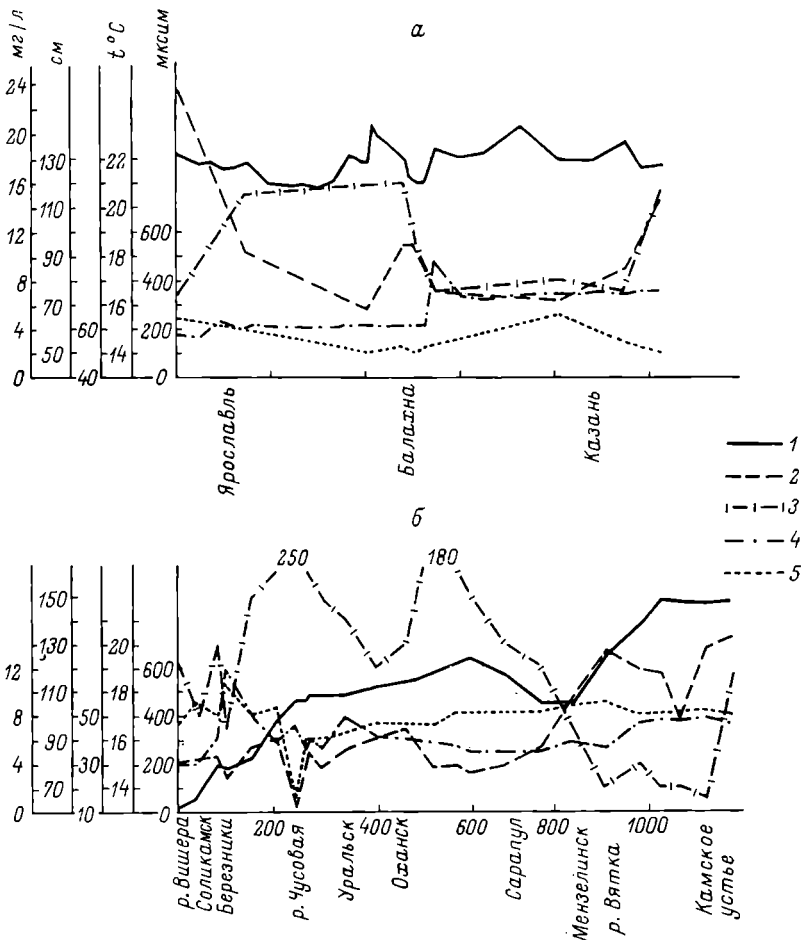
Водная масса Горьковского водохранилища представляла собой трансформированную водную массу Рыбинского водохранилища с относительно постоянными для периода работ температурой, электропроводностью и цветностью. Прозрачность воды в пределах Горьковского водохранилища также изменялась незначительно, достигая максимальной величины (120 см) в приплотинном участке. Здесь же отмечалась самая высокая температура воды в поверхностном слое ($23,3^{\circ}$). Вертикальное температурное расслоение вод отсутствовало. Высокие придонные температуры (21°) обуславливались интенсивным прогревом водной массы в течение июля.

Поступая в нижний бьеф Горьковской ГЭС, эти воды сохраняли прежние значения электропроводности и цветности, а температура их понижалась до 21° . За счет увеличения скорости течения в нижнем бьефе ГЭС возрастало содержание взвешенных в воде веществ, а величина прозрачности уменьшалась. Однако уже в 100 км от плотины содержание взвесей снизилось до 6–7 мг/л (см. рисунок, а).

Значительные колебания электропроводности воды (до 500 мксим) наблюдались при смешении высокоминерализованных окских вод с волжскими водами. Только в 50–70 км ниже устья Оки происходило выравнивание электропроводности по поперечному сечению, она на 120–140 мксим превышала электропроводность водной массы Горьковского водохранилища. Максимальные изменения прозрачности и цветности в пределах Куйбышевского водохранилища наблюдались ниже устья Камы. С приближением к плотине Волжской ГЭС им. В.И. Ленина прозрачность воды увеличивалась от 95 до 180 см, цветность уменьшалась от 50–55 до $30-35^{\circ}$.

Похолодание, начавшееся 8 августа, вызвало интенсивное выхолаживание всей водной массы. Если на ст. 10–12 камской ветви каскада 8–9 августа температура в поверхностном слое еще сохранялась около $21,5^{\circ}$, то уже у устья р. Вятки и выше она резко падала, достигнув минимальной величины ($17,5^{\circ}$) на ст. 15–16. По акватории Воткинского водохранилища температура воды изменилась от $19,3$ в приплотинном участке до $17,8^{\circ}$ в верховьях. Выше плотины Камской ГЭС прослеживалось дальнейшее ее понижение, и у устья р. Вишеры температура воды не превышала $13,3^{\circ}$. Следует отметить, что на участке Верхней Камы от г. Березники до устья р. Вишеры температура воды была ниже среднемесячных значений на 1° . Столь низкие ее значения вызваны резким похолоданием, наблюдавшимся в период работы.

Вертикальное расслоение водной массы по всей камской ветви отсутствовало. Лишь на ст. 31 у г. Березники отмечалась об-



Распределение гидрологических характеристик в поверхностном слое Волги и Камы летом 1975 г.

Ветви каскада: а — волжская, б — камская. По оси ординат: 1 — температура, °С, 2 — содержание взвешенных в воде веществ (мутность), мг/л, 3 — прозрачность, см, 4 — электропроводность, мкс/см, 5 — цветность, градусы; по оси абсцисс — расстояние, км.

ратная стратификация (табл. 2), обусловленная огромным градиентом плотности за счет сброса промышленных вод. Об этом свидетельствуют большие величины электропроводности в придонном слое. Однако уже в 10 км ниже Березников в результате интенсивного разбавления сбрасываемых вод плотностная стратификация исчезает,

Т а б л и ц а 2

Распределение температуры, электропроводности и скорости течения на ст. 31

Горизонт, м	Температура, °С	Электропроводность, мксим	Скорость течения, м/сек
0.5	14.8	296	0.22
2.0	14.6	-	0.15
3.0	14.7	487	0.06
5.0	14.9	2120	0.00
6.0	15.7	-	0.00
7.0	16.6	-	0.00
8.0	16.8	3210	0.00

а в 70-км происходит выравнивание по вертикали, ее значения уменьшаются до 390 мксим и далее к плотине до 250-270 мксим.

В пределах Воткинского водохранилища и Нижней Камы электропроводность изменяется от 320 до 250 мксим, повышаясь в районе крупных городов до 400 мксим. Ниже впадения р. Вятки в р. Каму она увеличивается до 360-380 мксим, сохраняя эти значения до волжской ветви каскада.

Основные закономерности распределения прозрачности по Каме такие же, как и по Волге. Максимальные величины наблюдались в приплотинных глубоководных участках водохранилищ, достигая 180 см (см. рисунок, б). Исключительно высокая прозрачность (250 см) отмечалась в районе р. Чусовой (ст. 27). В водах этой реки были экстремальными и другие гидрологические характеристики: цветность - 13°, минимальное содержание взвешенных веществ - 0.5 мг/л, повышенная электропроводность - 355 мксим.

Содержание взвешенных веществ в водах Камы и ее водохранилищ в период работ было несколько меньше, нежели в Волге, а цветность колебалась около 50°, повышаясь до 60° при впадении притоков, несущих более цветные воды, и снижаясь до 40° ниже устья р. Чусовой.

С созданием водохранилищ на Каме речной режим сохранился только в ее верховьях выше г. Соликамска. Скорости течения здесь достигали 0.44-0.46 м/сек. Вниз по течению они быстро уменьшались и затем прослеживались только в нижних бьефах гидроэлектростанций, определяясь режимом их работ. В нижнем бьефе Камской ГЭС течение наблюдалось на расстоянии до 100 км, его скорости изменялись от 0.1 до 0.4 м/сек. В нижнем бьефе Воткинской ГЭС скорость течения даже в 200 км от ГЭС достигала 1 м/сек. на протяжении более чем 300 км.

В целом распределение гидрологических характеристик водных масс по волжской и камской ветвям каскада имело одни и те же

закономерности. Однако вследствие различных условий формирования абсолютные их значения существенно различались.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Ю.В. Ларионов, А.С. Литвинов, С.И. Третьякова

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛГИ И КАМЫ В АВГУСТЕ 1975 г.¹

Формирование гидрохимического режима Волги и Камы в 1975 г. определялось пониженным объемом весеннего половодья и жаркой сухой погодой в период с мая по август.

Воды Рыбинского и Горьковского водохранилищ от ст. 1 до ст. 5 характеризовались сравнительно малой минерализацией с незначительными колебаниями основных компонентов солевого состава (табл. 1, 2). Содержание биогенных элементов на этом участке также было довольно однородно. Наибольшими концентрациями отличались аммоний и нитраты, что указывает на активно идущие процессы деструкции органического вещества. Интенсивное цветение водоемов обусловило и пересыщение воды кислородом, которое достигло на отдельных станциях 32%.

Ниже Горького (ст. 6-9) минерализация воды заметно увеличивалась, возрастало и содержание биогенных элементов. Это, по-видимому, было вызвано как влиянием самого города, так и сильно минерализованных окских вод. Минимальное содержание биогенных элементов наблюдалось в нижней части Куйбышевского водохранилища от устья Камы до плотины.

Химический состав воды камской ветви каскада более неоднороден по сравнению с другими участками, что обусловлено различными физико-географическими условиями водоемов правобережных и левобережных притоков, а также интенсивным антропогенным влиянием. Правобережные притоки несут болотные воды, богатые гуминовыми веществами с малым содержанием солей, а воды левобережных притоков менее цветные, но более минерализованные. Камское водохранилище — одно из самых загрязненных промышленными стоками в Волжско-камском каскаде. Повышенное содержание хлоридов, обусловленное сбросом сточных вод у г. Березники, ощущается даже в нижнем бьефе Камской ГЭС.

¹ Результаты определения бихроматной окисляемости, биохимического потребления кислорода, кремния и железа приведены в

Т а б л и ц а 1

Содержание ряда компонентов химического состава вод Волги и
в поверхностном слое

Номер станции	Цвет- ность, граду- сы	O_2		$P-PO_4^3$	$P_{об-}$ щий	$N-NO_2^-$	$N-NO_3^-$	$N-NH_4^+$
		мг/л	% на- сыще- ния	мкг/л	мкг/л	мг/л	мг/л	мг/л
1	65	9.25	104	18	85	0.00	0.006	0.35
2	60	9.30	104	24	74	0.007	0.194	0.42
3	50	9.00	100	28	31	0.005	0.134	0.27
4	52	11.60	131	13	56	0.006	0.038	0.23
5	50	8.60	94	20	64	0.004	0.10	0.2
6	53	11.62	132	117	196	0.032	0.60	0.56
7	66	9.72	109	54	142	0.006	0.014	0.26
8	55	6.90	78	90	179	0.009	0.019	0.15
9	50	7.60	85	102	146	0.010	0.136	0.25
10	52	8.60	85	33	92	0.007	0.04	0.21
11	51	7.35	82	36	74	0.015	0.066	0.26
12	50	7.65	85	28	82	0.007	0.075	0.25
13	50	7.85	85	15	77	0.005	0.057	0.24
14	55	8.90	95	13	74	0.005	0.029	0.30
15	54	9.0	92	10	58	0.004	0.041	0.27
16	51	9.10	93	10	32	0.004	0.066	0.29
17	51	8.85	91	10	31	0.002	0.049	0.50
18	51	7.82	83	12	32	0.008	0.081	0.24
19	51	7.60	80	20	45	0.013	0.12	0.51
20	46	7.47	78	28	51	0.021	0.13	0.50
21	46	7.52	78	16	31	0.003	0.033	0.45
22	47	7.30	76	12	23	0.006	0.074	0.29
23	43	8.10	83	13	35	0.008	0.124	0.30
24	40	7.40	76	10	66	0.005	0.092	0.36
25	40	7.30	75	12	56	0.003	0.084	0.00
26	40	7.72	79	13	20	0.003	0.080	0.30
27	13	8.18	84	10	23	0.002	0.06	0.10
28	53	8.50	86	16	36	0.004	0.04	0.27
29	50	8.92	88	9	36	0.007	0.044	0.47
30	63	7.75	76	20	49	0.02	0.144	0.60
31	50	6.18	60	26	77	0.010	0.09	0.71
32	55	9.70	92	23	57	0.002	0.014	0.26
33	47	9.25	87	16	58	0.00	0.00	0.38
34	52	7.84	80.5	9	-	0.003	-	0.05
35	40	7.21	75.4	14	-	0.005	-	0.051
36	40	8.62	9.04	7	-	0.008	-	0.020
37	40	7.05	74.8	3	-	0.003	-	0.032
38	42	7.37	77.9	4	-	0.004	-	0.025

Т а б л и ц а 2

Содержание ряда компонентов химического состава вод Волги и Камы
в поверхностном слое

Номер станции	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	рН	Cl^-
	мг/л	мг/л	мг-экв/л	мг-экв/л	мг-экв/л		мг/л
1	5.7	2.15	1.52	0.59	1.62	9.06	3.78
2	6.9	1.85	1.65	0.65	1.72	8.60	3.81
3	8.0	1.95	1.74	0.70	1.86	8.34	4.27
4	8.8	2.25	1.70	0.74	2.02	9.05	4.40
5	8.9	2.15	1.65	0.78	1.96	8.65	4.37
6	31.5	5.75	3.64	1.22	2.84	8.66	18.94
7	18.5	4.0	2.47	0.96	2.22	8.35	4.96
8	18.4	3.2	2.69	0.96	2.26	7.97	9.44
9	18.5	3.5	2.73	1.05	2.26	7.95	9.28
10	32.0	5.75	2.52	0.91	1.82	7.91	27.78
11	29.0	4.75	2.52	0.78	1.78	7.80	25.44
12	26.5	4.50	2.39	0.75	1.66	7.85	24.64
13	27.5	4.50	2.34	0.74	1.62	7.85	25.70
14	29.5	4.50	2.30	0.67	1.50	8.14	28.80
15	25.5	4.50	1.81	0.42	1.02	8.02	24.80
16	22.5	4.75	1.44	0.30	0.84	7.91	23.81
17	23.0	5.0	1.39	0.30	0.78	7.75	24.83
18	22.5	5.0	1.39	0.26	0.82	7.50	23.58
19	24.5	5.0	1.39	0.31	0.78	7.47	26.91
20	28.5	5.5	1.54	0.32	0.74	7.39	30.72
21	30.0	6.0	1.61	0.43	0.86	7.40	34.56
22	29.0	6.25	1.74	0.34	0.90	7.32	32.0
23	43.0	7.0	1.91	0.43	0.90	7.53	48.09
24	21.0	6.25	1.82	0.44	1.0	7.62	21.86
25	17.5	5.0	2.26	0.49	1.14	7.60	16.10
26	24.0	6.5	1.39	0.35	0.76	7.47	26.14
27	10.8	1.50	3.39	0.69	1.70	7.95	6.34
28	28.5	7.75	1.50	0.32	1.00	7.73	32.00
29	40.5	12.25	1.91	0.43	1.06	7.80	48.96
30	72.0	22.5	2.73	0.53	1.52	7.37	87.78
31	34.0	7.5	1.58	0.63	1.34	7.38	28.73
32	19.0	2.0	1.30	0.50	1.60	7.73	9.76
33	21.0	2.5	1.27	0.55	1.54	7.71	11.30
34	-	-	-	-	-	8.03	-
35	-	-	-	-	-	8.02	-
36	-	-	-	-	-	8.22	-
37	-	-	-	-	-	8.06	-
38	-	-	-	-	-	8.00	-

П р и м е ч а н и е. Кроме авторов статьи в сборе, анализе и обработке материалов, представленных в таблице, принимали участие Э.С. Бикбулатов, Л.Ф. Генкал, Л.А. Калинина, Н.А. Кудрявцева, Н.И. Мельникова.

Воткинское водохранилище и Нижняя Кама характеризовались сравнительно большей однородностью химического состава вод. Однако в районе крупных городов наблюдались значительные массы воды с повышенной минерализацией и более высоким содержанием биогенных элементов.

В целом по длине водохранилищ за счет разбавления происходит закономерное уменьшение минерализации воды, вызванное промышленным загрязнением. Вертикальное расслоение воды по ряду химических показателей, как правило, обусловлено сбросом значительно более минерализованных вод промышленных предприятий. При разбавлении вод их вертикальное расслоение исчезает. Сброс сточных вод промышленных предприятий может вызвать большие градиенты плотности, сохраняющиеся даже при наличии стокового течения.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

И.К. Степанова

КРЕМНИЙ И ЖЕЛЕЗО В ВОДЕ КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Гидрохимический режим Камы до зарегулирования стока и после создания Камского и Воткинского водохранилищ исследован довольно полно [1, 2, 5, 9]. Данные по минеральному составу вод и биогенным элементам обобщены в ряде работ [3, 4, 7, 11].

Нами изучалось современное распределение растворенной минеральной формы кремния и форм железа (минеральной, органической, взвешенной). Показатели содержания форм железа в воде названных водоемов получены впервые.

Пробы анализировались сразу после отбора на борту судна. Растворенный минеральный кремний определяли в нефльтрованной воде фотометрическим методом по окраске синего кремниймолибденового комплекса, минеральное растворенное железо – в фильтрованных пробах через мембранный фильтр № 2 по окраске орто-фенантролинового комплекса. Растворенное органическое железо определяли в фильтрате после разрушения железоорганических комплексов персульфатом калия.

Взвешенное железо определяли после окисления взвесей, выделенных на мембранных фильтрах. Методика подготовки проб и анализы описаны ранее [10].

Содержание кремния в Камском водохранилище изменялось в широких пределах (см. таблицу): в среднем оно равно 1.59 мг Si/л. Высокая концентрация кремния наблюдалась в верхней части водохранилища, где смешиваются богатые кремнеземом воды Верхней Камы и Вишеры, и до конца нижней границы района загрязнения

(Соликамск-Березники) [2]. В средней озерной части водохранилища в Иньво-Косьвинском плесе снижение содержания кремния связано с интенсивным развитием фитопланктона, сопровождающимся резким увеличением его биомассы с преобладанием диатомовых водорослей.

Воды р. Чусовой, дающие около 30% притока, вносят в водохранилище значительное количество кремния. Они не успевают смешиваться с водами приплотинного участка водохранилища, поэтому в верхнем бьефе местами наблюдается еще низкое содержание кремния. Влияние чусовских вод заметно сказывается только в нижнем бьефе, где концентрация кремния значительно выше, чем в Иньво-Косьвинском плесе Камского водохранилища.

Воткинское водохранилище по содержанию кремния довольно однородно: в среднем по водохранилищу оно составляет $0,96 \text{ mg Si / л}$. Район от нижнего бьефа Камской ГЭС до г. Оханска отличается низким содержанием кремния. Одновременно здесь возрастает биомасса фитопланктона.

Для вод Камы ниже Воткинского водохранилища и Камского плеса Куйбышевского водохранилища характерны наименьшее в данном каскаде количество кремния и наивысшая биомасса фитопланктона.

Таким образом, наблюдается отчетливая тенденция к снижению концентрации кремния от верхних районов каскада к нижним. Четко проявляющаяся обратная связь между содержанием кремния и биомассой фитопланктона (преимущественно диатомового), очевидно, обусловлена использованием этого элемента диатомовыми водорослями, имеющими кремниевый панцирь. Последний после отмирания организмов осаждается на дно.

Волга с ее водохранилищами характеризуется значительно меньшим содержанием кремния, что связано с геологическими особенностями водосбора (см. таблицу).

Растворенное минеральное железо в водах каскада Камских водохранилищ не обнаружено, что согласуется с теоретическими расчетами [8], а также с нашими данными по водохранилищам Верхней Волги. Высокие значения, полученные в этих водах ранее [1], связаны с тем, что применялся роданидный метод, которым определяется не $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$, а железо, извлекаемое из взвешенных частиц и из железоорганических комплексов (суммарно это „реактивное“ железо).

В распределении органической формы растворенного железа на акватории каскада водохранилищ Камы обнаруживается отчетливая закономерность: вниз по каскаду содержание органического железа уменьшается. Очевидно, оно переходит в какую-то другую форму. Учитывая, что аллохтонное органическое вещество в водохранилищах подвержено интенсивной деструкции [6], наблюдаемую убыль содержания железоорганических комплексов можно объяснить их разрушением и частичной коагуляцией с последующим осаждением. Правда, при этом нет обратной корреляции между $\text{Fe}_{\text{орг.}}$ и $\text{C}_{\text{орг.}}$ (см. таблицу), поскольку в воде помимо аллохтонного органического вещества есть и автохтонное. Определенное

Кремний и железо в воде Камских водохранилищ

Номер станции	C орг., мг/л	Биомасса фитопланктона, г/м ³	Взвеси, мг/л	Si мин., мг/л	Fe орг., мг/л	Fe взв., мг/л
1	14.0	9.50	23.8	0.24	0	0.202
2	11.6	2.38	10.2	0.26	0.070	0.316
3	12.9	2.29	5.6	0.30	0.035	0.188
4	8.4	5.46	10.8	0.63	0	0.625
5	9.0	2.38	10.8	0.70	0	0.194
6	8.0	22.38	7.1	0.12	0	0.522
7	9.6	18.33	6.3	0.14	0	0.573
8	6.6	2.21	8.7	0.42	0	0.632
9	8.7	4.41	14.6	0.42	0	0.333
10	5.7	1.61	13.7	1.76	0	0.614
11	5.7	2.24	7.6	0.58	0	0.635
12	6.1	3.42	11.5	0.40	0	0.649
13	6.1	3.06	11.8	0.38	0	0.528
14	6.1	8.28	13.5	0.42	0	0.331
15	6.9	5.60	9.7	0.45	0.058	0.257
16	8.7	4.25	5.3	0.46	0.050	0.211
17	8.6	6.04	3.8	0.58	0.056	0.157
18	8.0	0.52	3.2	0.73	0.053	0.075
19	8.3	0.71	3.8	0.83	0.142	0.078
20	9.4	0.88	3.6	0.96	0.058	0.102
21	8.5	2.34	6.7	0.78	0.014	0.435
22	7.7	3.32	6.2	—	0.000	0.271
23	6.5	3.22	5.2	0.89	0.052	0.235
24	6.0	2.16	3.7	1.18	0.048	0.333
25	6.0	1.46	5.0	1.32	0.024	0.134
26	7.1	0.77	4.1	0.86	0.082	0.301
27	4.1	0.24	0.5	1.68	0.000	0.120
28	6.8	3.68	6.2	0.80	0.088	0.198
29	7.1	1.52	5.4	0.66	0.118	0.219
30	9.8	3.62	2.7	1.82	0.216	0.483
31	10.8	0.77	4.6	2.10	0.210	0.415
32	5.8	0.57	4.4	2.43	0.176	0.458
33	5.6	0.62	4.2	2.47	0.102	0.438

П р и м е ч а н и е. Данные по органическому углероду и биомассе фитопланктона заимствованы из статей Э.С. Бикбулатова и Е.М. Бикбулатовой, Г.В. Кузьмина и А.Г. Охалкина (наст. бюл.).

