

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Институт биологии внутренних вод
Научный Совет по проблемам гидробиологии, ихтиологии
и использования биологических ресурсов водоемов

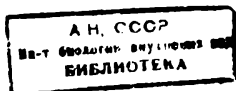
Всесоюзное Гидробиологическое Общество

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Ихтиологическая комиссия

ВТОРАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ВОДОЕМОВ
БАССЕЙНА ВОЛГИ
„ВОЛГА-2“

31.300



ОТВЕЧАЮЩИЙ РЕДАКТОР
В. И. ПОМАНИНКО

КОНФЕРЕНЦИЯ «ВОЛГА-2»

Со дня проведения конференции «Волга-1» прошло 6 лет. За это время накопились новые данные по изучению Волги, в проблемы сохранения чистой воды и комплексного использования водохранилищ волжского бассейна приобрели особую актуальность. На предстоящей конференции предполагается рассмотреть более узкий круг вопросов по продукции и трансформации органического вещества гидробионтами, которые оказывают влияние на качество воды, а также оценке запасов, воспроизводства и сохранения ее рыбных богатств. При этом Оргкомитетом было принято во внимание то, что в 1975 г. предполагается проведение конференции «Волга-3» в г. Перми.

В соответствии с вышесказанным, конференцию «Волга-2» предполагается провести несколько по иному. Рассмотрение и обсуждение основных проблем будет сосредоточено вокруг 23 докладов, которые были заказаны Оргкомитетом ведущим специалистам. После серии докладов будут заслушаны фиксированные выступления с демонстрацией данных в подтверждение или опровержение того или иного положения основных докладов. По мнению Оргкомитета это позволит сосредоточить внимание на основных вопросах и обсудить их более тщательно.

Мы надеемся, что конференция в целом пройдет успешно, и встречи специалистов будут полезными.

Оргкомитет.

Г. В. НИКОЛЬСКИЙ

О ЗАДАЧАХ БИОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КОМПЛЕКСНОГО РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Человеческое общество, развиваясь, неминуемо изменяет окружающую природу. Если воздействие его будет осуществляться стихийно, то оно может превратить лик Земли в пустыню, если сознательно — то человечество может обеспечить для себя благоприятную среду и высокую продуктивность биосферы.

Водные ресурсы, составляя необходимый элемент среды человека, требуют для своего сохранения и рационального использования комплексного ведения хозяйства. В разработке научных основ ведения рационального комплексного водного хозяйства существенное место занимают биологические проблемы, над которыми должны интенсивно работать гидробиологи, ихтиологи и биологи ряда других специальностей.

Основные биологические проблемы, которые подлежат разработке, группируются вокруг обеспечения человечества чистой водой и пищей, получаемой с водоемов. Обе эти задачи взаимосвязаны и собственно «чистая вода» и «продуктивность» — это две стороны единой проблемы водопользования. Однако задача биологии, как хорошо известно, не ограничивается только этими двумя проблемами. Очень важные задачи стоят перед биологией в связи с решением ряда медицинских проблем, обростающих живыми организмами подводных предметов и пр.

Процесс эвтрофикации обеспечивает повышение продуктивности водоемов, но в то же время при неправильном ведении хозяйства приводит к ухудшению качества воды и затрудняет водоснабжение. Задача биологов — разработка такой формы хозяйства, при которой путем изъятия полезной биопродукции обеспечивается улучшение качества вод и сам-

тарного состояния водоема в целом. Очень важный круг биологических проблем связан с разработкой методов подготовки воды, таких, которые обеспечили бы ее обработку наиболее эффективно при минимальном расходе дефицитных веществ (коагулянты, активированный уголь и пр.). По-видимому, перспективным в этом отношении является использование «раздельной поликультуры», при которой обеспечивалось бы изъятие из воды максимального количества органических веществ.

Огромный круг биологических проблем связан с развитием теплоэнергетики. Необходимо разработать методы получения максимальной продукции с водоемов-охладителей, при одновременной очистке их от зарастания, и обеспечении хорошего качества возвратных вод. Видимо, в первую очередь на теплых водах перспективно введение индустриальных методов выращивания рыбы, что связано с необходимостью разработки широкого круга эколого-физиологических проблем.

Широкий круг биологических вопросов связан с сбросом отработанных теплых вод в естественные водоемы и водотоки. Необходимо выяснить характер сдвигов в биологических циклах у гидробионтов, изменения в динамике их популяций и характера перестройки, происходящей в экосистемах водоемов, в которые осуществляется сброс. На основе этих данных должна быть разработана система мероприятий, обеспечивающих комплексное ведение водного хозяйства в условиях измененного термического режима.