значение имеет сорбция органического железа на взвешенных частицах с их последующим осаждением. Вероятно, на данном участке поступление органического железа в воду из затопленных почв донных отложений если и происходит, то ограничено, иначе снижение его вниз по каскаду не было бы столь значительным.

В водах Волги, Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ содержание органического железа близко к аналитическому нулю. Ст. 5-10 расположены ниже водохранилищ Верхней Волги (Шекснинского, Угличского и Рыбинского), где, видимо, происходит тот же процесс - переход органического железа в другие формы. Поэтому ниже этих водоемов растворенных железоорганических соединений почти нет.

Взвешенного железа на всех стениях много больше, чем растворенного. В среднем по каскаду Камских водохранилищ содержание железа во взвесах равно 5.8%, что в 1.5 раза превосходит концентрацию этого элемента в горных породах, слагающих бассейн Камы. Последнее свидетельствует о том, что взвешенное железо образуется не только в результате физико-механических процессов. Существенная роль при этом принадлежит физико-химическим и биологическим процессам.

В распределении взвешенного железа намечается некоторая корреляция с мутностью (см. таблицу). Мутность же имеет сложное распределение, обусловленное отчасти ветровым перемешиванием, непостоянным во время рейса. Так, отмечается повышенная мутность воды в Камском плесе Куйбышевского водохранилища, т.е. в самой нижней части каскада, где, казалось бы, вода должна быть наименее мутной. Видимо, для получения правильного представления о распределении взвешенной формы железа нужны данные, полученные за более продолжительный период наблюдения.

Литература

1. Балабанова З.М. Гидрохимическая характеристика Камского водохранилища (1954-1959). - Тр. Уральск. отд. ГосНИОРХ, 1961, т. 5, с. 38-104.
2. Балабанова З.М. Порайонная специфика изменения химизма вод Камского водохранилища. - Тр. Уральск. отд. СибНИОРХ, 1966, т. 7, с. 233-246.
3. Бурматова Э.М. Химическая география Камского водохранилища. - Автореф. канд. дис. Пермь, 1969. 21 с.
4. Водохранилище Воткинской ГЭС на р. Каме. - Матер. к комплексной геогр.-гидрол. характеристике формирования водохранилища. Пермь, 1968, с. 116-153.
5. Максимович Г.А. Химическая география вод суши. М., 1955. 328 с.
6. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л., 1972. 364 с.
7. Совещание по вопросам эксплуатации Камского водохранилища. Пермь, 1959. 120 с.

8. Соломин Г.А. Ионные равновесия железа в природных водах. - Гидрохим. матер., 1967, т. 43, с. 88-93.
9. Справочник по водным ресурсам СССР. Т. 12, ч. 1. Л., 1936, 664 с.
10. Степанова И.К. Определение железа во взвешях. - Информ. бю. „Биол. внутр. вод“, 1976, № 32, с. 68-71.
11. Химическая география вод и льда Камских водохранилищ. - Тр. У совещ. по химической геогр. вод и гидрогеохимии Пермской обл. Пермь, 1967, с. 82-97.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Э.С. Бикбулатов, Е.М. Бикбулатова

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ ВОЛГИ, КАМЫ И НЕКОТОРЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Данные, характеризующие органическое вещество вод Камы и ее водохранилищ, ограничиваются в основном перманганатной окисляемостью [2-4]. Проведены лишь единичные определения бихроматной окисляемости [3]. Совсем нет сведений по органическому углероду, которые более объективно позволяют оценить содержание органического вещества. В этом плане подробнее исследованы Волга и ее водохранилища [7].

Пробы воды отбирались металлическим батометром по трассе судового фарватера с глубины 1 м от поверхности. Для удаления взвешенных частиц (фитопланктона, детрита и т.п.) были последовательно использованы фильтры № 6 и № 4, на последней ступени фильтрации воду пропускали через фильтр со средним диаметром пор 0.5 мкм. В фильтрованных пробах определяли органический углерод персульфатным методом [1], химическое потребление кислорода (ХПК) путем бихроматного окисления с катализатором Ag_2SO_4 в неувлажненных пробах [6]. Исследования проводились непосредственно на судне сразу после отбора проб.

По экспериментальным данным вычислена средняя электрохимическая валентность углерода (ЭВ), характеризующая степень окисленности органического вещества. ЭВ отдельных атомов углерода в органическом соединении может быть различной - от +4 до -4. Например, в карбоксильной группе уксусной кислоты она равна +2, а в метильном радикале -2. Среднее значение ЭВ получается при суммировании валентности каждого атома углерода с соответствующим знаком и делении суммы на число атомов. Для уксусной кислоты это значение равно нулю, такая же величина характерна и

Некоторые характеристики растворенного органического вещества в водах Волги и Камы и некоторых водохранилищ

Номер стан-ции	Органи-ческий углерод, мг/л	Бихромат-ная окис-ляемость, О/л	ЭВ	Номер стан-ции	Органи-ческий углерод, мг/л	Бихромат-ная окис-ляемость, О/л	ЭВ
1	14.0	29.7	+0.8	18	8.0	23.7	-0.4
2	11.6	20.0	+1.4	19	8.3	26.7	-0.8
3	12.9	23.6	+1.3	20	9.4	25.5	-0.1
4	8.4	25.9	-0.6	21	8.5	20.9	+0.3
5	9.0	24.7	-0.2	22	7.7	22.8	-0.4
6	8.0	23.8	-0.5	23	6.5	19.8	-0.6
7	9.6	21.1	+0.7	24	6.0	18.2	-0.6
8	6.6	23.0	-1.2	25	6.0	17.8	-0.5
9	8.7	25.0	-0.3	26	7.1	18.6	0
10	5.7	15.9	-0.2	27	4.1	7.6	+1.2
11	5.7	20.5	-1.4	28	6.8	20.0	-0.4
12	6.1	20.5	-1.0	29	7.1	23.8	-1.0
13	6.1	19.0	-0.7	30	9.8	36.7	-1.6
14	6.1	23.9	-1.9	31	10.8	22.9	+0.8
15	6.9	20.9	-0.6	32	5.8	17.5	-0.5
16	8.7	22.8	+0.2	33	5.6	19.7	-1.3
17	8.6	32.3	-1.7				

для простых углеводов (глюкоза). Естественно, что для соединений с большим числом углеводных атомов при таком вычислении показателя валентности могут получиться и дробными.

В настоящей работе расчет ЭВ проведен по формуле, предложенной Риктером и Гюнтером [8]:

$$\text{ЭВ} = 4 - 1.5 \frac{\text{ХПК}}{\text{С}},$$

где ХПК – количество кислорода, израсходованное на окисление органического вещества в 1 л (бихроматная окисляемость) пробы воды, мг О/л, С – концентрация углерода, мг С/л.

Содержание органического углерода в районе Волжского плеса Рыбинского водохранилища (ст. 1), в Волге ниже Ярославля (ст. 2) и в Горьковском водохранилище у Юрьевца (ст. 3) заметно выше, чем в других пунктах (см. таблицу). Здесь наблюдалось наиболее мощное развитие фитопланктона, что сопровождается выделением в воду растворимых органических соединений метаболической природы, а также промежуточных продуктов разложения части отмерших водорослей. Эти лабильные продукты служат легкодоступной пищей для гетеротрофной микрофлоры, и, очевидно, вследствие этого численность последних здесь выше [5]. Несмотря на наличие зна-

чительного количества малотрансформированных органических соединений, средняя степень окисленности углерода (его электрохимическая валентность) в растворенном органическом веществе на ст. 1-3 имеет положительное значение, как и в органических веществах с относительно большим содержанием кислорода по сравнению с углеводами. Начиная с верхнего бьефа Горьковского водохранилища (ст. 4, вплоть до устья Камы (ст. 9) содержание органического углерода варьирует в небольших пределах (отклонение от среднего менее 1 мг С/л). Исключение представляет только ст. 8 ниже Казани, где количество С = 6.6 мг/л. Эти величины на 1-2 мг С/л ниже тех, которые были получены в июле 1969 г. в нефiltroванных пробах воды [7]. Подобная разница, по-видимому, может быть обусловлена тем, что определялся не общий, а растворенный органический углерод. По этой же причине имели место меньшие величины бихроматной окисляемости (на 5-10 мг О/л) по сравнению с июнем 1966 г. [7]. Степень окисленности углерода на ст. 4-9 выражена отрицательной величиной, как и почти на всех остальных станциях, за исключением ст. 7, 16, 21, 27, 31. Содержание кислорода в органическом веществе здесь меньше, чем это характерно для простых углеводов. Из водотоков и водоемов бассейна Камы наименьшее количество органического вещества в воде р. Чусовой (ст. 27). В верховьях Камы выше и ниже Соликамска (ст. 33 и 32) его несколько больше.

Приведенные данные по органическому углероду и бихроматной окисляемости (см. таблицу) позволяют полагать, что этот участок реки сравнительно мало загрязнен веществами органической природы. В районе г. Березники (ст. 31), судя по содержанию органического углерода, в воду Камского водохранилища поступает большое количество органического вещества. По мере продвижения вниз по течению оно в значительной мере разрушается и трансформируется, практически достигая прежних значений спустя 350-400 км (ст. 24-25). В районе ст. 23-20 зарегулированный участок Камы постепенно снова загрязняется: содержание органического углерода возрастает от 6.0 до 9.4 мг С/л, бихроматная окисляемость - от 18.2 до 25.5 мг О/л. Степень окисленности органического вещества всегда несколько ниже степени окисленности простых углеводов. В дальнейшем (от ст. 19 до ст. 15) река очищается от большей части поступившей органики: уже на ст. 15 (ниже Мензелинска) количество органического углерода снижается до 6.9 мг С/л. Самоочищение реки продолжается до впадения Камы в Волгу (от ст. 16 до ст. 10), и на ст. 10 и 11 концентрация органического углерода практически такая же, как и на малозагрязненном участке Камы на ст. 32 и 33

Литература

1. Бикбулатов Э.С. Простой способ окисления органического вещества природных вод для определения углерода. - Гидрохим. матер., 1974, т. 60, с. 174-178.

2. Водохранилище Воткинской ГЭС на р. Каме. Пермь, 1968. 194 с.
3. Зенин А.А. Гидрохимия Волги и ее водохранилищ. Л., 1965. 259 с.
4. Краткий справочник для гидрологических расчетов на реках Западного Урала. Пермь, 1966. 160 с.
5. Кудрявцев В.М. Потребление кислорода и деструкция органического вещества в воде Камы и ее водохранилищ. Наст. бюл.
6. Монакова С.В., Скопинцев Б.А. Сопоставление некоторых вариантов метода определения бихроматной окисляемости в природных водах. - Матер. к совещ. по прогнозированию содержания органического вещества и биогенных элементов в водохранилищах. Рыбинск, 1969, с. 156-162.
7. Скопинцев Б.А., Бакулина А.Г., Бикбулатова Е.М., Кудрявцева Н.А., Мельникова Н.И. Органическое вещество в воде Волги и ее водохранилищ в июне 1966 г. и июле 1969 г. - В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима Волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 39-53.
8. Rickert D.A., Hunter T.V. General nature of soluble and particulate organics in sewage and secondary effluent. Water Research, 1971, vol. 5, p. 421-436.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Ю.В. Ларионов, Н.И. Мельникова

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ ПОТРЕБЛЕНИЮ КИСЛОРОДА В ВОДАХ ВОЛЖСКИХ И КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Определение биохимического потребления кислорода (БПК) имело своей целью дать сравнительную оценку содержания в волжских и камских водах нестойкого органического вещества, а также изучить кинетику его распада и минерализации.

БПК (при температуре 18-22°), аммоний, нитриты, нитраты в воде определялись по принятым методам [1]. Микроскопический анализ использован для количественной оценки в воде и взвешях фито- и зоопланктона, простейших и бактерий.

Судя по величинам БПК за указанные сроки (см. таблицу), разложение органического вещества в воде волжских водохранилищ происходило в 2-3 раза интенсивнее, чем в водах Камы и ее водохранилищах. Это согласуется с гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими характеристиками исследованных районов [6, 8]. Действительно, температура волжских вод в августе 1975 г. была выше по сравнению с камскими, содержание фитопланктона больше, вследствие чего воды Волги часто были пересыщены кислородом (до 132%). Суточная и 3-суточная деструкция органического вещества

БПК (мг O_2 /л) и минерализация вод волжско-камских
водохранилищ
август, 1975 г.

Номер стан- ции	Время инкубации, сутки				КБПК		Минеральные соедине- ния азота в воде пос- ле 6 суток инкубации, мг N/л		
	2	3	4	6	на 2- 4-е сутки	на 3- 6-е сутки	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
1	2.15	3.05	3.90	5.60	0.034	0.026	-0.25	+0.011	+0.025
2	2.85	3.25	3.80	4.90	0.238	0.162	-0.22	-0.005	-0.106
3	1.70	1.90	2.20	3.15	0.266	0.074	-0.13	-0.003	-0.029
4	1.30	1.90	2.60	4.00	0.000	0.028	-0.03	-0.003	-0.023
5	1.35	1.45	1.60	2.45	0.366	0.053	-0.09	+0.007	+0.014
6	3.60	4.80	5.20	5.30	0.176	0.270	-0.11	-0.023	-0.257
7	1.50	2.10	2.90	3.60	0.015	0.048	-0.09	-0.001	+0.268
8	1.60	1.70	2.00	2.35	0.301	0.050	+0.14	+0.020	+0.248
9	1.10	1.70	1.85	2.45	0.084	0.117	-0.06	-0.006	-0.020
10	0.70	1.00	1.30	1.60	0.168	0.141	-0.25	+0.011	+0.025
11	0.90	1.20	1.70	2.10	0.164	0.121	-0.22	-0.005	-0.106
12	0.35	0.65	0.65	0.75	0.032	0.267	-0.13	-0.003	-0.029
13	0.90	0.95	1.15	1.45	0.272	0.078	-0.03	-0.003	+0.017
14	0.90	1.15	1.80	2.45	-	-	-0.05	+0.004	+0.081
15	1.20	1.20	1.30	1.35	0.540	0.297	+0.05	+0.001	+0.084
16	1.00	1.35	1.40	1.55	0.198	0.273	+0.07	+0.001	-0.044
17	0.60	0.75	1.05	1.30	0.018	0.044	-0.09	+0.003	+0.087
18	0.50	0.60	0.80	1.00	0.011	0.058	+0.08	-0.001	+0.004
19	0.20	0.30	0.40	0.70	-	-	-0.21	-0.007	+0.038
20	0.40	0.85	1.00	1.50	-	0.039	-0.10	-0.021	+0.036
21	0.80	1.50	1.60	2.00	0.031	0.045	-0.18	-0.003	+0.034
22	0.85	1.20	1.40	2.00	0.090	0.058	-0.02	0.000	+0.030
23	0.60	1.00	1.20	1.55	-	0.086	-0.11	-0.001	+0.022
24	0.60	1.60	1.80	2.00	-	0.297	-0.10	-0.003	+0.009
25	0.90	1.30	1.50	1.50	0.088	0.268	+0.14	-0.003	+0.001
26	0.60	0.80	0.90	1.40	0.150	0.041	+0.03	0.000	+0.025
27	0.20	0.60	0.70	0.90	-	0.150	+0.07	+0.012	+0.077
28	0.30	0.60	0.70	1.75	-	-	-	-	-
29	0.60	0.75	0.80	1.30	0.238	0.044	-0.20	-0.002	-0.044
30	0.75	0.95	1.45	2.55	0.032	-	-0.08	-0.001	-0.028
31	1.30	1.65	1.65	2.30	0.286	0.134	-0.45	-0.006	-0.047
32	1.20	1.40	1.40	1.85	0.301	0.123	-0.07	-0.002	+0.004
33	0.90	1.30	2.15	2.40	-	0.031	-0.13	0.000	0.000

в нефилътрированной воде камских водохранилищ, определяемая при температуре водоема [4], обычно несколько ниже по сравнению с БПК за двое и трое суток при 20°.

Показатели, полученные по БПК₅ в июле 1969 г. [12], в 2-3 раза меньше по сравнению с нашими по БПК₄ и БПК₆ на участке Волги. По данным Г.В. Кузьмина [5], в июле 1969 г., когда отмечалась сравнительно пониженная температура воды, на этом же участке Волги биомасса фитопланктона также была в 2-4 раза ниже, чем в августе 1975 г. [8]. Таким образом, только перечисленные факторы могли обусловить повышенное содержание в воде нестойкого органического вещества летом 1975 г. По-видимому, относительное увеличение БПК в воде Волги в это время объясняется и все возрастающим влиянием антропогенного фактора [10].

В гидрохимических исследованиях по Каме основное внимание уделялось изучению главных компонентов солевого состава. Работы по содержанию органического вещества и интенсивности его разложения малочисленны. По данным 1961 г. (июнь), при наблюдении процессов самоочищения воды от легкоразрушаемых органических веществ в Камском водохранилище в паводочный период величины полного БПК, рассчитанные по БПК за 3 и 6 суток, равнялись 2-4 мг О₂/л [7]. Эти сравнительно небольшие величины можно объяснить тем, что с весенним паводком значительная часть загрязнений выносится вниз по Каме, а поступают лишь маломинерализованные поверхностные воды [9]. По нашим сведениям, в Камском водохранилище расчетное полное БПК имеет близкие с отмеченными выше значения.

Показатели 1957-1965 гг. по изменениям БПК₅ в Воткинском водохранилище на значительном удалении от промышленных стоков позволяют говорить об уменьшении за указанный срок этого санитарного показателя летом от 2.0 до 0.7 мг О₂/л [2]. Полученные величины БПК₄ и БПК₆ в пределах от 0.4 до 2.0 мг О₂/л свидетельствуют о малых различиях значений БПК₅ в период исследований. Максимальные показатели БПК₄ и БПК₆ ниже г. Оханска и пос. Десятово согласуются с повышенным содержанием в воде фитопланктона на этих участках.

Рассчитанные для волжско-камских водохранилищ значения констант БПК (по уравнению реакции первого порядка) колеблются в пределах от 0.011 до 0.366 в сутки (см. таблицу), что, согласно терминологии В.Т. Каплина [3], соответствует преобладанию в воде „биологически жесткой“ и „промежуточной“ групп органических соединений. Расчет $K_{\text{БПК}}$ оказался возможным в большинстве случаев (80%), остальные 20% приходятся на некоторые пробы воды Камского и Воткинского водохранилищ. При показателях $K_{\text{БПК}}$ больше 0.1 в основном (86% случаев) наблюдалось уменьшение величин констант во времени. При $K_{\text{БПК}}$ меньше 0.1 это происходило лишь в 20% случаев, большей частью имело место увеличение значений $K_{\text{БПК}}$ во времени. В результате сравнения данных по численности бактерий, простейших, фито- и зоопланктона в ряде инкубиро-

ванных проб воды с величинами $K_{БПК}$ тесной коррелятивной связи не обнаружено.

Представляют интерес результаты исследований содержания минеральных азотсодержащих соединений, в воде после инкубации в течение суток (см. табл.). Наряду с обычно наблюдаемым накоплением биогенных элементов в инкубируемой воде в наших опытах в аэробных условиях нередко происходила их убыль (цифры со знаком минус). Это отмечалось в тех случаях, когда в исследуемой воде сохранялось большое количество живых клеток фитопланктона. Очевидно, расход биогенов связан с жизнедеятельностью организмов. Последнее обстоятельство, как и наличие в воде значительного количества относительно стойких органических соединений гумусовой природы [11], по-видимому, и обуславливает невозможность расчета констант в ряде опытов и их изменение во времени в тех случаях, когда расчет оказался возможным.

Литература

1. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1973. 371 с.
2. Водохранилище Воткинской ГЭС на р. Каме. Под ред. Ю.М. Матарзина. Пермь, 1968. 203 с.
3. Каплин В.Т. Превращение химических веществ в природных водах. Автореф. канд. дис., Иркутск, 1973. 46 с.
4. Кудрявцев В.М. Потребление кислорода и деструкция органического вещества в воде Камы и ее водохранилищ. Наст. бюл.
5. Кузьмин Г.В. Современное состояние фитопланктона Волги. Вторая конф. по изуч. водоемов бас. Волги „Волга-2“, Борок, 1974, с. 85-90.
6. Литвинов А.С., Марченко Т.М. Гидрологическая характеристика Волги и Камы летом 1975 г. Наст. бюл.
7. Марголина Г.Л. Процессы самоочищения воды в Камском водохранилище. – В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1966, с. 195-199.
8. Охупкин А.Г., Кузьмин Г.В. Сапробность вод Волги и Камы. Наст. бюл.
9. Печеркин И.А. Изменение гидрохимического состава р. Камы в связи с образованием водохранилищ. – Учен. зап. Пермск. ун-та, 1964, т. 118, вып. 2, с. 7-18.
10. Россолимо Л.Л. Антропогенное евтрофирование водоемов. Общая экология. Биоценология. Гидробиология. Т. 2. (Итоги науки и техники. ВИНТИ АН СССР). М., 1975, с. 8-60.
11. Скопинцев Б.А., Бакулина А.Г., Мельникова Н.И. Органическое вещество в воде Онежского озера и некоторых водоемов Волго-Балтийского водного пути летом 1968 г. – В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 54-61.

12. Скопинцев Б.А., Бакулина А.Г., Бикбулатова Е.М., Кудрявцева Н.А., Мельникова Н.И. Органическое вещество в воде Волги и ее водохранилищах в июне 1966 г. и июле 1969 г. – В кн.: Органическое вещество и элементы гидрологического режима волжских водохранилищ. Л., 1972, с. 39–53.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.М. Кудрявцев

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА И ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ КАМЫ И ЕЕ ВОДОХРАНИЛИЩ

Задача наших исследований – изучение процессов деструкции взвешенного и растворенного органического вещества.

Склянки объемом 100 мл с помощью сифона наполняли водой, фильтрованной через мембранный фильтр № 6 и натуральной. Содержание растворенного кислорода в исходной воде и через сутки определяли по методу Винклера. Пробы инкубировали в темноте в аквариуме на палубе судна при температуре воды водоема. Величину деструкции органического вещества вычисляли по разности между содержанием кислорода в исходной и конечной воде после инкубации в склянках. Параллельно определялись общее число бактерий и гетеротрофная ассимиляция углекислоты с применением радиоактивного изотопа углерода – $\text{Na}_2\text{C}^{14}\text{O}_3$. Вода для анализов отбиралась по русловому ходу.

Низкая температура воды и другие факторы, по-видимому, повлияли на развитие бактерий. Общая численность их в Камском и Воткинском водохранилищах была наименьшей – от 0.5 до 1.4 млн. кл./мл. Максимальное количество бактерий отмечалось ниже г. Березники, минимальное – против дер. Путино. Бактериальная ассимиляция углекислоты в натуральной воде составляла 0.9–3.5, в фильтрованной – 0.9–2.5 мгк С/л. После отделения взвешенных частиц суточная величина бактериальной ассимиляции углекислоты уменьшалась в среднем в 1.2 раза. Примерно такие же результаты получены В.И. Романенко и Э.Г. Добрыниным в Рыбинском водохранилище [1, 2].

Невысокие показатели по общей численности бактерий и гетеротрофной ассимиляции углекислоты в камских водохранилищах свидетельствуют о слабопротекающих бактериальных процессах. Это подтверждают и сравнительно низкие величины деструкции суммарного органического вещества (табл. 1). На отдельных станциях потребление кисло-

Т а б л и ц а 1

Потребление кислорода и деструкция органического вещества
в Воткинском и Камском водохранилищах

Номер стан- ции	Суммарное органическое вещество		Растворенное органическое вещество			Взвешенное органическое вещество		
	мг O ₂ /л	мг C/л	мг O ₂ /л	мг C/л	% от суммар- ного ор- ганичес- кого ве- щества	мг O ₂ /л	мг C/л	% от суммар- ного ор- ганичес- кого ве- щества
Воткинское водохранилище								
18	0.30	0.11	0.19	0.07	64	0.11	0.04	36
19	0.30	0.11	0.18	0.07	64	0.12	0.04	36
20	0.41	0.15	0.40	0.15	100	0.01	0	0
21	0.25	0.09	0.24	0.09	100	0.01	0	0
22	0.55	0.21	0.31	0.12	57	0.24	0.09	43
23	0.42	0.16	0.05	0.02	12	0.37	0.14	88
24	0.20	0.07	0.18	0.07	100	0.02	0.01	0
25	0.36	0.13	0.31	0.11	85	0.05	0.02	15
Среднее	0.35	0.13	0.24	0.09	69	0.11	0.04	31
Камское водохранилище								
26	0.20	0.07	0.05	0.01	14	0.15	0.06	86
27	0.22	0.08	0.17	0.06	75	0.05	0.02	25
28	0.16	0.06	0.11	0.04	67	0.05	0.02	33
29	0.21	0.08	0.18	0.07	87	0.03	0.01	13
30	0.42	0.16	0.15	0.06	37	0.27	0.10	63
31	0.49	0.18	0.15	0.06	33	0.34	0.12	67
32	0.66	0.25	0.36	0.13	52	0.30	0.12	48
33	0.60	0.22	0.28	0.10	45	0.32	0.12	55
Среднее	0.37	0.14	0.18	0.07	50	0.17	0.07	50

П р и м е ч а н и е. Содержание органического углерода рас-
считано по потреблению кислорода (O₂ × 0.375).

рода на окисление растворенного и взвешенного органического ве-
щества изменялось от 0.16 до 0.66 мг/л в сутки. Максимальные

показатели деструкции (в мг С/л) отмечались ниже г. Соликамска в Камском водохранилище и ниже с. Оханска в Воткинском. Здесь же наблюдались наибольшая численность бактерий и ассимиляция углекислоты. Минимальные величины деструкции зарегистрированы выше с. Добрянки в Камском водохранилище и ниже Перми в Воткинском.

В фильтрованной воде среднее потребление кислорода в Камском водохранилище равнялось 69% (на отдельных станциях – до 100%), в Воткинском – 50% от общей суммы потребленного кислорода.

Таким образом, деструкция взвешенного органического вещества, рассчитанная по разности в натуральной и фильтрованной воде, в среднем за сутки составляла в Камском водохранилище 31%, в Воткинском – 50% от суммарной величины деструкции.

Общее количество бактерий в воде на речном участке г. Сарапул-пос. Шуран несколько увеличилось по сравнению с водохранилищами – 1.0–2.6 млн. кл./мл. Суточные величины бактериальной ассимиляции углекислоты также были выше – 1.64–3.47 мгк С/л в натуральной воде. В фильтрованной воде они были в среднем в 1.2 раза ниже.

Т а б л и ц а 2

Потребление кислорода и деструкция органического вещества на незарегулированном участке Камы

Номер станции	Суммарное органическое вещество		Растворенное органическое вещество			Взвешенное органическое вещество		
	мг O_2 /л	мг С/л	мг O_2 /л	мг С/л	% от суммарного органического вещества	мг O_2 /л	мг С/л	% от суммарного органического вещества
10	0.57	0.21	0.39	0.14	67	0.18	0.07	33
11	0.30	0.11	0.20	0.07	64	0.10	0.01	36
12	0.35	0.13	0.22	0.08	61	0.13	0.05	39
13	0.38	0.14	0.37	0.14	100	0.01	0	0
14	0.45	0.17	0.22	0.08	47	0.23	0.09	53
15	0.37	0.14	0.12	0.05	36	0.25	0.09	64
16	0.35	0.13	0.20	0.07	54	0.15	0.06	46
17	0.35	0.13	0.11	0.04	31	0.25	0.09	69
Среднее	0.39	0.14	0.23	0.08	57	0.16	0.06	43

Суточные величины деструкции органического вещества в натуральной воде в отдельных пунктах колебались незначительно (табл. 2). После удаления взвешенных частиц интенсивность деструкции в фильтрованной воде уменьшилась в 1.8 раза. Распад взвешенного органического вещества в среднем равнялся 43%.

Таким образом, из полученных результатов следует, что интенсивность деструкционных процессов в Каме и ее водохранилищах невысокая. Суточная величина деструкции органического вещества не превышала 0.25 мг С/л. При удалении из воды взвешенных частиц интенсивность деструкции снижалась в 1.2–1.8 раза, что указывает на значительную активность бактерий, находящихся на взвешенных частицах. Величина минерализации взвешенного органического вещества в среднем была более 40%.

Литература

1. Романенко В.И. Интенсивность дыхания и фотосинтеза микрофлоры в фильтрованных и нефилтрованных пробах воды в Волге. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1973, № 18, с. 6–8.
2. Романенко В.И., Добрынин Э.Г. Потребление кислорода, темновая ассимиляция CO_2 и интенсивность фотосинтеза в натуральных и профильтрованных пробах воды. – Микробиол., т. 42, вып. 4. 1973, с. 573–575.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.И. Романенко, А.Г. Бакулина

СОДЕРЖАНИЕ И СКОРОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМАМИ ОДНОАТОМНОГО ФЕНОЛА В ВОДЕ ВОЛГИ И КАМЫ

Как известно, фенолы или попадают в водоемы извне со стоками [4], или образуются в них в результате бактериальных процессов трансформации ряда циклических соединений [1, 4]. Известно также, что они используются различными группами микроорганизмов *Pseudomonas*, *Mycobacterium* и др. [2, 5].

Определение содержания фенолов в воде химическими методами трудоемко, а при низких концентрациях – ненадежно. Сам же по себе вопрос о наличии и скорости разложения их в воде представляет определенный интерес как для выяснения трансформации органических веществ, так и для оценки качества воды.

В августе 1975 г. во время комплексной экспедиции по Волге и Каме на участке от Рыбинского водохранилища до р. Косьвы на 17 станциях нами произведено определение содержания одноатомного

фенола и скорости его потребления микроорганизмами. За основу был принят метод Райта и Хобби [6], который позволяет установить содержание и скорость оборота органических соединений с помощью препаратов с мечеными атомами в модификации применительно к фенолу В.И. Романенко и С.И. Кузнецова [3].

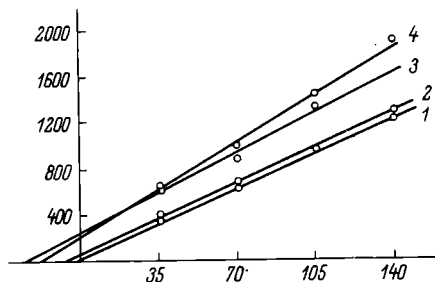
Воду отбирали батометром Рутнера и наливали по 30 мл в 8 склянок объемом 50 мл. Микропипеткой вносили стерильный раствор фенола: в 1-ю пару склянок по 0.05 мл, во 2-ю по 0.1, в 3-ю по 0.15, в 4-ю по 0.20 мл. Мы использовали раствор препарата, меченного изотопами углерода ^{14}C , с активностью под счетчиком Гейгера $0.15 \cdot 10^6$ имп./мин. и количеством фенола 21.2 мкг С в 1 мл.

Пробы инкубировали на палубе судна при температуре 20° в течение 3 час. Затем их фиксировали формалином¹ и профильтровывали через мембранные фильтры № 3, задерживающие бактерии. Вслед за пробой через фильтр пропускали 5 мл физиологического раствора для очистки его от загрязнения меченым препаратом. На высушенных фильтрах определяли радиоактивность микроорганизмов. На графике по оси ординат откладывали величины $R \cdot t/r$ (где R – радиоактивность раствора фенола, внесенного в пробу воды, имп./мин., t – время инкубации образцов воды, час., r – радиоактивность микроорганизмов на фильтре, имп./мин.), по оси абсцисс – количество внесенного в разные склянки фенола в расчете на 1 л воды (см. рисунок).

Прямая линия, проведенная по точкам для разных концентраций фенола в пробах и продолженная за ординату, отсекает от абсциссы отрезок, который в масштабе построенного графика равен содержанию его в исходной воде [6]. Например, прямая 1 попадает в нулевую точку. В этом случае в исследуемой воде фенола не было. Отсекаемый отрезок прямой 3 соответствует 25 мкг С фенола в 1 л воды (см. рисунок). Точки, отражающие результаты анализов, в каждом эксперименте располагаются так, что по ним легко провести прямую линию. Следовательно, потребление фенола подчиняется законам ферментативных реакций, поэтому для анализа можно использовать метод Райта и Хобби.

В целом вода в Волге и Каме содержит очень небольшое количество фенола – 0–40 мкг С/л (см. таблицу). Такие малые величины одноатомного фенола, по-видимому, не связаны с загрязнением, а есть результат разложения органических веществ. В соответствии с содержанием и скоростью потребления фенола также выражается незначительными величинами – 0.7–7 мкг С/л в сутки. В среднем на всей трассе от Рыбинского водохранилища до р. Косы вы скорость ассимиляции фенола равна 2.6 мкг С/л в сутки с колебаниями от 2 до 7.2.

¹ Пробы нельзя фиксировать раствором Люголя, который использовался Райтом и Хобби при анализе других веществ, так как при этом происходит иодирование фенола, он задерживается на фильтрах и искажает результаты анализов.



Потребление микроорганизмами фенола при заданной его концентрации в пробах воды.

1 - ст. 9, 2 - ст. 6, 3 - ст. 12, 4 - ст. 15. По оси ординат - $R \cdot t / r$ (объяснение в тексте); по оси абсцисс - задаваемые величины фенола, мкг С/л.

Таким образом, в воде Волги и Камы содержится очень мало одноатомного фенола. Микробиологические процессы его трансформации протекают на уровне естественных процессов.

Содержание и скорость потребления микроорганизмами фенола в воде Волги и Камы

август 1975 г.

Номер станции	Содержание фенола, мкг С/л	Скорость потребления, мкг С/л	
		за 1 час	за 1 сутки
1	40	0.07	1.7
2	20	0.3	7.2
3	10	0.08	1.9
4	10	0.1	2.4
5	4	0.11	2.6
6	7	0.11	2.6
7	13	0.1	2.4
8	13	0.1	2.4
9	0	0.03	0.7
10	13	0.09	2.2
11	4	0.09	2.2
12	25	0.09	2.2
13	8	0.25	6.0
14	24	0.09	2.2
15	17	0.09	2.2
16	33	0.09	2.2
17	2	0.11	2.6

1. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л., 1970. 439 с.
2. Лаптева Н.А. Доминирующие виды бактерий в садках с фенолом. - В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 310-317.
3. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Использование меченого ^{14}C фенола для определения его запасов и скорости потребления микрофлорой водоемов. - Микробиол., 1976, т. 45, вып. 1, с. 166-168.
4. Столбунов А.К. Функциональная модель процессов самоочищения водохранилища от фенолов. - В кн.: Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины. Киев, 1975. 83 с.
5. Ooyama I., Foster I.W. Bacterial oxidation of cycloparaffinic hydrocarbons. - Antonie van Leeuwenhoek. J. Microbiol. a. Serol., 1965, vol. 31, N 1, p. 45-65
6. Wright R.T., Hobbie I.E. The uptake of organic solutes in lake water. - Limnol. a. Oceanogr., 1965, vol. 10, N 1, p. 22-28.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.Н. Дзюбан

ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГИ И КАМЫ

В гидробиологических исследованиях, касающихся круговорота органического вещества, изучению интенсивности его распада в донных отложениях водоемов уделяется недостаточное внимание. Необходимость подобных работ очевидна.

Такое исследование проведено в августе 1975 г. Пробы отбирались в Рыбинском, Горьковском, Куйбышевском, Воткинском и Камском водохранилищах, а также на речном участке Камы ниже г. Чайковска - всего на 24 станциях, расположенных в основном по фарватеру. Это не позволило учесть на некоторых участках деструкцию органического вещества донных осадков, которые находятся под влиянием загрязнений, прижатых потоком воды к берегу.

Определялись процессы аэробной деструкции по количеству потребленного кислорода в опытных трубках, наполненных илом с тридонной водой, анаэробного распада путем учета выделенной илом H_2S и поглощенного кислорода, содер-

жание в илах органического углерода. Анализ и расчеты проводились согласно лабораторному руководству В.И. Романенко и С.И. Кузнецова [6]. Некоторыми специалистами не учитывались процессы абиотического потребления кислорода донными отложениями [3], поэтому в методику анализа нами внесены некоторые дополнения. Для подавления дыхания микрофлоры и ферментативических реакций в стеклянную трубку диаметром 4 см на поверхность ила с ненарушенной структурой вводилась сулема [7] в количестве 2 мл насыщенного раствора. Спустя 10–15 мин., трубка наполнялась водой (без пузырьков воздуха), закрывалась резиновой пробкой, и все дальнейшие операции проводились по схеме В.И. Романенко [5]. Поглощение кислорода в трубках с сулемой относили за счет чисто химических окислительных реакций.

Исследованный район Волги и Камы включал зарегулированные и речные участки, гидрологический режим которых различен. Это обусловило разнообразие донных отложений – от галечников и песков до серых водорослевых и черных илов. Объемный вес их колебался от 1,2 в полужидких илах до 1,85 в плотных промытых песках, а влажность составляла соответственно 87 и 8%. Содержание органического углерода в илах водохранилищ достигало 24–26 мг, в песках речных участков – лишь 0,5–4 мг/см³ натуральных проб (табл. 1). В целом в донных отложениях волжских водохранилищ органического вещества оказалось больше, чем в камских.

Определение интенсивности поглощения илами кислорода показало, что на химическое окисление уже существующих в илах восстановленных продуктов на отдельных участках приходится до 25–35% от общего поглощения. В среднем по исследованному району эта величина составляла 12–15%, а в ряде пунктов, особенно по руслу реки, химическое потребление кислорода (ХПК) донными отложениями не улавливалось (табл. 2). Введение поправки на ХПК исключило возможность появления так называемых „отрицательных“ величин анаэробной деструкции, которая вычисляется путем пересчета на углерод разности между количеством выделенной илом углекислоты и ее количеством, эквивалентным кислороду, поглощенному на аэробную деструкцию ила. При учете этой поправки отрицательных результатов (табл. 2, ст. 10, 11, 15, 22, 26) не оказалось.

Почти на всем протяжении района наших работ деструкция органического вещества в поверхностном слое ила протекала в основном за счет аэробных процессов. Лишь на участках с черными илами (у с. Коприно на Рыбинском водохранилище и у Казани) преобладала анаэробная деструкция, а у г. Березники (Камское водохранилище), где в придонной воде растворенный кислород присутствовал в количестве лишь 2 мг/л, анаэробно разрушалась подавляющая часть органических веществ (табл. 2). На ряде участков, главным образом речных, анаэробная деструкция не улавливалась, но и поглощение кислорода донными осадками было там незначительным.

Вычисление суммарной деструкции показало, что минерализация органического вещества в поверхностном слое донных отложе-

Т а б л и ц а 1

Гидролого-гидрохимическая характеристика донных отложений водохранилищ Волги и Камы

Номер станции	Характеристика донных отложений			
	Внешний вид	влаж-ность, %	объем-ный вес	$C_{орг}, \text{мг/см}^3$
1	Черный песчаный ил	77	1.40	24.7
3	Водорослевый ил	80	1.25	21.6
4	То же	83	1.20	24.6
6	Песок	17	1.80	1.1
8	Черный ил	87	1.25	17.4
9	Серый песчаный ил	68	1.35	18.5
10	Зайленный песок	45	1.55	3.7
11	То же	53	1.50	5.9
12	Слабозайленный песок	38	1.75	4.7
13	Песок	13	1.85	1.4
14	Галечник	8	1.80	0.5
15	Крупный песок	14	1.75	0.8
18	Коричневый ил	84	1.35	19.7
19	То же	78	1.35	16.3
20	Глинистый ил	71	1.35	12.7
21	Ил с ракушечником	63	1.35	12.6
22	Черный ил	72	1.25	10.6
23	Слабозайленный песок	19	1.55	21.3
26	Серый ил	78	1.30	15.2
27	Песчаный ил	71	1.35	17.2
28	Серый ил	73	1.40	17.6
29	Глинистый ил	70	1.40	26.6
30	Почва с наилком	68	1.30	17.9
31	Черный ил	83	1.30	17.4

ний Камы проходила слабо - от 18 до 277 мг С под 1 м² за сутки. Лишь у г. Березники она достигала 550 мг С. В илах волжских водохранилищ за это же время разрушалось 130-600 мг С под 1 м². Это в какой-то мере совпадает с величинами первичной продукции, которая в летние сезоны 1961 г. и 1970-1971 гг. составляла 50-300 мг С/м² в сутки в Камском [4] и 300-800 мг С/м² в волжских водохранилищах [2]. Наименьшей деструкция была на речных участках Волги и Камы.

Чтобы определить, какая часть органического вещества ила подвергается деструкции за сутки, мы приняли условно, что процессы распада идут наиболее интенсивно в поверхностном слое толщиной в 1 см. Наибольшей эта величина была в отложениях

Т а б л и ц а 2

Деструкция органического вещества в донных отложениях
водохранилищ Волги и Камы

Номер станции	Потребление мг O_2 под 1 м ² в сутки		Деструкция органического вещества, мг С под 1 м ² в сутки			
	общее	химичес- кое	аэробная	анаэроб- ная	суммар- ная	% от $C_{орг.}$
1	615	120	220	380	600	0.24
3	658	50	270	70	340	0.16
4	1121	20	480	90	570	0.23
6	71	0	23	0	23	0.21
8	313	80	106	210	316	0.18
9	205	0	90	40	130	0.08
10	214	66	65	0	65	0.18
11	539	82	198	12	210	0.36
12	181	0	80	105	185	0.39
13	45	0	18	0	18	0.13
14	20	0	8	15	23	0.45
15	170	15	57	0	57	0.71
18	205	0	90	35	125	0.06
19	99	0	43	13	59	0.04
20	320	10	120	100	220	0.15
21	214	0	94	-	-	-
22	320	30	120	10	130	0.12
23	130	0	58	8	66	0.03
26	146	10	64	0	64	0.04
27	266	0	117	24	141	0.08
28	315	90	100	80	180	0.10
29	485	58	197	80	277	0.10
30	208	16	85	60	145	0.08
31	110	85	10	540	550	0.32

волжских водохранилищ и в песчаных отложениях Камы, наименьшей - в верхнекамских (табл. 2).

Таким образом, на большей части изученного района в донных отложениях преобладали аэробные процессы распада, причем химическое потребление кислорода илами может достигать 35% от общего, что указывает на необходимость его учета.

В волжских водохранилищах интенсивность процессов деструкции органического вещества и его оборота в донных отложениях была в 2-3 раза выше, чем в камских, илы которых аккумулируют различные органические вещества, поступающие в большом количестве с промышленными стоками [1].

По масштабу процессы деструкции органического вещества в донных отложениях водоемов Волги и Камы соизмеримы с процессами фотосинтеза фитопланктона этих водоемов.

Литература

1. Девятова Т.П., Матарзин Ю.М., Черных Е.А. Проблемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Камы. - Матер. Всесоюз. конф. по проблемам комплексного использования и охраны водн. ресурсов бас. Волги, 1975, вып. 1, с. 46-53.
2. Кудрявцев В.М. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Волге и ее водохранилищах в 1970 г. - В кн.: Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974, с. 35-45.
3. Кузнецов С.И. Основные итоги и очередные задачи микробиологических исследований иловых озерных отложений. - Тр. Всесоюз. гидробиол. общ-ва, 1949, т. 1, с. 73-90.
4. Романенко В.И. Микробиологическое обследование Камского водохранилища в июне 1961 г. - В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. Л., 1966, с. 154-159.
5. Романенко В.И., Романенко В.А. Деструкция органического вещества в иловых отложениях Рыбинского водохранилища. В кн.: Физиология водных организмов и их роль в круговороте органического вещества. Л., 1969, с. 24-31.
6. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 194 с.
7. Zo Bell C.E. Occurrence and activity of bacteria in marine sediments. Recent Marine Sediments, 1939, p. 416-427.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.Н. Дзюбан

МИКРОФЛОРА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГИ И КАМЫ

Микрофлора донных отложений водохранилищ Средней Волги, особенно Камы, изучена слабо. На Каме обследовалось лишь Камское водохранилище в первые годы его существования [4, 6, 7]. В августе 1975 г. проведена экспедиция по Волге (от приплотинного участка Рыбинского водохранилища до камского устья) и по Каме (до г. Соликамска). Большинство станций располагалось в русловой части и лишь у крупных городов - в прибрежье.

Донные отложения были разнообразны: промытые и заиленные пески на речных участках, песчанистые, глинистые и черные илы в водохранилищах. В илах органического углерода содержалось до 24–27 мг в 1 см³ натурального ила, в песках – лишь 0.5–6 мг/см² [2].

Определяли общее количество бактерий в поверхностном горизонте отложений на мембранных, ультрафильтрах и численность бактерий некоторых физиологических групп на питательных средах в расчете на 1 см³ натурального ила.

В зависимости от физической структуры и содержания органического углерода численность бактерий донных отложений колебалась от 0.40–0.80 млрд в промытых песках до 3.17–3.91 млрд в серых илах. При этом наибольшей она была в волжских водохранилищах, наименьшей – на речных участках Камы (от Чистополя до Чайковского) и Волги (табл. 1).

Самое большое количество сапрофитов обнаружено в илах Камского и Воткинского водохранилищ, где на РПА выросло до 2.0–3.4 млн клеток в расчете на 1 см³ ила. В Рыбинском, Горьковском и в верхней части Куйбышевского водохранилища, за исключением загрязненного участка у г. Казани, их было в 2–3 раза меньше. В бедных органическим веществом песках незарегулированной Камы и Волги численность сапрофитов очень низка (табл. 1).

Распределение бактерий, растущих на РПА в русловой части водоемов, было также неравномерным. Так, в обоих камских водохранилищах их численность уменьшалась в приплотинных плесах, наиболее удаленных от городов, – источник различных загрязняющих веществ [1]. Количество спор бактерий в приплотинном районе составляло 20–30% от численности вегетативных клеток против 2–4% в вышележащих участках. В илах волжских водохранилищ и в речных плесах это соотношение колебалось от 10 до 25%.

На обедненном агаре (РПА:10) выросло значительно больше бактерий, чем на обычном РПА, при этом заметного различия в численности сапрофитов между волжскими и камскими водохранилищами при учете на этой среде не наблюдалось.

Отношение численности сапрофитных бактерий к их общему количеству в водной толще считается хорошим индикатором загрязненности воды органическим веществом [3]. В донных отложениях оно колебалось от 0.001 до 0.23%, достигая максимального значения на участках Воткинского и Камского водохранилищ, испытывающих сильное влияние городских сбросов, а также в Куйбышевском водохранилище у г. Казани. В волжских водохранилищах в целом, а также на речном участке Камы это соотношение значительно меньше (табл. 1).

Грибы, растущие на сусло-агаре, обнаружены в различных донных отложениях. Особенно велика их численность в илах Куйбышевского водохранилища (табл. 2.)

По количеству и разнообразию анаэробной микрофлоры волжский и камский участки значительно отличались. В илах Воткинского и Камского водохранилищ повсюду встречались сульфатредуциру-

Т а б л и ц а 1
Общая численность бактерий и численность сапрофитов
в донных отложениях водохранилищ Волги и Камы
в 1 см³ натурального ила

Номер станции	Общее количество, млрд. кл. (а)	Сапрофиты, тыс. кл. (б)	Споры, тыс. шт.	$\frac{б}{а}$, %
1	2.89	600	170	0.021
3	3.91	600	180	0.015
4	2.31	300	90	0.013
6	0.88	70	2	0.008
8	2.91	1200	350	0.041
9	2.10	500	70	0.024
10	1.79	250	110	0.014
11	3.17	620	130	0.020
12	1.10	50	6	0.005
13	1.98	8	0	0.001
14	0.40	45	2	0.011
15	0.95	5	0	0.001
18	1.98	550	170	0.028
19	1.96	470	-	0.024
20	2.55	1300	320	0.051
21	1.48	3400	100	0.230
22	1.95	1000	40	0.051
23	0.50	450	23	0.090
26	1.72	450	90	0.026
27	2.00	650	190	0.038
28	1.96	1300	130	0.066
29	2.79	600	60	0.015
30	2.36	1000	60	0.042
31	2.96	2000	35	0.074

ющие и денитрифицирующие бактерии. В этих водоемах часто отмечается дефицит растворенного кислорода [5], что может приводить к развитию процессов восстановления сульфатов и нитратов. Метанобразующие бактерии найдены не везде, но на отдельных участках (у г. Березники) — в большом количестве (табл. 2).

В волжских водохранилищах анаэробная микрофлора была малочисленна, и лишь в верхней части Куйбышевского водохранилища, начиная от г. Казани, сульфатредуцирующие бактерии достигали 6–8 тыс. в 1 см³ ила. В речных песках микроорганизмы-анаэробы обнаружены не были.

Таким образом, на участках Волги и Камы, находящихся под действием загрязнений, в донных отложениях создаются благоприятные условия для развития специфической микрофлоры, в том числе анаэробной. Такое воздействие особенно заметно в Камском и Воткинском водохранилищах, где оно приводит к ухудшению санитарного состояния водоемов, к дефициту растворенного кислорода.

Т а б л и ц а 2

Численность бактерий некоторых физиологических групп
в донных отложениях водохранилищ Волги и Камы,
тыс. кл. в 1 см³ натурального ила

Номер станции	Сульфат- редуциру- ющие	Денитрифи- цирующие	Метаноб- разующие	Грибы на сусло- агаре	На среде РПА:10
1	1	0.4	2	30	5700
3	1	0	0.1	21	7000
4	1	0	0.1	42	5600
6	0	0	0	2	190
8	6	2	0.3	100	1820
9	8	0	1	140	3300
10	2	0	0.4	40	1400
11	3	10	0.1	50	2600
12	0	0	0	5	420
13	0	0	0	0	20
14	0	0	0	1	70
15	0	0.1	0	0.2	16
18	5	20	1	4	2300
19	1	70	0	7	2600
20	2	50	0	10	12000
21	5	15	1	15	4300
22	3	18	1	8	32000
23	0.1	0.3	0	8	1200
26	3	20	0	14	2400
27	0.3	10	0	7	1100
28	3	50	1	23	2400
29	1	15	0.1	10	4400
30	3	12	0.1	12	4300
31	12	35	8	19	9200

Л и т е р а т у р а

1. Девятова Т.П., Матарзин Ю.М., Чёрных Е.А. Проблемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Камы. - Матер. Всесоюз. конф. по пробл. компл. использования и охраны водных ресурсов бас. Волги, 1975, вып. 1, с. 46-53.
2. Дзюбан А.Н. Деструкция органического вещества в донных отложениях водохранилищ Волги и Камы. Наст. бюл.
3. Кузнецов С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. - М., 1952. 300 с.
4. Мосевич М.В. Влияние промышленных стоков на микробиологические процессы в Камском водохранилище. - Совещ. по вопр. эксплуатации Камского водохр. Пермь, 1959, с. 1-15.

5. Печеркин И.А. Формирование гидрохимического состава камских водохранилищ. – Химическая геогр. и гидрогеохимия, 1964, вып. 3, с. 69–78.
6. Романенко В.И. Сравнительная характеристика микробиологических процессов в водохранилищах различных типов. – В кн.: Биологические процессы во внутренних водоемах. Л., 1965, с. 133–246.
7. Романенко В.И. Микробиологическое обследование Камского водохранилища в июне 1961 г. – В кн.: Продуцирование и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. М.–Л., 1966, с. 154–159.
8. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 194 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

В.И. Артёменко

К ФЛОРЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В 1975 г. была организована экспедиция по изучению флоры Камского водохранилища. Граница распространения высшей водной растительности в условиях этого водоема оконтуривается 2-метровой изобатой, поэтому наибольшее внимание уделено обсыхающим мелководьям, которые занимают 19.3% от его общей площади [1]. Камское водохранилище относится к водоемам сезонного регулирования стока. Большие колебания уровня влияют на растительный покров, который пятнист и сильно подавлен. При значительном падении уровня задерживается развитие всех групп водных растений, появляются мезофиты. При высоком уровне воды гидрофиты представлены большим числом видов. Поскольку систематических наблюдений за формированием, сменой и видовым составом прибрежно-водной растительности на Камском водохранилище не проводилось, считаем целесообразным опубликовать список видов, обнаруженных в зарастающей литорали водоема, так как он поможет дальнейшим исследованиям процесса формирования флоры. Его нельзя считать окончательно установленным, так как работы ограничивались только одним месяцем (август–сентябрь).

В зоне мелководий Камского водохранилища, существующего 21 год, зарегистрировано 102 вида, относящихся к 38 семействам. По числу видов на первом месте стоят Gramineae, Cyperaceae, Juncaceae, Potamogetonaceae, Compositae, Polygonaceae (см. список). Относительное однообразие экологических условий определяет экологическую однородность флоры Камского водохранилища. Подавляющее большинство видов относится к двум экологическим группам: гидрофитам – 41.2% и гидрофитам – 34.3% от общего состава флоры.

Виды	Экологическая группа	Встречаемость
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	гд	3
<i>Caltha palustris</i> L.	гг	1
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	гдт	3
<i>R. sceleratus</i> L.	гг	3
<i>R. linqua</i> L.	гд	1
<i>R. reptans</i> L.	гд	1
<i>Nymphaea candida</i> Presl	гдт	1
<i>Comarum palustre</i> L.	гг	3
<i>Salix cinerea</i> L.	гг	1
<i>S. viminalis</i> L.	гг	1
<i>S. triandra</i> L.	гг	1
<i>S. pentandra</i> L.	гг	1
<i>Rumex maritimus</i> L.	гг	3
<i>R. aquaticus</i> L.	гг	2
<i>R. hydrolapathum</i> Huds.	гг	2
<i>Polygonum amphibium</i> L.	гдт	3
<i>P. heterophyllum</i> Lindm.	гг	1
<i>P. lapathifolium</i> L.	гг	2
<i>P. hydropiper</i> L.	гг	3
<i>P. minus</i> Huds.	гг	1
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	гг	1
<i>Gypsophila muralis</i> L.	м	2
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	м	1
<i>Ch. rubrum</i> L.	м	1
<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borb. . .	гг	3
<i>R. amphibia</i> (L.) Bess.	гд	3
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	гд	1
<i>Lythrum salicaria</i> L.	гд	3
<i>Epilobium palustre</i> L.	гг	3
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	гдт	2
<i>Callitriche hermaphrodita</i> Juslen		
emend Sch. in zet Thell.	гдт	3
<i>C. palustris</i> L. emend Druce	гдт	3
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	гд	2
<i>Cicuta virosa</i> L.	гг	2
<i>Sium latifolium</i> L.	гг	1
<i>Oenanthe aquatica</i> Poir.	гг	3
<i>Andromeda polifolia</i> L.	гг	1
<i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench.	гг	1
<i>Androsace filiformis</i> Retz.	м	1
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> L.	гд	2
<i>L. vulgaris</i> L.	гг	1

Виды	Экологи- ческая группа	Встречае- мость
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	гд	1
<i>Solanum dulcamara</i> L.	гг	1
<i>Limosella aquatica</i> L.	гд	3
<i>Veronica scutellata</i> L.	гг	2
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	гдт	1
<i>Myosotis caespitosa</i> K.F. Schultz. .	гг	3
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	гг	1
<i>Stachys palustris</i> L.	гд	3
<i>Lycopus europaeus</i> L.	гг	1
<i>Mentha arvensis</i> L.	гг	3
<i>Plantago major</i> L.	м	1
<i>Galium palustre</i> L.	гг	3
<i>Galium uliginosum</i> L.	гг	1
<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.	м	1
<i>G. uliginosum</i> L.	м	3
<i>Inula britannica</i> L.	м	1
<i>Bidens radiata</i> Thuill.	гг	3
<i>B. cernua</i> L.	гг	1
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	м	1
<i>Sonchus arvensis</i> L.	м	1
<i>Butomus umbellatus</i> L.	гд	3
<i>Hydrocharis morsus ranae</i> L.	гдт	1
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	гд	4
<i>A. lanceolatum</i> With.	гд	1
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	гд	3
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	гдт	3
<i>P. obtusifolius</i> Mert. et Koch. . . .	гдт	1
<i>P. perfoliatus</i> L.	гдт	3
<i>P. gramineus</i> L.	гдт	3
<i>P. lucens</i> L.	гдт	4
<i>Calla palustris</i> L.	гд	3
<i>Lemna trisulca</i> L.	гдт	1
<i>L. minor</i> L.	гдт	1
<i>Sparganium neglectum</i> Beeby.	гд	1
<i>S. simplex</i> Huds.	гд	3
<i>Typha latifolia</i> L.	гд	3
<i>T. angustifolia</i> L.	гд	3
<i>Juncus filiformis</i> L.	гг	1
<i>J. bufonius</i> L.	гг	1
<i>J. fusco-ater</i> Schreb.	гг	1
<i>J. atratus</i> Krock.	гг	1
<i>J. articulatus</i> L.	гг	1

Виды	Экологическая группа	Встречаемость
<i>J. compressus</i> Jacq.	гг	3
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem et Schult.	гд	3
<i>E. palustris</i> (L.) R. Br.	гд	3
<i>E. mamillata</i> Lindb. fil.	гд	1
<i>Scirpus lacustris</i> L.	гд	3
<i>S. maritimus</i> (L.) Palla.	гд	1
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	гд	3
<i>C. rostrata</i> Stokes.	гд	3
<i>C. aquatilis</i> Wahlb.	гд	1
<i>C. acuta</i> L.	гд	3
<i>Phragmites communis</i> L.	гд	2
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. . .	гд	2
<i>G. fluitans</i> (L.) R. Br.	гд	2
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.) Host. . .	гд	1
<i>Calamagrostis canescens</i> (Web.) Roth.	гг	3
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	гг	3
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	гд	4
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert.	гг	2
<i>Zizania latifolia</i> L.	гд	1

Примечание. м - мезофиты, гг - гигрофиты, гд - гидрофиты, гдт - гидатофиты; 1 - редко, 2 - изредка, 3 - часто, 4 - очень часто.

Из гигрофитов наиболее часто встречаются *Polygonum hydro-piper*, *Rorippa islandica*, *Oenanthе aquatica*, *Myosotis caespitosa*, *Galium palustre*, *Mentha arvensis*, *Bidens radiata*, *Juncus compressus*, *Calamagrostis canescens*, среди гидрофитов основные доминанты *Rorippa amphibia*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris*, *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago aquatica*, *Sparganium simplex*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Carex pseudocyperus*. Небольшое число видов принадлежит к группе гидатофитов, или настоящих водных растений (14.7%): *Ranunculus circinatus*, *Polygonum amphibium*, *Callitriche hermaphrodita*, *C. palustris*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. lucens*. Группа мезофитов составляет только 9.8%. Эти растения отмечены единичными экземплярами и по существу не играют никакой роли в сложении растительности мелководий.

Несмотря на довольно длительное существование водоема, процесс формирования и пополнения флоры продолжается.

Литература

1. Матарзин Ю.М., Сорокина Н.Б. Формирование мелководий Камских водохранилищ и их влияние на природу и хозяйство. Пермь, 1970. 47 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Г.В. Кузьмин, А.Г. Охалкин

ФИТОПЛАНКТОН Р. КАМЫ В ЛЕТНЮЮ МЕЖЕНЬ 1975 г.

Фитопланктон Камы до зарегулирования стока и после создания Камского водохранилища исследовался Е.В. Шляпиной, Э.А. Штиной и С.Н. Уломским [4-6]. Данные о современном состоянии фитопланктона отсутствуют.

Нами собран материал по фитопланктону Камы от впадения р. Вишеры до пос. Камское Устье. Помимо этого, для сравнения изучался фитопланктон Волги от пос. Борок до устья Камы.

Для получения данных, сопоставимых с материалами предыдущих исследований, отбор проб производился в 2-метровом поверхностном горизонте, а не во всей толще воды, как было принято нами ранее [1, 2].

В планктоне Волги от пос. Борок до Горького преобладали синезеленые водоросли с доминантом *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend Elenk., и только ниже Ярославля (см. таблицу, ст. 2) преобладали диатомеи (*Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg - 0.93 г/м³). Наибольшего развития *Microcystis* достигал в Волжском плесе Рыбинского водохранилища (ст. 1 - 5.07 г/м³) и в предплотинном плесе Горьковского (ст. 4 - 5.17 г/м³).

Ниже Горького, после впадения р. Оки, аспект планктона резко изменился. На 500-километровом участке, до бывшего устья Камы, безраздельно господствовали диатомовые водоросли с доминантом *Cyclotella meneghiniana* Kütz., биомасса которой постепенно снижалась с 18.72 г/м³ у Горького до 1.40 г/м³ у пос. Камское Устье. Структура планктонных фитоценозов была сложнее, а видовое разнообразие много выше, чем на участке Борок-Горький. Общее видовое разнообразие возросло с 11-34 до 56-67 таксонов, число видов и разновидностей зеленых водорослей (в основном хлорококковых) увеличивалось с 4-15 до 31-46 таксонов.

Биомасса фитопланктона Волги и Камы в августе 1975 г., г

Номер станции	Биомасса фитопланктона	В том числе		
		синезеленые	диатомовые	зеленые
1	9.50	7.79	1.60	0.10
2	2.38	0.59	1.71	0.08
3	2.29	1.98	0.24	0.04
4	5.46	5.25	0.19	0.02
5	2.38	2.11	0.17	0.08
6	22.38	0.32	19.54	2.32
7	18.33	0.32	17.01	0.88
8	2.21	0.42	1.32	0.35
9	4.41	0.88	2.52	0.63
10	1.61	0.33	0.91	0.18
11	2.24	0.04	1.94	0.11
12	3.42	0.14	2.85	0.26
13	3.06	0.11	2.72	0.21
14	8.28	1.39	5.62	0.65
15	5.60	0.21	4.17	0.42
16	4.25	0.88	2.40	0.09
17	6.04	1.60	1.92	0.08
18	0.52	0.17	0.29	0.03
19	0.71	0.09	0.55	0.05
20	0.88	0.08	0.79	0
21	2.34	0.26	1.16	0.07
22	3.32	0.35	2.09	0.26
23	3.22	0.54	2.00	0.25
24	2.16	0.40	1.18	0.01
25	1.46	0.20	0.53	0.04
26	0.77	0.21	0.49	0.03
27	0.24	0.02	0.11	0.02
28	3.68	0.48	1.73	0.05
29	1.52	0.08	1.31	0.06
30	3.62	0.10	3.00	0.19
31	0.77	0.04	0.58	0.10
32	0.57	0.02	0.41	0.02
33	0.62	0.05	0.40	0.04

Таксономическое разнообразие фитопланктона Камы в целом заметно ниже, чем Волги на участке Горький-Камское Устье, однако прослеживаются три района с высокой видовой насыщенностью: 1) Камский плес Куйбышевского водохранилища с участком незагущенной реки (ст. 10-15), где максимальное число видов и разновидностей (68) наблюдалось у г. Набережные Челны; 2) Воткинское водохранилище (ст. 21-23) с пиком у пос. Уральский (47 таб.

сонов); 3) Камское водохранилище (ст. 30 - 60 таксонов). Эти же станции характеризовались и более разнообразным составом зеленых водорослей (20-40 таксонов).

Основная доминирующая группа фитопланктона Камы - диатомовые водоросли. Синезеленые развивались в незначительном количестве, и только на участке незарегулированной реки (ст. 14-17) их биомасса превышала 1 г/м^3 . Биомасса золотистых, эвгленовых и особенно пиррофитовых, напротив, была заметно выше, чем в Волге.

В Камском плесе Куйбышевского водохранилища (ст. 10-13) наблюдалось слабое цветение воды, вызванное вегетацией комплекса видов, резко отличного от волжского. Основу растительной биомассы здесь создавали *Melosira ambigua* (Grun.) O. Müll., *M. granulata*, *Coscinodiscus lacustris* Grun., *Stephanodiscus subtilis* (Van Goor) A. Cl.

На участке незарегулированной реки (ст. 14-17) развивались *Melosira granulata* в сопровождении *M. ambigua*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Coscinodiscus lacustris*, *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh, причем биомасса последнего вида была очень высокой (на ст. 17 достигала 2.24 г/м^3), что не наблюдалось в Волге.

В Воткинском водохранилище по биомассе и структуре планктонных фитоценозов выделялись два участка. Первый из них (ст. 18-20) характеризовался низкой биомассой (менее 1 г/м^3), малым видовым разнообразием (13-22 таксона) и эквитабильностью сообщества, в котором несколько обильнее развивались лишь *Melosira granulata* и *Microcystis aeruginosa*. На втором участке, до плотины Камской ГЭС (ст. 21-25), напротив, наблюдались довольно высокое разнообразие фитопланктона (38-47 видов и разновидностей в пробе), значительная биомасса (см. таблицу) и заметное численное преобладание 4 видов: *Ceratium hirundinella*, *Melosira granulata*, *Stephanodiscus hantzschii* var. *pusillus*, *Melosira ambigua*.

В Камском водохранилище в распределении планктонных фитоценозов и их структуре было много общего с Воткинским. Так, в предплотинной части водохранилища, включая устьевой участок р. Чусовой, наблюдались минимальная видовая насыщенность, эквитабильность фитоценозов и низкая биомасса. Выше по течению (ст. 28-30) продуктивность планктона резко возрастала, увеличивалось число видов (до 60 таксонов в пробе) и сообщество характеризовалось олигодоминантностью с преобладанием *Melosira granulata*, *M. ambigua*, *M. italica*, *Ceratium hirundinella*, *Coscinodiscus lacustris*.

В верхней части водохранилища, от Березников до устья Вишеры (ст. 31-33), развивается своеобразный фитоценоз с превалированием *Stephanodiscus hantzschii* var. *pusillus*, с малым обилием и относительно высоким видовым разнообразием (до 55 таксонов в пробе), причем в планктоне были представлены все 7 характерных отделов водорослей.

Таким образом, в исследованный период 1975 г. в р. Каме видовая насыщенность планктонных фитоценозов и их продуктивность были значительно ниже, чем в р. Волге. Иным был и видовой состав преобладающих форм.

Отличительной чертой фитопланктона Камы и до образования водохранилищ было преимущественное доминирование диатомовых водорослей (до 6,6 млн кл./л) [5, 6], среди которых преобладали *Melosira italica*, *Asterionella formosa* Hass., *M. granulata*. На втором месте стояли зеленые водоросли, численность которых достигала 2,7 млн кл./л. Синезеленых было значительно меньше и лишь на отдельных участках они давали пики с численностью до 2-5 млн кл./л [в основном *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk.]. Общая численность фитопланктона Камы не превышала 13 млн. кл./л.

После образования Куйбышевского и Камского водохранилищ в структуре фитопланктона подпертых участков реки произошли изменения: при том же основном видовом составе увеличилась численность диатомей (особенно в Камском плесе Куйбышевского водохранилища - до 10,4 млн кл./л) и возросло обилие синезеленых водорослей (до 13 млн кл./л), причем лидирующее положение перешло от *Microcystis pulverea* к *Aphanizomenon flos-aquae* и *M. aeruginosa* [3, 4].

На современном этапе существования камских водохранилищ их планктон по-прежнему остается диатомовым (с численностью до 8 млн кл./л), которым сопутствуют разнообразные зеленые водоросли (до 6 млн кл./л). Синезеленые немногочисленны, но на некоторых участках все же достигают степени очень слабого цветения (17 млн кл./л). В наборе же доминирующих видов произошли изменения в сторону существенного усиления развития видов высокой трофности: *Melosira ambigua*, *M. granulata*, *Stephanodiscus subtilis*, *S. tenuis*, *Microcystis aeruginosa* и др.

Суммируя имеющиеся данные, можно заключить, что планктонные фитоценозы камских водохранилищ после формирования и некоторого периода стабилизации в настоящее время вступили в фазу экзогенной сукцессии, скорость и направленность которой будет зависеть от дальнейшей хозяйственной деятельности человека.

Литература

1. Кузьмин Г.В. Современное состояние фитопланктона Волги. Вторая конф. по изучению водоемов бас. Волги. Борок, 1974, с. 85-90.
2. Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие. - В кн. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1976, с. 73-87.
3. Мороховец Л.В. Фитопланктон Куйбышевского водохранилища в год его заполнения. - Тр. Ин-та биол. водохр., 1959, вып. 21, с. 22-30.

4. Уломский С.Н. О развитии фитопланктона в озерах и водохранилищах Урала и Приуралья. - Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва, 1963, т. 13, с. 126-145.
5. Шляпина Е.В. О фитопланктоне р. Камы. - Работы Волжск. биол. ст. Саратов, 1927, т. 9, вып. 3, с. 131-160.
6. Штина Э.А. Сезонные изменения фитопланктона р. Камы у г. Оханска по наблюдениям 1939 и 1940 гг. - Изв. Биол. науч.-исслед. ин-та, Пермь, 1941, т. 12, вып. 2, с. 35-51.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.Г. Охупкин, Г.В. Кузьмин

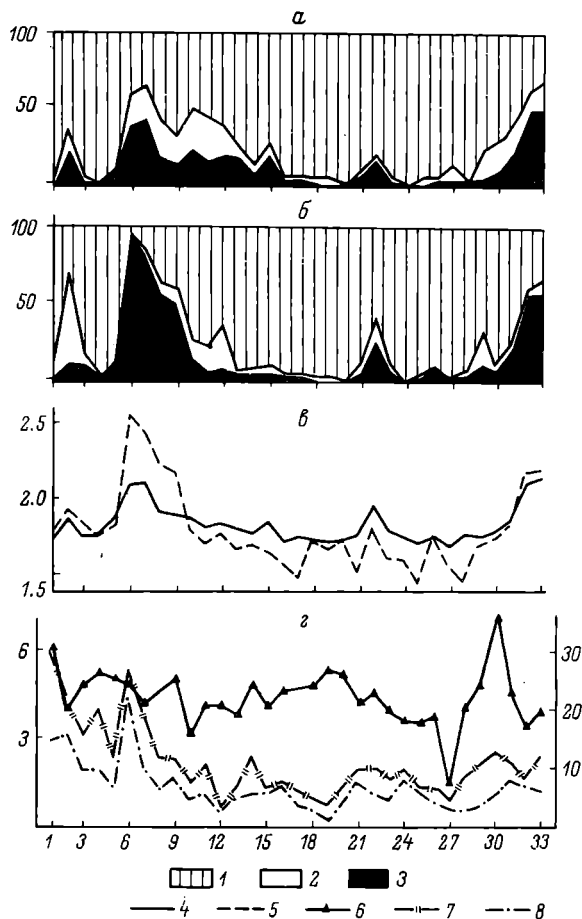
САПРОВНОСТЬ ВОД ВОЛГИ И КАМЫ

В комплексном рейсе нами была исследована сапробность вод Волги (от пос. Борок до пос. Камское Устье) и Камы (до устья р. Вишеры). Индексы сапробности вычислялись как по численности индикаторных видов водорослей, так и по их биомассе [4, 5].

Литературные данные о сапробном состоянии обследованной акватории отсутствуют.

Структура планктонных фитоценозов и состав индикаторных видов в исследованный период резко отличались на различных участках Волги и Камы. В Горьковском и Воткинском водохранилищах, а также на незарегулированном участке Камы преобладали представители олиго- и олиго- β -мезосапробных вод (см. рисунок, а, б). Доля показателей низкосапробных вод в Горьковском водохранилище составляла 67-100% по численности и 31-100% по биомассе индикаторных форм фитопланктона. В Воткинском водохранилище и на незарегулированном участке Камы соответствующие величины достигали 51-100 и 60-100%.

В планктоне Рыбинского (ст. 1) и Горьковского (ст. 2-4) водохранилищ преобладали синезеленые водоросли *Microcystis aeruginosa* (79.5 млн кл./л), *Aphanizomenon flos-aquae* (3.2 млн кл./л) и *Coelosphaerium dubium* (1.8 млн кл./л). В Воткинском водохранилище (ст. 18-25) и на незарегулированном участке Камы от Сарапула до Набережных Челнов (ст. 14-17) также преобладали *Aphanizomenon* и *Microcystis*, наряду с которыми обильно развивались *Woronichinia naegeliana* (3.0 млн кл./л), *Fragilaria capucina* (1.0 млн кл./л), *Stephanodiscus subtilis* (0.9 млн кл./л), *S. hantzschii* var. *pusillus* (0.9 млн кл./л) и *Melosira granulata* (0.3 млн кл./л). От Набережных Челнов до устья (ст. 10-14) доминировали диатомеи *Stephanodiscus subtilis* (1.8 млн кл./л), *Melosira granulata* (0.6 млн кл./л) и *M. ambigua* (1.3 млн кл./л).



Некоторые показатели качества воды Волги и Камы в августе 1975 г.

а – соотношение индикаторных видов фитопланктона с различными показателями сапробности, рассчитанное по численности клеток, б – то же по биомассе, в – распределение индексов по сапробности, г – колебания бихроматной окисляемости и БПК. 1 – виды с индексом сапробности меньше 2.0, 2 – то же при 2.0, 3 – то же больше 2.0, 4 – индекс сапробности, рассчитанный по численности индикаторных видов, 5 – то же по биомассе, 6 – бихроматная окисляемость, 7 – БПК₆, 8 – БПК₃.

По оси ординат: а, б – относительное участие видов с различной сапробностью по численности и биомассе показательных форм, %, в – индексы сапробности, г – БПК₃ и БПК₆, мг О₂/л (слева), бихроматная окисляемость, мг О₂/л (справа); по оси абсцисс – номера станций.

Другие участки Волги и Камы отличались преимущественным развитием видов – показателей β - α -мезосапробных условий. Так, в Волге в районе строительства Чебоксарского водохранилища и в речном участке Куйбышевского процент видов – показателей повышенной сапробности достигал 14–43 по численности и 49–94 по биомассе, а в верховьях Камского водохранилища (устье р. Вишеры – Березники) 23–50 и 19–58% соответственно (см. рисунок, а, б). На этих же станциях наблюдалось и повышенное содержание истинных β -мезосапробов. Аспект фитопланктона от г. Горького до пос. Камское Устье (ст. 6–9) составляли *Microcystis aeruginosa* (4,6 млн кл./л), *Cyclotella meneghiniana* (3,5 млн кл./л), *Stephanodiscus subtilis* (2,2 млн кл./л) и *S. hantzschii* var. *pusillus* (1,4 млн кл./л) – показатели β -, α - β - и α -мезосапробных зон, а в верховьях Камского водохранилища – *S. hantzschii* var. *pusillus* (0,7 млн кл./л) и *Nitzschia acicularis* (0,3 млн кл./л) – представители α -мезосапробной зоны.

Колебания индексов сапробности, рассчитанных по биомассе индикаторных видов, были выражены более резко, чем вычисленные по их численности (см. рисунок, в). Индексы сапробности водохранилищ изменялись от 1,72 до 2,16 по численности и от 1,45 до 2,56 по биомассе, что свидетельствует о различном содержании органических соединений на отдельных участках исследованной акватории. Так, Горьковское, Воткинское и большая часть Камского водохранилища, а также незарегулированный участок Камы по биомассе показательных видов лежали в β -олигомезосапробной зоне. Район затопления Чебоксарского водохранилища, речная часть Куйбышевского и верховья Камского водохранилища, напротив, характеризовались высокими показателями сапробности (см. рисунок, в) и находились в верхних пределах β -мезосапробного класса вод. Наиболее заметно влияние антропогенного фактора проявилось на трассе строительства Чебоксарского водохранилища, где наблюдались β - α -мезосапробные условия.

По биологическим показателям загрязнения все водохранилища от более загрязненных органическими веществами к менее загрязненным можно расположить в следующий ряд: район затопления Чебоксарского водохранилища–речной участок Куйбышевского–Камское–Горьковское–незарегулированный участок Камы–Воткинское водохранилище (см. таблицу).

Судя по химическим данным [3], содержание биогенных элементов было достаточно для благоприятного развития фитопланктона. Бихроматная окисляемость [1] на всех станциях, за исключением р. Чусовой, колебалась от 15,9 до 36,7 мг O_2 /л, однако связь между окисляемостью и индексом сапробности выражена нечетко. Напротив, взаимосвязь БПК₃ и БПК₆ [2] с показателями сапробности прослеживалась довольно отчетливо (см. рисунок, г).

Таким образом, на основании проведенных наблюдений можно сделать вывод, что обследованная акватория в меженный период 1975 г. относилась к β -мезосапробному классу с колебаниями

Средние индексы сапробности обследованных водохранилищ Волги и Камы в августе 1975 г.

Индекс сапробности	Горьковское	Чебоксарское	Куйбышевское (речной участок)	Кама от плотины Воткинской ГЭС до устья	Воткинское	Камское
По численности	1.80	2.02	1.90	1.80	1.78	1.87
По биомассе	1.84	2.27	2.20	1.67	1.65	1.82

на отдельных участках от β - α -мезосапробной до β -олигомезосапробной зон.

Литература

1. Бикбулатов Э.С., Бикбулатова Е.М. Характеристика растворенного органического вещества в воде рр. Волги, Камы и некоторых их водохранилищ. - Наст. бюл.
2. Ларионов Ю.В. Сравнительные данные по биохимическому потреблению кислорода в водах волжских и камских водохранилищ. - Наст. бюл.
3. Степанова И.К. Кремний и железо в воде Камских водохранилищ. - Наст. бюл.
4. P a n t l e R., B u c k H. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung der Ergebnisse Gas- und Wasserfach, 1955, Bd 96, N 18, 604 S.
5. S l á d e č e k V. System of water quality from the biological point of view. - Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., 1973, h. 7. 218 p.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Б.Ф. Жуков

ЗООФЛАГЕЛЛАТЫ В ПЛАНКТОНЕ КАМЫ И ЕЕ ВОДОХРАНИЛИЩ

В статье приведены данные по видовому составу, численности, биомассе и распространению бесцветных жгутиконосцев как в планктоне Камы и ее водохранилищ, так и на участке Волги от пос. Борок до Калининского устья. Поскольку указанные организмы изуча-

лись в волжском районе в 1972 г. [1], в настоящей работе основное внимание уделяется камскому участку. Данная группа простейших в системе Камы обследовалась впервые. Ни видовой состав, ни их численность для этого района ранее не были известны.

Пробы отбирались с судна по фарватеру. Метровым батометром выбирался весь столб воды с поверхности до дна. Обрабатывалась интегрированная проба. Подробнее методика описана в предыдущих работах [1, 3].

По всему маршруту (на 33 станциях) обнаружено 30 видов зоофлагеллат, относящихся к 4 отрядам (см. список видов). В волжском участке зарегистрировано 17, в камском - 26 видов. Однако нельзя делать вывод о большем видовом разнообразии бесцветных жгутиконосцев в Каме, так как на волжском участке было 8 станций, на камском - 25. Видовой состав зоофлагеллат на обоих участках довольно однообразен. Часть видов, отмеченных в данной экспедиции только для Камы, встречалась и ранее при исследованиях бесцветных жгутиконосцев планктона Волги и ее водохранилищ [1, 2].

Впервые в СССР нами обнаружено 4 новых вида: *Desmarella moniliformis* Kent (ст. 16, 31, 32), *Diplosigopsis siderotheca* Skuja (ст. 10), *Bicoeca cylindrica* (Lackey) Bourr. (ст. 31) и *Pteridomonas pulex* Penard (ст. 12). Северный участок р. Камы также характеризуется наличием - холодолюбивой *Stelexomonas dichotomata*, в Волге этот вид обычно встречается позднее.

Список видов зоофлагеллат,
встреченных на участках Волги и Камы

Класс Zoomastigophorea Calkins

Отряд Choanoflagellida Kent

- + . *Monosiga ovata* Kent
- . *M. fusiformis* Kent
- . *Codonosiga furcata* Kent
- + . *C. botrytis* (Ehrnb.) Kent
- + . *Codonosiga* sp.
- + . *Protospongia haeckeli* Kent
- . *Desmarella moniliformis* Kent
- . *Stelexomonas dichotomata* Lackey
- . *Salpingoeca elegans* (Blochmann) Lemermann
- + . *S. minor* Dangeard
- + . *Salpingoeca* sp.
- . *Diplosigopsis siderotheca* Skuja

Отряд Bicosoecida Grasse et Deflandre

- + . *Bicoeca lacustris* Clarke
- . *B. cylindrica* Lackey

Отряд Kinetoplastida Honigberg

- + . *Bodo saltans* Ehrenberg
- . *B. minimus* Klebs
- + . *B. rostratus* (Kent) Klebs
- + . *B. angustatus* (Stein) Bütschli
- + . *B. ovatus* (Duj) Stein
- . *Pleuromonas jaculans* Perty
- + . *Rhynchomonas nasuta* (Stokes) Klebs
- . *Amastigomonas caudata* Zhukov
- + . *Phyllomitus apiculatus* Skuja
- + . *Bodomorpha* sp.
- . *Cercobodo longicauda* (Duj.) Stein

Отряд Protomonadida Blochmann

- + . *Anthophysa vegetans* (O.Müller) Stein
- . *Pteridomonas pulex* Penard
- . *Monas sociabilis* H. Mayer
- + . *Monas* sp.
- + . *Oicomonas* sp.

Пр и м е ч а н и е. Крестиком обозначены виды, обнаруженные на волжском участке, точкой – в Каме и ее водохранилищах.

На исследованном участке в 4 отрядах жгутиконосцев наибольшее видовое разнообразие приходится на *Choanoflagellida* и *Kinetoplastida*. Ведущими видами являются *Monas ovata*, *Protospongia haeckeli*, *Bicoeca lacustris* и на некоторых станциях *Monas* sp. Следует указать, что колониальный воротничковый жгутиконосец *P. haeckeli*, считавшийся редким организмом, на некоторых станциях (ст. 23, 25) оказывается довольно многочисленным и достигает 700–800 тыс. экз./л.

Численность и биомасса (табл. 1) жгутиконосцев от станции к станции иногда довольно сильно варьирует, но все же можно отметить одну закономерность. Волжский участок, за исключением ст. 1, значительно беднее камского. Наибольшие значения численности и биомассы зарегистрированы в Воткинском и Камском водохранилищах. Так, в Воткинском водохранилище на ст. 22 численность и биомасса жгутиконосцев достигают соответственно 2464 тыс. экз./л и 0,134 мг/л. В Кам

ском водохранилище на ст. 31 численность зоофлагеллат равна 3465 тыс. экз./л с биомассой 0.214 мг/л.

В Воткинском и Камском водохранилищах преобладают представители отрядов *Chaonoflagellida* и *Bicosoecida* не только по численности, но и по биомассе (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Численность и биомасса бесцветных жгутиконосцев на участке Борок-Соликамск

Номер станции	Численность, тыс.экз./л	Биомасса, мг/л	Номер станции	Численность, тыс.экз./л	Биомасса, мг/л
Волжский участок			15	540	0.032
			16	900	0.049
1	3510	0.244	17	810	0.045
2	90	0.005	18	540	0.030
3	90	0.003	19	315	0.018
4	180	0.011	20	90	0.010
5	90	0.004	21	900	0.061
6	104	0.010	22	2464	0.134
7	192	0.013	23	2250	0.147
8	270	0.016	24	720	0.048
			25	2125	0.072
Камский участок			26	135	0.014
			27	1215	0.077
9	675	0.029	28	135	0.008
10	360	0.018	29	360	0.023
11	1080	0.040	30	648	0.043
12	945	0.056	31	3465	0.214
13	360	0.017	32	900	0.042
14	1170	0.095	33	810	0.054

Т а б л и ц а 2

Численность основных групп зоофлагеллат, %

Номер станции	Choanoflagellida	Bicosoecida	Kinetoplastida	Protomonadida
Волжский участок				
1	58.9	30	7.6	2.8
2	-	50	50	-
3	-	-	50	50
4	75	-	25	-

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Номер станции	Choanoflagellida	Bicosoecida	Kinetoplastida	Protomonadida
5	-	100	-	-
6	-	50	-	50
7	-	50	50	-
8	-	-	33	67

Камский участок

9	-	-	46.6	54.4
10	-	25	50	25
11	29.2	-	37.5	33.3
12	4.8	14.2	4.8	76.2
13	-	62.5	-	37.5
14	-	20	20	60
15	100	-	-	-
16	80	15	-	5
17	83.3	-	-	16.7
18	16.7	-	16.7	66.6
19	42.8	14.3	14.3	28.6
20	-	-	-	100
21	-	60	30	10
22	52.5	47.5	-	-
23	76	16	-	8
24	100	-	-	-
25	68	32	-	-
26	-	66.7	-	33.3
27	59.3	37	3.7	-
28	-	-	-	100
29	-	50	-	50
30	2.8	97.2	-	-
31	36.4	41.5	4	18.1
32	20	50	-	30
33	-	83.3	-	16.7

Примечание. Прочерки - отсутствие соответствующих организмов.

Доминируют в этих отрядах лишь 2 вида - *B. lacustris* и *P. haeckeli*. Так, на ст. 31 из общей численности жгутиконосцев 3465 тыс.экз./л на *B. lacustris* приходится 1395 тыс.экз./л, на *P. haeckeli* - 765 тыс.экз./л. Интересно отметить, что эта станция отличается от других повышенным содержанием в воде хлоридов.

Сопоставляя данные по видовому составу, численности и биомассе зоофлагеллат в планктоне Камы и ее водохранилищ с таковыми, полученными ранее для Волги, в частности для верхневолжских водохранилищ [2], можно отметить, что они близки. В этом плане принципиальных отличий между рассматриваемыми водоемами нет.

Л и т е р а т у р а

1. Ж у к о в Б.Ф. Бесцветные жгутиконосцы в планктоне волжских водохранилищ. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1974, № 23, с. 28-31.
2. Ж у к о в Б.Ф. Зоофлагеллаты в планктоне волжских водохранилищ. - В кн.: Биология, морфология и систематика водных организмов. Л., 1976, с. 91-102.
3. М е т о д и к а и з у ч е н и я биогеоценозов внутренних водоемов. Глава VIII. Простейшие. М., 1975, с. 133-135.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

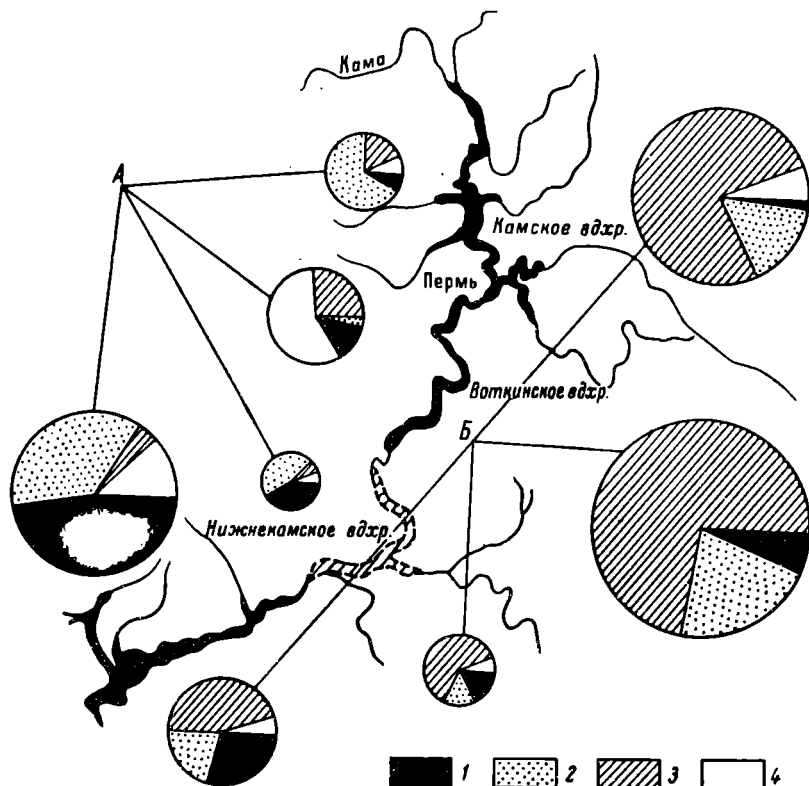
Н.П. П о с к р я к о в а

ЗООПЛАНКТОН КАМЫ В АВГУСТЕ 1975 г.

Зоопланктон собран в русловых участках (от Соликамска до устья Камского плеса Куйбышевского водохранилища) на 33 станциях по горизонтам планктобатором Дьяченко-Кожевникова. Обработано 88 проб по общепринятой методике.

Камский плес Куйбышевского водохранилища характеризуется численным преобладанием коловраток и личиночных стадий копепод, однако по биомассе доминируют кладоцеры за счет развития таких крупных форм, как *Daphnia longispina*, *Leptodora kindti*, *Limnospila frontosa* (см. рисунок). Встречена *Moina micrura* - вид, не отмеченный для этого района ранее [2]. Средняя численность зоопланктона составляет здесь 60 тыс. экз./м³, биомасса - 0.45 г/м³.

На речном участке Камы (будущее Нижнекамское водохранилище) зоопланктон небогат (средняя численность 16 тыс. экз./м³, средняя биомасса 0.29 г/м²). По численности преобладают личиночные стадии *Copepoda*, по биомассе - *Cladocera* (см. рисунок). Наиболее разнообразен видовой состав *Rotatoria*, при этом широко распространены *Euchlanis dilatata*, *Brachionus calyciflorus*. Из ракообразных особенно часто встречаются *Eurytemora velox*, *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*.



Зоопланктон Камы в августе 1975 г.

А - численность зоопланктона, экз./м³, Б - биомасса зоопланктона, г/м³. 1 - Rotatoria, 2 - Copepoda, 3 - Cladocera, 4 - велигеры дрейссены.

В Воткинском водохранилище довольно высокая биомасса зоопланктона - почти по всей акватории от 1.0 до 1.76 г/м³. Только в районе пос. Уральского она составляла 0.3 г/м³. Распространены *Eurytemora velox*, *Daphnia longispina*, *Bosmina obtusirostris*. Средняя биомасса равна 0.9 г/м³, средняя численность - 40 тыс. экз./м³ (см. рисунок). Следует отметить, что по сравнению с 1966 г. [3] в целом по водохранилищу летняя биомасса практически осталась на том же уровне. Однако, если в 60-е годы основную роль в биомассе играли копеподы, то в наших материалах, хотя по численности и доминируют личиночные стадии копепод, по биомассе преобладают клadoцеры (84%) в основном за счет массового развития крупного рачка *Daphnia longispina*.

Камское водохранилище С.Н. Уломский [4] делит на четыре ясно обособленных в экологическом отношении района: 1) Верхний плес до начала озеровидного расширения; 2) Средний или Центральный плес с Иньвинским, Обвинским, Косьвинским и Чермозским заливами; 3) Нижний плес от дер. Усть-Гарева до плотины; 4) Сылвинско-Чусовская часть водохранилища. Мы располагаем данными только по русловым участкам указанных районов.

В 1954-1961 гг. зоопланктон Верхнего плеса характеризовался качественной и количественной бедностью, а также численным преобладанием коловраток и присутствием типичного потамофила *Bosminopsis deitersi* [1, 3-5]. В 1975 г. в зоопланктоне Верхнего плеса наблюдалось численное преобладание клadoцер - 80%. В планктоне появляются рачки озерного комплекса: *Daphnia cucullata*, *Bythotrephes longimanus*, *Bosmina longirostris*, *Eurytemora velox*. Обнаружена *Moina macrocarpa* - вид не отмеченный ранее в Каме [2-5]. Рачок *Bosminopsis deitersi* встретился лишь на одной станции в количестве 50 экз./м³. Средняя биомасса зоопланктона в этом плесе тем не менее крайне мала - всего 40 мг/м³ (см. рисунок), что практически не превышает биомассу 1957 [4] и 1961 гг. [1], когда в планктоне доминировали коловратки. По-видимому, вредное влияние на планктонную фауну оказывает сильное загрязнение водоема в данном районе [1, 4]. Еще в 1959 г. С.Н. Уломский [4] указывал, что продолжающееся загрязнение водоема промышленными стоками может привести к резкому уменьшению количества рачков-фильтраторов - до 10-100 мг/м³.

Центральный плес в районе Косьвы характеризуется вполне сформировавшимся планктоном. По численности здесь преобладают рачки озерного комплекса: *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Limnosedea frontosa*, *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *Eudiaptomus graciloides*. Средняя биомасса составляет 1,4 г/м³. По данным С.Н. Уломского [6] и А.В. Монакова [1], средние ее показатели летом в течение ряда лет (1956-1961 гг.) колебались от 0,82 до 0,26 г/м³. По сравнению с августом 1961 г. [1] биомасса в августе 1975 г. выросла более чем в 5 раз (до 1,4 г/м³) с преобладанием крупного рачка-фильтратора *Daphnia longispina*.

В Нижнем плесе Камского водохранилища встречаются в общем те же формы, что и в Центральном плесе, кроме *Diaphanosoma brachyurum*. Здесь наблюдается очень высокая биомасса - максимальная для Камского водохранилища (см. рисунок). Так, в районе пос. Добрянки она составляет 3,5 г/м³, что в 2,5 раза выше, чем в августе 1961 г. для этого же района [1]. Средняя биомасса зоопланктона достигает 2,3 г/м³, средняя численность - 50 тыс. экз./м³. Высокая биомасса так-

же обусловлена массовым развитием *Daphnia longispina*. По численности доминируют личиночные стадии копепод.

Таким образом, в августе 1975 г. на Камском водохранилище отмечались расширение ареала некоторых хищных и крупных форм озерного комплекса, а также увеличение численности кладоцер. Последнее обстоятельство обеспечило общее повышение биомассы зоопланктона в этом водоеме – средняя биомасса ($+0.74 \text{ г/м}^3$) вдвое больше, чем в 1957 г.

Всего на Каме до слияния ее с Волгой встречено 54 вида зоопланктеров, из них 18 видов *Rotatoria*, 12 – *Copepoda*, 24 – *Cladocera*.

Во время этой же экспедиции 4–8 августа был собран зоопланктон Волги на участке между Камским плесом и Рыбинским водохранилищем: 9 видов *Rotatoria*, 8 – *Copepoda*, 13 – *Cladocera*. Видовой состав зоопланктона в водохранилищах Волги (Рыбинском, Горьковском) довольно разнообразен. Здесь распространены рачки озерного комплекса – в основном те же виды, что и на Каме, за исключением *Eurytemora velox*, *Bosmina obtusirostris*, *Heteroscope appendiculata*. По численности в этих водоемах преобладают велигеры дрейсены и личиночные стадии копепод, но 56% биомассы приходится на кладоцер (см. рисунок).

На речном участке Волги выше Казани зоопланктон почти полностью состоит из коловраток (95% численности, 90% биомассы) (см. рисунок). Средние показатели численности и биомассы довольно высоки – 150 тыс. экз./м³ и 0.85 г/м³. Доминирует крупная коловратка *Brachionus calyciflorus*.

Л и т е р а т у р а

1. Монаков А.В. Планктон и бентос Камского водохранилища (1961 г.). – В кн.: Биологические аспекты изучения водохранилищ. Л., 1963, с. 108–114.
2. Поскрякова Н.П. О нахождении *Moina micrura* (Kurz, 1874) и *Moina macrochaeta* (Straus, 1820) в водохранилищах Камы. – Наст. бюл.
3. Удалова Н.Н. Зоопланктон Воткинского водохранилища на р. Каме в открытый период 1965–1966 гг. – В кн.: Волга-1. Тольятти, 1968, с. 125–126.
4. Уломский С.Н. О формировании планктона Камского водохранилища. – Зоол. ж., 1959, т. 38, вып. 1, с. 3–15.
5. Уломский С.Н. Основные черты и направление развития планктона Камского водохранилища. – Совещ. по вопросам эксплуатации Камского водохранилища, Пермь, 1959, с. 1–8.
6. Уломский С.Н. Материалы по формированию планктона Камского водохранилища (1955–1959 гг.). – Тр. Уральск. отд. ГосНИОРХ, 1961, т. 5, с. 105–131.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

О НАХОЖДЕНИИ *MOINA MICRURA* (KURZ, 1874)
И *M. MACROSCOPA* (STRAUS, 1820)
В ВОДОХРАНИЛИЩАХ КАМЫ

Ветвистоусые ракообразные рода *Moina* до сих пор не были найдены в бассейне Камы [1, 5]. При исследовании зоопланктона камских водохранилищ в августе 1975 г. нами обнаружены два вида рода *Moina* — *M. micrura* и *M. macroscopa*.

M. micrura (Kurz) в наших материалах по своим признакам вполне соответствует описанию Гоулдена [9]. Число оперенных зубцов на постабдомене 6–7. Нога 1 пары имеет одну неоперенную щетинку на предпоследнем членике. Этот признак (рис. 1), важный для систематики мoin [9], не используется в других определителях [2, 4, 10], в том числе и в последней сводке Флесснера [8]. Размеры камских рачков составляют 0.6–0.7 мм.

M. micrura найдена почти на всех станциях Камского плеса Куйбышевского водохранилища на глубинах 8–16 м, а также в Камском водохранилище в районе Березников и в верховьях Сылвинского залива на глубинах 6–8 м. Температура воды ни на одном из указанных участков не превышала 23°, в Березниках была равна 15°. Популяции *M. micrura* представлены почти полностью партеногенетическими самками. Самцы встречались единично.

M. macroscopa (Straus) обнаружена в Верхнем плесе Камского водохранилища (Березники, Соликамск). Найденные нами особи, в общем соответствуя описанию Гоулдена, имеют некоторые отличия.

Голова *M. macroscopa* широко округлая. Надглазничная впадина отсутствует. Средних размеров глаз расположен примерно посредине головы. Поверхность головы и раковины покрыта редкими волосками. Вентральный край раковины несет 60–65 крупных щетинок, длина которых несколько уменьшается в абсоральном направлении. С переходом к заднему краю раковины крупные щетинки резко сменяются мелкими несгруппированными примерно одинаковых размеров (рис. 2, а). Постабдомен широкий и длинный. Дорсальная поверхность его покрыта рядами тонких коротких щетинок (рис. 2, б). На дистальном конце постабдомена находится 9 оперенных зубцов, расположенный за ними двувершинный неоперенный зубец крупнее остальных. На дорсальной поверхности когтей почти по всей длине расположены довольно толстые шиповидные щетинки, но не „тонкие“, как указывают Гоулден [9] и Флесснер [8]. Их проксимальная группа образует подобие гребня, но настоящий четко выраженный гребень отсутствует (рис. 2, б). С вентральной стороны у основания когтей до 3 зубчиков (а не 1–2, как отмечает

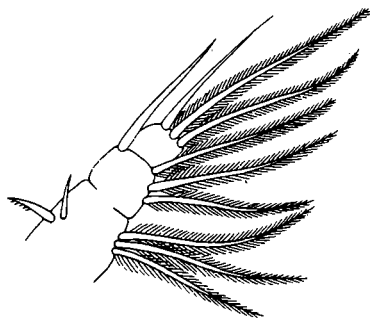


Рис. 1. Нога I самки *Moina micrura*.

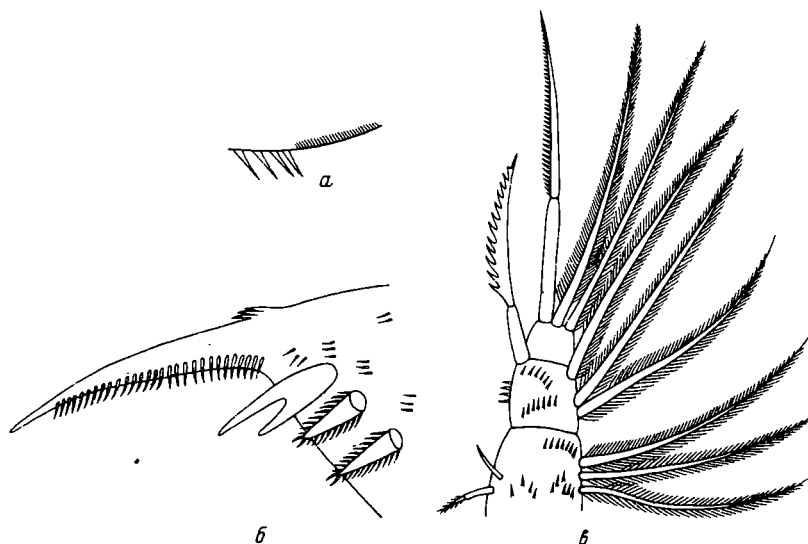


Рис. 2. Вентральный край раковины (а), дистальная часть постабдомена (б), нога I (в) самки *Moina macroscopa*.

Гоулден). Наиболее характерный признак *M. macroscopa* — строение ноги I пары. Щетинка внутреннего края предпоследнего членика ноги несет ряд крупных зубчиков на вентральной стороне (рис. 2, в). Кроме того, она явственно двучленистая (на рисунках Гоулдена [9] эта щетинка изображена одночленистой). На 2-м и 3-м члениках ноги I пары заметны ряды довольно крупных шипиков (но не тонких щетинок, как показано у Гоулдена). По характеру щетинок на заднем крае раковины (несгруппированных и одной длины) камские формы могут быть отнесены к подвиду *M. macroscopa macroscopa* (Straus,

1820). Найденные нами партеногенетические самки имели длину 1.0-1.2 мм.

Нахождение *M. micrura* и *M. macroscopa* в Камском бассейне значительно расширяет известный по литературным данным ареал их распространения. Оба вида, как и другие виды рода *Moina*, обитают преимущественно в малых водоемах, [1, 3, 4, 9]. *M. micrura* недавно обнаружена в Ивановском и Рыбинском водохранилищах [6, 7].

M. macroscopa до сих пор не указывалась для бассейна Камы и Волги. Ее нахождение в водохранилищах Камы — самое северное для СССР. Возможно, что появление видов *Moina* в камских водохранилищах следует рассматривать как признаки эвтрофирования, которое замечается также в Ивановском и Рыбинском водохранилищах.

Л и т е р а т у р а

1. Бенинг А.Л. Материалы по гидрофауне р. Камы. — Работы Волжск. биол. ст., Саратов, 1929, т. 9, вып. 4-5, с. 181-286.
2. Бенинг А.Л. Кладоцера Кавказа. Тбилиси, 1941. 383 с.
3. Ивлева И.В. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М., 1969, с. 96-144.
4. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. Определитель по фауне СССР. Л., 1964. 318 с.
5. Моисеев А.В. Планктон и бентос Камского водохранилища (1961). — В кн.: Биологические аспекты изучения водохранилищ. Л., 1963, с. 108-114.
6. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Столбунова В.Н., Ривьер И.К. О нахождении *Moina brachiata* (Jurine, 1820), *Moina micrura* (Kurz, 1874) в Рыбинском водохранилище. — Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 28, с. 21-26.
7. Столбунова В.Н., Ривьер И.К., Пидгайко М.Л. Новые для Ивановского водохранилища виды планктонных Cladocera. — Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 28, с. 33-36.
8. Flössner D. Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fishläuse, Branchiura. — In: Tierw. Deutschl., 1972, S. 203-212.
9. Goulden C.E. The systematics and evolution of the Moinidae. — Trans. Amer. Philos. Soc., 1968, vol. 58, part. 6, p. 22-37.
10. Sramek-Husek R., Straskraba M., Brtek J. Branchiopoda. — In: Fauna CSSR, 1962, p. 247-253.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ПАЗАТИТОФАУНА ОСНОВНЫХ ВИДОВ РЫБ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Изучение паразитофауны рыб бассейна р. Камы начато еще в начале 30-х годов В.А. Захваткиным [1, 2]. Было обнаружено около 70 видов паразитов у 16 видов рыб. Дальнейшие работы паразитологов в этом регионе касались вопросов морфологии, систематики и биологии отдельных групп паразитов. В результате исследования 26 видов рыб Камы и ее притоков найдено 192 вида паразитов [5].

Зарегулирование стока Камы и создание водохранилищ существенно повлияли на всю экосистему водоема. Отношения между паразитами и хозяевами, сложившиеся в условиях естественного водоема, претерпели существенные изменения. Появились новые, ранее не существовавшие факторы, влияющие и на численность паразитов рыб. Это поставило новые задачи перед паразитологами, изучающими паразитофауну рыб бассейна Камы.

Возведение плотин на Каме привело к созданию двух водохранилищ – Камского и Воткинского, которые существенно различаются по своей морфометрии, проточности, объему и многим другим параметрам. Поэтому исследование паразитофауны рыб в этих водохранилищах следует вести раздельно, учитывая их своеобразие.

Камское водохранилище, созданное в 1954 г., имеет сложную конфигурацию, где чередуются расширения и сравнительно узкие места. Резкие колебания уровня, заморные явления, наличие большого количества торфянистого детрита, загрязнение водоема стоками бумажно-целлюлозной, химической, коксохимической промышленности, продуктами лесосплава и нефтепродуктами – все это неблагоприятно сказывается на жизни гидробионтов, в том числе и рыбного населения. Ихтиофауна бассейна Камы до образования водохранилища насчитывала 42 вида. В связи со строительством плотин исчезли проходные и полупроходные рыбы, а также реофилы. Основными промысловыми рыбами водохранилища стали лещ, щука, окунь, судак, плотва [7].

Материалом послужили сборы, проведенные с 24 августа по 25 сентября 1975 г. по всему водохранилищу, начиная от его верховья до плотины с заходом в реки Чусовую и Сылву. Рыба добывалась тралом, ставными сетями и неводом. Было вскрыто 10 видов рыб, наиболее часто встречающихся здесь. Кроме того, использован материал вскрытия 15 судаков, выловленных В.В. Кашковским в р. Сылве [3].

Паразитофауна исследованных рыб представлена 44 видами паразитов (см. таблицу). Основной контингент фауны составляют те немногие формы, которые широко распространены в

Вид паразита	Вид рыбы	Поражаемый орган	Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения, экз.
<i>Myxidium lieberkühni</i> Butschli	Щука	Мочевой пузырь	5	Много
<i>Zschokkella nova</i> Klokacewa	Чехонь	Желчный пузырь	33.3	Мало
<i>Myxobolus sandrae</i> Reuss	Судак	Жабры	13.3	Мало-много
<i>Trichodina ocata</i>	"	"	53.3	Мало
<i>Tr. tisae</i>	"	"	50.0	"
<i>Trichodina</i> sp.	"	Ноздри	6.6	"
<i>Epistylis lwoffi</i>	"	Жабры	13.3	"
<i>Apiosoma</i> sp.	"	"	6.6	"
<i>Dactylogyrus amphibothrium</i> Wagener	Ерш	"	6.2	2
<i>D. chraniłowi</i> Bychowsky	Синец	"	2	16-58
<i>D. crucifer</i> Wagener	Плотва	"	13.3	1-2
<i>D. simplicimalleata</i> Bychowsky	Чехонь	"	93.3	2-88
<i>Ancyrocephalus paradoxus</i> Creplin	Судак	"	46.6	1-21
<i>Diplozoon homoion</i> Bychowsky et Nagibina	Плотва	"	13.3	1-2
<i>D. megan</i> Bychowsky et Nagibina	Язь	"	1	5
<i>D. paradoxum</i> Nordmann	Лещ	"	35.0	1-3
<i>Caryophyllaeus laticeps</i> (Pallas)	Щука	Кишечник	55.0	1-37
<i>Diphyllobothrium latum</i> (Linné)	Окунь	Полость тела	91.6	3-260
	Судак	Мышцы	40.0	1-10
	Ерш	"	13.3	1-21
	Щука	Кишечник	60.6	1-6
<i>Triacnophorus nodulosus</i> (Pallas)	Судак	"	1	1
<i>Proteocephalus percae</i> (Müller)	Язь	"	6.6	2
<i>Pr. torulosus</i> (Batsch.)	Ерш	"	6	2-8
	Плотва	"	20.0	1-3
<i>Proteocephalus</i> l. sp.	Судак	"	20.0	1-10
<i>Rhipidocotyle illense</i> (Ziegler)	"	"	13.3	2-18
<i>Phyllodistomum angulatum</i> Linstow	"	Мочевой пузырь	93.3	1-1050

Вид паразита	Вид рыбы	Поражаемый орган	Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения экз.
<i>Sphaerostoma bramae</i> (Müller)	Чехонь	"	13.3	1-37
<i>Palaeorchis incognitus</i> Szidat	Язь	"	4	1-9
<i>Azygia lucii</i> (Müller)	Щука	Желудок	7	2-33
<i>Bunodera luciopercae</i> (Müller)	Судак	"	6.6	2
	"	Кишечник	53.3	78-570
	Окунь	"	6.6	9
<i>Cotylurus communis</i> (Huges) La Rue	Судак	Полость тела	6.6	Мало
	Ерш	То же	46.6	Много
<i>C. pileatus</i> (Rudolphi) Dubois	Судак	Полость тела	46.6	Много
	Ерш	"	26.6	"
	Окунь	"	26.6	"
<i>C. platicephalus</i> (Creplin) Szidat	Судак	"	53.3	"
	Ерш	"	53.3	"
	Окунь	"	26.6	"
	Щука	"	16.6	3-29
	Плотва	"	40.0	1-8
<i>Metacercaria g. sp.</i>	Чехонь	"	40.0	1-10
	Лещ	"	13.3	1-3
	Плотва	Глаз	6.6	1
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi)	Судак	Кишечник	46.6	1-21
<i>Camallanus lacustris</i> (Zoega)	Окунь	"	33.6	1-5
	Судак	"	93.3	1-850
<i>C. truncatus</i> (Rud.)	Щука	"	4	1-5
	Окунь	"	6.6	1
<i>Philometra ovata</i> (Zeder)	Лещ	Плавательный пузырь	25.0	1-5
<i>Philometra sp.</i>	"	Полость тела	15.0	1-4
<i>Trametes ovata</i> L. sp.	Язь	Глаз	1	1

	Язь Сулак	Кишечник Жабры	2	1-2
<i>Acanthæperhalus anquillae</i> (Müller)			6.6	1
<i>Piscicola geometra</i> (Lin.)			13.3	1
<i>Anodonta cygnea</i> L.	Язь	"	5	5-10
<i>Ergasilus sieboldi</i> Nordmann	Чехонь	"	20.0	2
	Сулак	"	6.6	6
	Щука	"	7	2-15
	Лещ	"	15.0	1
<i>Paraergasilus rylowi</i> Jin	Чехонь	Ноздри	13.3	1
	Лещ	"	35.0	1-12
<i>Achtheres percarum</i> Nordmann	Сулак	Жабры	60.0	1-12

Примечание. В тех случаях, когда число вскрытых рыб менее 15, в графе „Экстенсивность заражения“ указывается число зараженных рыб.

большинстве равнинных водохранилищ, в том числе и волжских — *Caryophyllaeus laticeps*, плероцеркоиды *Diphyllbothrium latum*, *Phyllodistomum angulatum*. Личиночные формы трематод рода *Cotylurus* в водохранилище во многих случаях доминируют в фауне паразитов, тогда как в р. Чусовой и в Верхней Каме метацеркариев паразитов практически нет [3, 4]. В водохранилище судак заражен на 93.3%, ерш — на 86.6, окунь — на 80, чехонь — на 40, плотва — на 40%. В наших сборах отсутствовали лигулиды, что, вероятно, связано с осенним периодом сбора материала, когда рыбы, зараженные этими паразитами, встречаются крайне редко. Не обнаружены и личинки *Opisthorchis felineus*. В то же время в Верхней и Средней Каме до образования водохранилища карповые рыбы, особенно язь и плотва, были заражены паразитами до 52.2%. Возможно, что очаг описторхоза на Камском водохранилище находится еще в стадии становления. Особого внимания заслуживает зараженность хищных рыб личинками *Diphyllbothrium latum*. С появлением водохранилища значительно возросла заболеваемость населения Пермской обл. дифиллоботриозом. Его очаг на Камском водохранилище находится в конечной стадии своего становления и носит характер эндогенного [6]. По нашим данным, наиболее заражена паразитами щука (91.6%, до 200 экз. в рыбе).

В заключение следует сказать, что настоящая работа не претендует на полноту охвата

материала и носит характер эпизодического обследования паразитофауны рыб Камского водохранилища. Со всей очевидностью она показала необходимость разносторонних и систематических паразитологических исследований рыб этого водоема. В условиях Камского водохранилища, учитывая сложность его конфигурации и наличие различных загрязнений, паразиты могут служить своеобразными индикаторами степени загрязнения, естественными метками при перемещениях рыб из одних участков водоема в другие.

Л и т е р а т у р а

1. Захваткин В.А. Материалы по фауне паразитов рыб р. Камы. - Учен. зап. Пермск. ун-та, 1935, т. 1, вып. 1, с. 83-104.
2. Захваткин В.А. Паразитофауна рыб р. Камы. Ч. 1. - Учен. зап. Пермск. ун-та, 1936, т. 2, вып. 3, с. 175-199.
3. Кашковский В.В. Материалы по паразитофауне рыб Верхней Камы. - Тр. Уральск. отд. СибНИОРХ, 1971, т. 8, с. 205-214.
4. Костарев Г.Ф. Паразитофауна рыб р. Чусовой. - Учен. зап. Пермск. ун-та, 1969, т. 179, с. 230-238.
5. Костарев Г.Ф. Фаунистический обзор паразитов рыб бассейна Камы. - Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 102, с. 50-105.
6. Петрова В.Ф., Казанцева Н.А., Можеева Г.В., Шамарина А.Г., Пьянков Л.И., Вайсман Я.И. Распространение дифиллоботриоза в районе Камского и Воткинского водохранилищ Пермской области. - Мед. паразитол. и паразитарные болезни, 1969, т. 38, № 2, с. 141-146.
7. Помаранцев Г.П. Камское водохранилище. - Изв. ГосНИОРХ, 1961, т. 50, с. 88-102.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

А.В. Маштаков, Л.Г. Тимошечкина,
Л.Г. Волкова, Т.И. Жарикова

ПАРАЗИТОФАУНА РЫБ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Воткинское водохранилище создано в 1961 г. и полного уровня достигло в 1962-1963 гг. Это по существу русловый водоем, не имеющий крупных притоков. Колебания уровня достигают 4 м.

Паразитофауна рыб Воткинского водохранилища

Вид паразита	Вид рыбы	Поражаемый орган	Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения, экз.
<i>Myxidium lieberkühni</i> Bütschli	Шука	Мочевой пузырь	1	Много
<i>Myxobolus musculi</i> Keysseltz	Чехонь	Мышцы	6.6	Мало
<i>Myxobolus</i> sp.	Окунь	Жабры	1	"
<i>Dactylogyrus amphibothium</i> Wagener	Ерш	"	13.3	2-2
<i>D. crucifer</i> Wagener	Плотва	"	13.3	2-20
<i>D. simplicimalleata</i> Bychowsky	Чехонь	"	93.3	2-36
<i>Diplozoön paradoxum</i> Nordmann	Лещ	"	20.0	4-8
<i>D. paradoxum</i> Nordmann	Чехонь	"	6.6	1
<i>Triænocephorus crassus</i> Forel	Ерш	Печень	6.6	1
<i>Tr. nodulosus</i> Pallas	Окунь	"	1	1
<i>Tr. nodulosus</i> Pallas	Ерш	"	26.6	2-6
<i>Tr. nodulosus</i> Pallas	Шука	Кишечник	2	1-3
<i>Diphyllobothrium latum</i> L.	"	Полость тела	4	21-70
<i>D. latum</i> L.	Окунь	То же	7	1-14
<i>D. latum</i> L.	Ерш	"	80.0	1-5
<i>D. latum</i> L.	Судак	"	1	1
<i>Caryophyllæus laticeps</i> Pallas	Лещ	Кишечник	80.0	1-20
<i>Diplostomum spathaceum</i> Rud.	Плотва	Глаза	46.6	2-20
<i>D. spathaceum</i> Rud.	Лещ	"	20.0	1-3
<i>D. spathaceum</i> Rud.	Окунь	"	1	2
<i>Rhipidocotyle illense</i> Ziegler	"	Кишечник	3	2
<i>Allocreadium isoporum</i> Zooss	Лещ	"	5.0	2
<i>Sphaerostoma bramae</i> Müller	"	"	10.0	2-59
<i>S. bramae</i> Müller	Плотва	"	3	3-20

Вид паразита	Вид рыбы	Поражаемый орган	Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения, экз.
Bunodera luciopercae Müller	Окунь	Кишечник	5	1-4
B. luciopercae Müller	Ерш	"	6.6	1
Cotylurus sp. Szidat	Шука	Внутренние органы	2	1-24
Cotylurus sp. Szidat	Лещ	То же	40.0	5-18
C. communis (Huges) La Rue	Судак	"	2	2-20
C. communis (Huges) La Rue	Чехонь	"	46.6	1-22
C. communis (Huges) La Rue	Плотва	"	60.0	1-7
C. communis (Huges) La Rue	Окунь	"	11	2-75
C. communis (Huges) La Rue	Ерш	"	93.3	4-200
Camallanus lacustris Zoega	Окунь	Желудок	1	1
Philometra ovata Zeder	Лещ	Плавательный пузырь	55.5	1-4
Ph. ovata Zeder	Плотва	То же	6.6	1
Acanthocephalus lucii Müller	Ерш	Кишечник	6.6	1
Paraergasilus rylowi Jin	Чехонь	Ноздри	6.6	1

Примечание. В графе „Экстенсивность заражения“ указывается число зараженных рыб, когда число вскрытых рыб менее 15.

Специальных исследований, посвященных изучению паразитофауны рыб Воткинского водохранилища, не проводилось. Есть лишь указания о зараженности отдельных видов рыб некоторыми паразитами [1].

Материалом послужило вскрытие в сентябре 1975 г. семи видов рыб: щука - 4 экз., лещ - 20, плотва - 15, окунь - 14, чехонь - 15, ерш - 15, судак - 2 экз. Рыба добывалась тралом и ставными сетями. Паразитофауна исследованных рыб представлена 22 видами (см. таблицу).

Анализ фауны паразитов рыб Воткинского водохранилища показывает, что здесь в отличие от Камского водохранилища более широкое распространение получили формы с прямым циклом развития и связанные с зоопланктоном - книдоспоридии, моногенеи, ленточные черви. Кроме того, заметно уменьшилось (как по экстенсивности, так и по интенсивности) заражение рыб *Diphyllotrium latum*. Вероятно, это связано с меньшей загрязненностью Воткинского водохранилища и большей его проточностью.

Л и т е р а т у р а

1. Костарев Г.Ф. Паразитофауна рыб реки Чусовой. - Учен. зап. Пермск. ун-та, 1969, т. 179, с. 230-238.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Н.А. Изюмова, А.В. Маштаков,
Л.Г. Тимошечкина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАЗИТОФАУНЫ РЫБ КАМЫ, ЧУСОВОЙ И КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Исследование паразитофауны рыб Верхней Камы, проведенное В.В. Кашковским в мае 1966 г. [2], показало, что у 9 видов рыб (лещ, язь, плотва, щука, елец, карась серебряный, судак, налим) зарегистрировано 109 видов паразитов (споровики - 1, книдоспории - 23, инфузории - 18, моногенеи - 25, цестоды - 8, трематоды - 16, нематоды - 10, скребни - 2, ракообразные - 5, моллюски - 1).

Г.Ф. Костаревым [3] при изучении паразитофауны рыб р. Чусовой в верхнем ее течении в 1962-1966 гг. обнаружено 62 вида паразитов (простейшие - 13, моногенеи - 9, цестоды - 14, трематоды - 9, нематоды - 6, скребни - 3, пиявки - 1, ракообразные - 8).

Вид паразита	Лещ			Плотва		
	Верхняя Кама	р. Чусовая	водохра- нилище	Верхняя Кама	р. Чусовая	водохра- нилище
<i>Eimeria rutili</i> Dogiel et Bychowsky	-	-	-	$\frac{6.6}{\text{много}}$	-	-
<i>Chloromyxum legeri</i> Touraine	$\frac{53.2}{0.5-5}$	-	-	$\frac{33.3}{1-8}$	-	-
<i>Ch. cristatum</i> Leger	$\frac{79.3}{1-140}$	-	-	-	-	-
<i>Myxidium macrocapsularis</i> Reuss	$\frac{13.3}{8-28}$	-	-	-	-	-
<i>M. rhodei</i> Leger	-	-	-	$\frac{59.9}{1-880}$	-	-
<i>Myxobolus elegans</i> Kaschkowsky	-	-	-	$\frac{6.6}{1}$	$\frac{1.5}{28}$	-
<i>M. exiguus</i> Thelohan	-	$\frac{3}{2}$	-	-	-	-
<i>M. oviformis</i> Thelohan	$\frac{19.9}{2-10}$	$\frac{2.2}{61}$	-	-	-	-
<i>M. bramae</i> Reuss	$\frac{13.3}{1-8}$	-	-	$\frac{53.2}{1-31}$	-	-
<i>M. mülleri</i> Bütschli	$\frac{100}{18-320}$	-	-	-	-	-
<i>M. pseudodispar</i> Gorbunova	-	-	-	$\frac{73.2}{12-205}$	-	-
<i>M. rotundus</i> Nemecek	-	$\frac{1.0}{65}$	-	-	-	-

6	Henneguya zschokkei (Gurley)	-	$\frac{2}{7}$	-	-	-	-	-	-
83	Tripartiella copiosa Lom	-	-	-	-	$\frac{68}{1-20}$	-	-	-
39	Trichodina polycirra Lom	-	-	-	-	$\frac{6.6}{1}$	-	-	-
	T. pediculus Ehrenberg	$\frac{26.6}{0.5-3}$	-	-	-	-	-	-	-
	Dactylogyrus auriculatus Dujardin	$\frac{86.5}{2-38}$	-	-	-	-	-	-	-
	D. cricifer Wagener	-	-	-	-	$\frac{100}{6-141}$	$\frac{69.0}{130}$	$\frac{13.3}{1-2}$	-
	D. falcatus (Wedl)	$\frac{100}{8-115}$	$\frac{1}{3}$	-	-	-	-	-	-
	D. nanus Dogiel at Bychowsky	-	-	-	-	$\frac{93.2}{1-50}$	-	-	-
	D. similis (Wegener)	-	-	-	-	$\frac{59.9}{2-17}$	$\frac{70.1}{43}$	-	-
	D. suecicus Nybelin	-	-	-	-	$\frac{59.9}{1-33}$	-	-	-
	D. wunderi Bychowsky	$\frac{100}{1-106}$	-	-	-	-	-	-	-
	D. zandti Bychowsky	$\frac{79.9}{1-30}$	-	-	-	-	-	-	-
	Diplozoon homoion Bychowsky et Nagibina	-	-	-	-	$\frac{19.9}{2-8}$	$\frac{10.1}{6}$	$\frac{13.3}{1-2}$	-
	D. paradoxum Nordmann	$\frac{59.9}{1-16}$	$\frac{10.0}{6}$	$\frac{35.0}{1-3}$	-	-	-	-	-
	Caryophyllaeus laticeps Pallas	$\frac{79.9}{1-521}$	$\frac{5.6}{140}$	$\frac{55.0}{1-37}$	-	-	-	-	-

Вид паразита	Лещ			Плотва		
	Верхняя Кама	р. Чусовая	водохра- нилище	Верхняя Кама	р. Чусовая	водохра- нилище
<i>C. fimbriceps</i> Annenkova-Chlopina	-	$\frac{2.0}{14}$	-	-	-	-
<i>Ligula intestinalis</i> (Linne)	$\frac{6.6}{1}$	-	-	-	-	-
<i>Sphaerostoma bramae</i> (Müller)	-	$\frac{5.0}{10}$	$\frac{10.0}{5-8}$	-	-	-
<i>Paracoenogonimus ovatus</i> (Katsurada)	$\frac{6.6}{1}$	-	-	-	-	-
<i>Opisthorchis felineus</i> Rivotla	$\frac{13.3}{1-3}$	-	-	$\frac{19.3}{1-2}$	$\frac{8.3}{1}$	-
<i>Proteocephalus</i> l.sp.	-	-	-	-	-	$\frac{20.0}{1-10}$
<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi)	-	-	-	-	-	$\frac{6.6}{1}$
<i>Philometra abdominalis</i> Nybelin	$\frac{19.9}{1-13}$	$\frac{2}{1}$	-	-	-	-
<i>Ph. ovata</i> (Zeder)	-	$\frac{1.6}{1}$	$\frac{25.0}{1-5}$	-	-	-

<i>Neoechinorhynchus rutili</i> (Müller)	$\frac{6.6}{1}$	$\frac{21.7}{60}$	-	$\frac{6.6}{1}$	-	-	-
<i>Acanthocephalus anguillae</i> (Müller)	$\frac{6.6}{1}$	$\frac{18.3}{63}$	-	-	-	-	$\frac{14.0}{1}$
<i>Tracheliaestes maculatus</i> Kollar	$\frac{6.6}{1}$	$\frac{10.5}{5}$	-	-	-	-	-
<i>Ergasilus sieboldi</i> Nordmann	-	$\frac{14.0}{1}$	$\frac{15.0}{1}$	-	-	-	-

Примечание. Числитель — процент заражения, знаменатель — число паразитов.

По нашим данным, паразитофауна 10 видов рыб Камского водохранилища насчитывает только 44 вида паразитов [1].

Мы провели сравнение данных по Верхней Каме [2], р. Чусовой [3] и по водохранилищу [1] с целью определить степень влияния зарегулирования Камы на характер паразитофауны, в частности леща и плотвы (см. таблицу). Несмотря на то что исследования проводились в разные сезоны года и разными специалистами, в этих материалах довольно четко проявляется определенная тенденция. В водохранилище по сравнению с реками почти нет простейших и моногеней. Если отсутствие простейших связано, по всей вероятности, с неблагоприятным периодом сбора (август-сентябрь), когда они практически только начинают свой цикл, то редкие находки дактилогирисов не могут быть объяснены сезоном года. В этот период они должны встречаться и у леща, и у плотвы. *Diplozoon paradoxum* поражал леща на 35%, 2 экз. плотвы были заражены *Diplozoon homion*. Полученные материалы, как нам кажется, свидетельствуют о значительном загрязнении водохранилища. Очевидно, простейшие и моногеней на стадии свободного пребывания в водоеме подвергаются вредному воздействию неблагоприятных факторов среды и погибают. Лещ и плотва, обитающие у дна, больше, чем другие виды рыб, страдают от загрязнений, которые концентрируются в донных отложениях. В пользу этого говорит большой процент зараженности чехони (93.9), обитающей в пелагиали, *Dactylogyrus simplicimalleata* и планктофага-синца — *D. chranilovi* [1]. Нахож-

дение *Diplozoon* на жабрах исследованных рыб свидетельствует о большой резистентности как половозрелых форм, так и личинок к неблагоприятным воздействиям внешней среды. В результате зарегулирования Камы и создания водохранилища численность ленточных червей (*Caryophyllaeus laticeps*, *Proteocephalus* sp.), а также нематод (*Philometra ovata*) увеличилась по сравнению с таковой рек. Значительно возросло заражение рыб водохранилища метацеркариями рода *Cotylurus* [1].

Таким образом, на видовой состав и численность паразитов рыб Камского водохранилища оказывают влияние два основных фактора – зарегулированность стока реки и загрязнение водоема, которым в процессе дальнейших исследований следует уделить самое пристальное внимание.

Л и т е р а т у р а

1. Изюмова Н.А., Маштаков А.В., Кашковский В.В. Паразитофауна основных видов рыб Камского водохранилища. Наст. бюл.
2. Кашковский В.В. Материалы по паразитофауне рыб Верхней Камы. – Тр. Уральск. отд. СибНИОРХ, 1971, т. 8, с. 205-214.
3. Костарев Г.Ф. Паразитофауна рыб р. Чусовой. – Учен. зап. Пермск. ун-та, 1969, т. 179, с. 230-238.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Г.Ф. Костарев

ЗАРАЖЕНИЕ ЛЕЩА И СУДАКА КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА *PARAERGASILUS RYLOWI*, *MARKEWITSH*, 1937

В 1974-1976 гг. в носовых ямках леща и судака были обнаружены самки паразитического рачка *Paraergasilus rylowi*. Экстенсивность заражения лещей в возрасте от 5+ до 11+ лет составляла 50-87%, а интенсивность колебалась от 1 до 19 экз. Зараженные рыбы встречались как в верхнем участке (у г. Березники); так и в нижнем плесе (Сылвинский залив). У судаков в возрасте 4+ и 9+ лет рачки отмечались преимущественно в Сылвинском заливе (экстенсивность заражения 12%, интенсивность 1-21 экз.). При относительно высокой численности рачков (10-20 экз. на пару носовых ямок)

наблюдалось раздражение обонятельных клеток и обильное выделение слизи.

Ранее этот рачок был встречен у рыб из Селигера, Байкала, Балхаша, Сары-камышских озер, Каспийского и Аральского морей, Новосибирского водохранилища [1-4]. В бассейне Днепра паразитирует подвид *P. rylowi borysthenicus* Sukhenko, 1967.

Таким образом, Камское водохранилище является пока самой северной точкой местонахождения этого паразита. Его можно отнести к Голарктической зоогеографической области.

Л и т е р а т у р а

1. Маркевич А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР. Киев, 1956. 256 с.
2. Османов С.О. Паразиты рыб Узбекистана. Ташкент, 1971. 530 с.
3. Скрипченко Э.Г. Паразитофауна рыб в различных участках водохранилища Новосибирской ГЭС. - Тр. Ш Зоол. конф. пед. ин-тов РСФСР. Волгоград, 1967, с. 240-242.
4. Шильман Р.Е., Кулемина Н.В. Обзор паразитов рыб оз. Селигер, - В кн.: Эколого-паразитологические исследования на оз. Селигер. Л., 1969. 58 с.

Естественнонаучный институт
при Пермском университете

И.М.Балонов, С.И.Генкал

ПРОСТОЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕКТА В ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ ТРАНСМИССИОННОГО ТИПА

Существующие способы определения размеров исследуемых объектов в электронных микроскопах трансмиссионного типа (ТЭМ) не позволяют производить прямое измерение изображения на экране [1-3]. Однако оно нередко бывает необходимо для точной идентификации изучаемой структуры. Предлагаемое простое по конструкции и несложное в изготовлении приспособление помогает определить линейные размеры непосредственно на экране просвечивающего электронного микроскопа фирмы „Тесла“ BS-613.

Приспособление (рис. 1) состоит из двух соединенных под углом 90° цилиндрических штанг с нарезанной по всей длине резьбой (М 2,5 х 0,45). Длина их выбрана с учетом конструктивных особенностей колонны прибора и в нашем случае

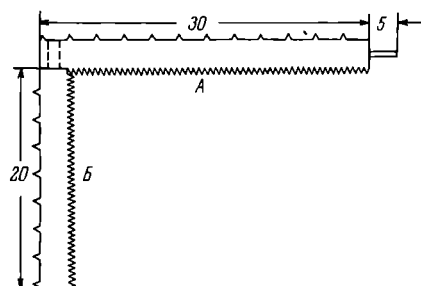


Рис. 1. Схематическое устройство измерительного приспособления.

А, Б - штанги.

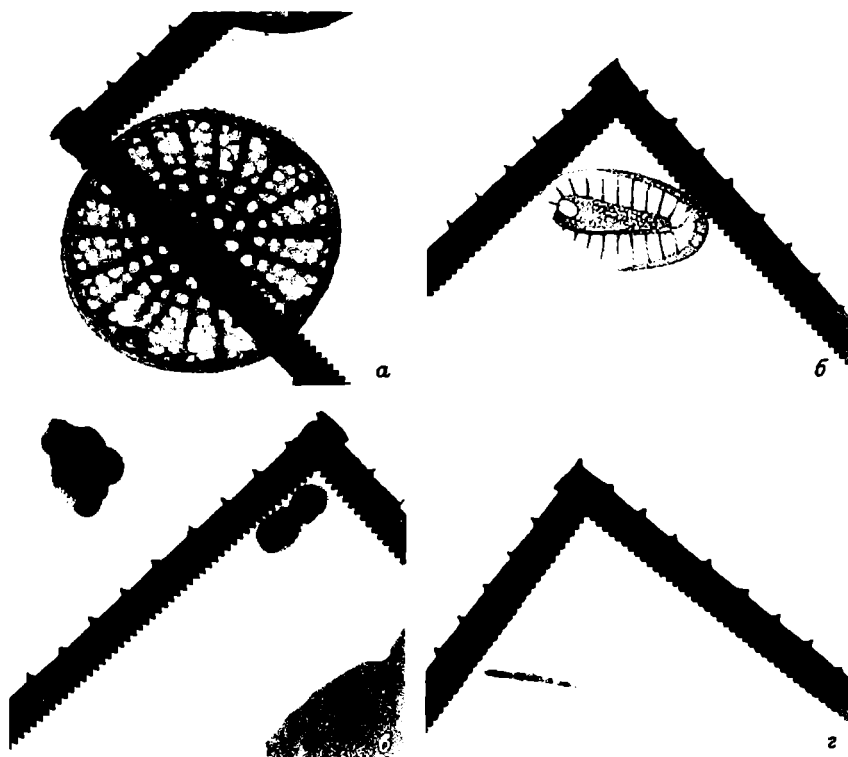


Рис. 2. Примеры использования измерительного устройства.

а - *Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Hellerman (Bacillariophyta), $\times 4400$, размер 6,6 мкм; б - *Synura petersenii* Korsch. (Chrysophyta), $\times 5850$, размер 3,8 мкм; в - бактерии, $\times 4400$, размер 1,4 мкм; г - бактерия, $\times 2650$, размер 16,9 мкм.

равна 30 и 20 мм при диаметре 2,5 мм. Взаимное соединение штанг А и Б сделано легко разъемным для выполнения некоторых профилактических работ в вакуумной системе микроскопа.

Все приспособление устанавливается на месте передвижной мишени для экранирования первичного пучка электронов при дифракции. Таким образом оно одновременно выполняет функцию не только этой мишени, но и измерительной линейки. Устройство крепится тонким концом штанги А к подвижному штоку механизма перемещения мишени, что позволяет при необходимости вывести проекцию его на экран электронного микроскопа.

Максимальные размеры объекта, определяемые величиной гипотенузы прямоугольного треугольника между наиболее удаленными от вершины делениями мерных линеек, составляют 45,4 мкм при увеличении 1650, 3 мкм при 249000.

При работе измерение может быть проведено с точностью до половины деления по углу внутреннего диаметра резьбы, что при увеличении ТЭМ 249000 составляет 20 А°. Приспособление позволяет производить измерения как в двух взаимно перпендикулярных направлениях, так и во всех промежуточных.

Общая формула для определения истинных размеров объекта имеет вид

$$L = \frac{c \sqrt{a^2 + b^2}}{\pi} \cdot 10^3,$$

где L — искомая линейная величина объекта, мкм, c — цена малого деления линейки, a , b — число малых делений по измерительным штангам А и В соответственно, π — увеличение электронного микроскопа.

Для облегчения подсчета числа указанных делений следует на одной из сторон штанг спилить нарезанные зубцы, оставив 1 из 5. При установлении цены малого деления необходимо учитывать, что увеличение в электронном микроскопе на экране несколько меньше, чем на негативе. В нашем случае эта величина составляет 22% и для ТЭМ „Тесла“ BS = 613 равна 1 мм. Для быстрого определения истинных размеров объекта следует составить таблицу значений для выражения $L = c \sqrt{a^2 + b^2}$, где L — размер изображения исследуемого объекта на экране ТЭМ, мм.

Таким образом, непосредственно во время работы на электронном микроскопе расчеты сводятся к формуле

$$L = \frac{l}{\pi} \cdot 10^3.$$

В том случае, если исследуемый объект лежит параллельно одной из мерных линеек (рис. 2), истинные размеры определяются выражением

$$L = \frac{d \cdot c}{m} \cdot 10^3,$$

где d — количество малых делений на одной из штанг.

Для ускорения расчета можно построить специальные графики [1]. Предлагаемое устройство может помочь и в дальнейшей дешифровке снимка, если оно спроецировано на негатив.

Описанное приспособление с незначительными изменениями длины, а также диаметра штанг и шага резьбы может быть использовано как в отечественных, так и в зарубежных трансмиссионных микроскопах большинства марок.

Л и т е р а т у р а

1. Генкал С.И., Балонов И.М. Пересчетные графики для электронных микроскопов. — Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР, 1970, № 22, с. 71-73.
2. Кэй Д. Техника электронной микроскопии. М., 1965. 405 с.
3. Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих. М., 1975. 324 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

М. Перес Эйрис, В.И. Романенко,
В.М. Кудрявцев, М. Аврора Пубиенес

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ КУБЫ

Окислительно-восстановительный (ОВ) потенциал (E_h) наилучшим образом характеризует общее состояние среды и направленность микробиологических процессов в донных отложениях водоемов. Во-первых, величина ОВ-потенциала определяется рядом микробиологических процессов (редукция сульфатов, образование водорода, аэробные деструкционные процессы вообще); во-вторых, по его величине можно судить, какие бактериальные процессы могут протекать в данных условиях — строго аэробные, анаэробные или промежуточные. Некоторые

из них, например денитрификация, могут осуществляться в широком диапазоне ОВ-потенциала, другие идут только в строго анаэробных условиях - образование метана.

Косвенно или прямо величины ОВ-потенциала зависят от многих факторов: наличия биогенных элементов и связанной с ними продукции органического вещества при фотосинтезе, интенсивности деструкционных процессов, глубины и аэрации водоема, присутствия сульфатов и продуктов их восстановления. Так, при высокой первичной продукции органического вещества, значительном содержании сульфатов и достаточной глубине почти всегда можно ожидать развития на дне сульфатредуцирующих бактерий и вследствие этого низких величин ОВ-потенциала.

Как указывает Хатчинсон [6], впервые для характеристики донных отложений озер этот показатель был использован Г.С. Карзинкиным и С.И. Кузнецовым. В настоящее время он применяется чаще всего микробиологами для характеристики иловых отложений и водной среды, особенно в меромиктических озерах [1, 2, 7]. Необходимо отметить, что некоторые теоретические и методические аспекты ОВ-потенциала ждут своего разрешения [5].

Кроме E_h преимущественно микробиологами используется показатель r_{H_2} как наиболее компактный (объединяет значения E_h и pH) и удобный, хотя против него есть теоретические возражения [4].

Летом 1973 г. определялся ОВ-потенциал в донных отложениях водоемов Кубы. Ил отбирали трубчатым стратометром нашей конструкции [3]. Отверстия на плексигласовой трубке при взятии ила закрывались шурупами, на место которых в дальнейшем при измерении вставлялись электроды.

Нами использовался проволочный гладкий платиновый электрод длиной 10 и диаметром 0.5 мм собственного изготовления. Платина впаивалась в тонкую стеклянную трубку с регистрирующим прибором ППМ-03М1. Этот электрод замыкался через ртутный мостик. Отсчет показаний производился после выдерживания электрода в илу в течение 5-10 мин. для выравнивания потенциала со средой. В качестве электрода-сравнения использовался насыщенный каломельный электрод. Проверка пригодности платиновых электродов производилась на смеси растворов железосинеродистого и железистосинеродистого калия по 3о Беллу [6].

После определения ОВ-потенциала из разных частей колонки отбирались кусочки ила по 5-7 г, из которых на дистиллированной воде приготавливалась густая болтушка, и в ней стеклянным электродом устанавливалась величина pH .

Расчет r_{H_2} проводился по формуле:

$$r_{H_2} = \frac{E + 247}{29} + 2 pH (20^\circ C),$$

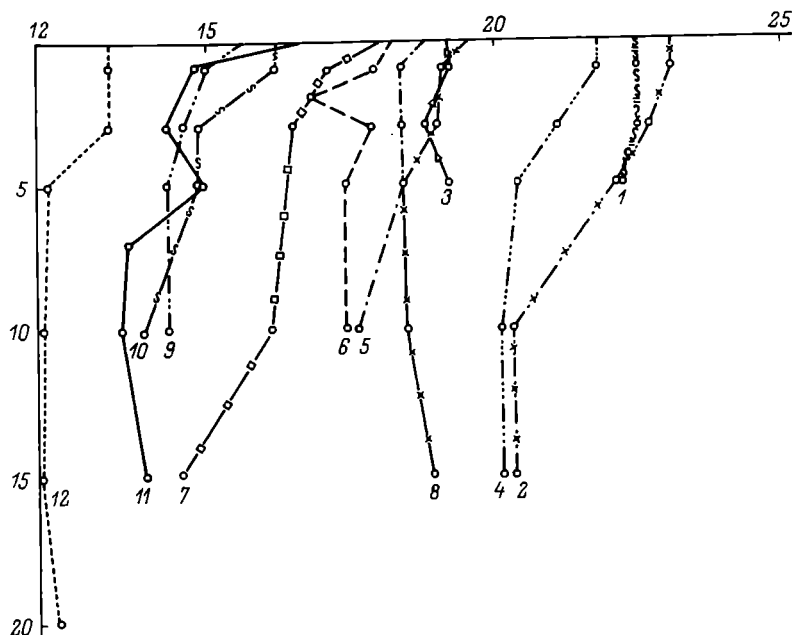
Содержание кислорода, продукция фитопланктона
и ОВ-потенциал в донных отложениях водоемов Кубы

Водоем	Глубина станции, м	Eh в илу на глуби- не 3 см от повер- хности, мв	Продук- ция фито- планкто- на по ^{14}C , мгС/л в сутки	Содержа- ние O_2 в придонном слое воды, мг/л
Водохранилища:				
Эль Пескero	4.5	+200	0.068	7.85
Санта-Барбара	4.5	+190	0.078	7.56
Лагуна Гранде	5	+170	0.068	Есть
Алькатрас Чико ...	4	+150	-	"
Гиберт	31	+130	0.119	0
Понтесуэла	10	+110	0.144	6.10
Карл-Мануэль-де- Сеспедес	15	+60	0.445	0
Рио-Москито	5	+40	0.50	7.14
Ольгин	8	+30	1.2	0
Химагуаю	9	0	0.70	0
Анабанилья	22	-10	0.173	0.25
Оз. Вае-де-Сан-Хуан (меромиктическое)	25	-60	0.09	0

где E — измеренный ОВ-потенциал пары электродов (платиновый и коллоидный), мв, 247 — потенциал насыщенного коллоидного электрода, мв, 29 — коэффициент концентрационных цепей ($1/2 \cdot 10^3$). Поскольку определение ОВ-потенциала в экспедиции обычно проводилось не при 20° , то величины, приведенные в числителе и знаменателе, заменялись на соответствующие из химических справочников.

Обследованные водоемы (в основном водохранилища) расположены в разных регионах Кубы и различаются как по гидрологическим и химическим показателям, так и по интенсивности биологических процессов. Они расположены в порядке снижения ОВ-потенциала в поверхностном слое ила (см. таблицу). Eh изменяется от +200 до -60. При этом наблюдаются следующие закономерности.

В водоемах с наиболее высоким ОВ-потенциалом наблюдаются самые низкие величины первичной продукции органического вещества в процессе фотосинтеза водорослей, а растворенный кислород присутствует во всей толще воды. ОВ-потенциал понижается в водоемах с более интенсивно идущими процесса-



Величины rH_2 в донных отложениях водоемов Кубы.

Водохранилища: 1 - Эль-Пескero, 2 - Санта-Барбара, 3 - Лагуна Гранде, 4 - Алькатрас Чико, 5 - Понтесуэла, 6 - Гиберт, 7 - Карл-Мануэль-де-Сеспедес, 8 - Рио Москито, 9 - Ольгин, 10 - Химагуаю, 11 - Анабанилья, 12 - оз. Вае-де-Сан-Хуан (меромиктическое). По оси ординат — глубина колонки ила от ее поверхности, см; по оси абсцисс — $-rH_2$.

ми фотосинтеза и в тех случаях, когда кислорода в придонных слоях воды мало или он совсем отсутствует. Последнее свидетельствует об активно идущих процессах бактериальной деструкции органического вещества ниже эвфотической зоны.

В двух случаях из приведенных результатов имеются исключения. Так, в водохранилище Рио-Москито потенциал низкий, продукция органического вещества высокая, и в то же время у дна имеется кислород. В противоположность этому водоему выделяется водохранилище Гиберт с обратными показателями.

Выше приведены величины rH_2 в толще иловых отложений от 0 до 15 см (см. рисунок). В разных водоемах его величины колеблются от 12 (меромиктическое оз. Вае-де-Сан-Хуан) до 22 (водохранилище Санта-Барбара). С глубиной в илу потенциал также снижается — в некоторых водоемах резко (Санта-Барбара), в других незначительно (Рио-Москито).

Необходимо отметить, что на характер биологических процессов в донных отложениях водоемов Кубы накладываются два фактора. При высокой температуре воды (около 30°) микробиологические процессы деструкции в воде протекают настолько интенсивно (температура близка к оптимальной для многих бактерий), что при значительной глубине водоема в донные отложения попадает очень мало органических веществ, так как они „сгорают” в толще воды. В период дождей ложе некоторых водохранилищ промывается так интенсивно, что по существу уносится весь детрит, вследствие чего донные отложения обедняются органическим веществом.

Таким образом, в целом ОВ-потенциал хорошо увязывается с продуктивностью водоемов и микробиологическими процессами потребления кислорода на деструкцию органического вещества. Самые низкие величины Е_h наблюдаются в меромиктическом озере, где интенсивно протекают процессы редукции сульфатов, что и было нами установлено с помощью ³⁵S.

Л и т е р а т у р а

1. Горленко В.М., Чеботарев Е.Н., Качалкин В.И. Микробиологические процессы окисления сероводорода в оз. Вейсовом (Славянские озера). - Микробиол., 1974, т. 43, вып. 3, с. 530-534.
2. Кузнецов С.И., Романенко В.И. Окислительно-восстановительный потенциал в поверхностных слоях иловых отложений озер разного типа. - ДАН СССР, 1963, т. 151, № 3, с. 679-682.
3. Романенко В.И. Микробиологическое обследование Онежского озера, Выгозерского водохранилища и озер Беломорско-Балтийского канала. - Микробиол., 1965, т. 34, вып. 2, с. 350-356.
4. Hayes F.R. 1958. Lake water and Sediment. II. Oxidation-reduction relations at the mudwater interface. - Limnol. a. Oceanogr., vol. 3, p. 308-317.
5. Hayes F.R., Reid B.L., Cameron M.L. II. Oxidation-reduction relation at mud-water interface. - Limnol. a. Oceanogr., 1958, vol.3, N3, p. 308-317.
6. Hutchinson G.E. A Treatise on Limnology. 1. New-York-London, 1957. 1015 p.
7. Olah Janos. Measurement of the reduction ability of natural Waters and sediments; a simple limnological method, Annales Instituti Biologica (Tihany) Hungaricae Academiae Scietiarum, 1970, vol. 37, p. 209-222.

Департамент экологии леса, Куба
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

ИНФОРМАЦИИ

Сессия годовичного собрания Комиссии АН СССР по раз- работке проблем охраны природных вод (М.М. Камши- лов)	3
Об экспедиции по маршруту Волга-Кама (А.С. Литвинов)	4

СООБЩЕНИЯ

Н.В. Б у т о р и н. О некоторых задачах экологии водое- мов	7
А.С. Л и т в и н о в, Т.М. М а р ч е н к о. Гидрологиче- ская характеристика Волги и Камы летом 1975 г.	9
Ю.В. Л а р и о н о в, А.С. Л и т в и н о в, С.И. Т р е т ь я - к о в а. Гидрохимическая характеристика Волги и Камы в августе 1975 г.	13
И.К. С т е п а н о в а. Кремний и железо в воде камских водохранилищ	16
Э.С. Б и к б у л а т о в, Е.М. Б и к б у л а т о в а. Харак- теристика растворенного органического вещества в воде Волги, Камы и некоторых водохранилищ	20
Ю.В. Л а р и о н о в, Н.И. М е л ь н и к о в а. Сравни- тельные данные по биохимическому потреблению кислорода в водах волжских и камских водохранилищ	23

В.М.Кудрявцев. Потребление кислорода и деструкция органического вещества в воде Камы и ее водохранилищ	27
В.И.Романенко, А.Г.Бакулина. Содержание и скорость потребления микроорганизмами одноатомного фенола в воде Волги и Камы	30
А.Н.Дзюбан. Деструкция органического вещества в донных отложениях водохранилищ Волги и Камы . . .	33
А.Н.Дзюбан. Микрофлора донных отложений водохранилищ Волги и Камы	37
• В.И.Артёменко. К флоре Камского водохранилища	41
Г.В.Кузьмин, А.Г.Охапкин. Фитопланктон р. Камы в летнюю межень 1975 г.	45
А.Г.Охапкин, Г.В.Кузьмин. Сапробность вод Волги и Камы	49
Б.Ф.Жуков. Зоофлагеллаты в планктоне Камы и ее водохранилищ	52
Н.П.Поскрякова. Зоопланктон Камы в августе 1975 г.	57
Н.П.Поскрякова. О нахождении <i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874) и <i>M. macrocopa</i> (Straus, 1820) в водохранилищах Камы	61
Н.А.Изюмова, А.В.Маштаков, В.В.Кашковский. Паразитофауна основных видов рыб Камского водохранилища	64
А.В.Маштаков, Л.Г.Тимошечкина, Л.Г.Волкова, Т.И.Жарикова. Паразитофауна рыб Воткинского водохранилища	68
Н.А.Изюмова, А.В.Маштаков, Л.Г.Тимошечкина. Сравнительная характеристика паразитофауны рыб Камы, Чусовой и Камского водохранилища	71
Г.Ф.Костарев. Заражение леща и судака Камского водохранилища <i>Paraergasilus rylowi</i> , Markewitch, 1937	76

И.М.Б а л о н о в, С.И.Г е н к а л. Простой способ измерения объекта в электронном микроскопе трансмиссионного типа	77
М.П е р е с Э й р и с, В.М.Р о м а н е н к о, В.М. К у д р я в ц е в, М.А в р о р а П у б и е н е с. Окислительно-восстановительный потенциал в донных отложениях водоемов Кубы	80

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 36

Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.М. Маковская

Технический редактор Е.В.Кирилина

Корректор Ж.Д. Андропова

Подписано к печати 10.10.77. Формат 60 x 90 1/16. Бумага № 1.

Печ. л. 5 1/2.=5.50 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 5.46. Изд. № 6692.

Тип. зак. № 839. . М-26525. Тираж 1100. Цена 40 к.

Ленинградское отделение издательства „Наука“

199164, Ленинград, В-164, Менделеевская линия, д. 1

1-я тип. издательства „Наука“

199034, Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