Большой комплекс биологических проблем связан с построением рационального комплексного хозяйства на водохранилищах. Это вопросы повышения продуктивности водохранилищ и обеспечения разумной эксплуатации их ресурсов, вопросы использования подтопляемой и затопляемой зоны, включая и решение ряда медицинских проблем. К этому же кругу вопросов относятся исследования, обеспечивающие благоприятные рекреационные условия на водохранилищах.

Обеспечение высокой продуктивности стад проходных и полупроходных рыб в условиях зарегулированного стока требует решения широкого круга биологических вопросов: совершенствование биотехники рыбоводства, разработка эффективных конструкций искусственных перестилей для проходных и полупроходных рыб, комплекс мелноразмерных работ и пр.

Развитие ирригационного хозяйства связано с решением большого комплекса биологических вопросов. Это в первую очередь вопросы биомелиорации ирригационных систем и использования их в качестве рыбохозяйственных угодий. Важно развитие исследований, связанных с расширением по-

ренов риса, а также и ряда вопросов сельскохозяйственной гидробиологии.

Очистка вод требует также решения многих биологических проблем и в первую очередь круга вопросов, обеспечивающих «превращение зла в добро», т. е. получение за счет сбросов органики в водоемы полезной биопродукции и обеспечение снижения загрязнения вод. С проблемой загрязнения водоемов связаны вопросы утилизации, трансформации, деструкции и аккумуляции токсикантов гидробионтами, совершенствования методов биологической очистки вод.

Биоповреждения конструкций стационарных и подвижных сооружений, обрастания водоводов и других предметов ставит ряд очень крупных вопросов перед технической гидробиологией, от разрешения которых в очень многом зависит как эффективность работы гидросооружений, так и транспорта.

Особо следует остановиться на круге биологических проблем, связанных с режимом и эффективностью действия водоохранной зоны. Естественно, что в первую очередь это геоботанические и биогеографические вопросы. Сюда же относятся и проблемы биостока и ряд медикобиологических вопросов.

Подытоживая вышесказанное, следует отметить, что как в построении водного хозяйства, так и в решении связанных с этим вопросов биологии нужна комплексность, нужна взаимная увязка. Биологические проблемы, дающие научную основу для создания высокоэффективного комплексного водного хозяйства - это взаимосвязанные проблемы, которые не могут разрабатываться оторванно одна от другой, а должны быть взаимно увязаны. Обеспечение взаимной увязки разрабатываемых биологических проблем - это очень важная задача как академических учреждений, так вузов и отраслевых институтов.

Московский Государственный университет

Н. В. БУТОРИН, М. А. ФОРТУНАТОВ

ВОДОХРАНИЛИЩА ВОЛГИ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА, КАК ФАКТОРА, ОБУСЛОВЛИВАЮЩЕГО БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Водные ресурсы Волги в средний по водности год оцениваются примерно в 240 км³. Волжский сток в значительной мере зарегулирован и суммарный полезный объем водохранилищ составляет около 80 км³. В результате затопления русловых и пойменных участков реки, а в отдельных случаях

частично и коренных склонов долины образовались водоемы необычной конфигурации с очень сложным рельефом дна.

При решении задач освоения водохранилищ существенное значение представляют сведения о всей совокупности гидрологических процессов, протекающих в этих водоемах. Раскрытие общих связей и зависимостей в комплексе гидрологических процессов, характеризующих водохранилища, как географический объект, имеет не только самостоятельное значение, но и важно для изучения таких проблем, как круговорот органического вещества, загрязнения, особенности продукционных процессов экосистем.

В результате многочисленных исследований стало очевидным, что комплекс гидрологических процессов в водохранилищах глубоко и принципиально отличается от естественных водоемов и водотоков. Гидрологический режим водохранилищ мало общего имеет с гидрологическим режимом реки и лишь в отдельных чертах имеет сходство с таковыми озер. Эти различия проявляются прежде всего в морфометрии, формировании и характере донных отложений, динамике вод, температурном режиме, структуре водных масс.

При значительной протяженности бассейна Волги с севера на юг волжские водохранилища располагаются в различных природных условиях, что обуславливает сезонные особенности изменения гидрологических характеристик, характер берегов и затопляемых угодий, формирование грунтового комплекса. В процессе формирования донных отложений искусственных водоемов, находящихся на ранних стадиях развития, важную роль играет абразионная деятельность водной массы. Количество грунтообразующего материала за счет размыва ложа водоема в крупных озеровидных водохранилищах и расширенных участках долинных водохранилищ соизмеримо с количеством вещества, поступающего в водоем при абразии берегов.

Большая часть взвешенного вещества, поступающего в водохранилища и образовавшегося в них, аккумулируется на дне водоемов, образуя вторичные донные отложения. Средний годовой темп осадконакопления за три десятилетия существования верхневолжских водохранилищ характеризуется величиной 0,2 см/год. Вторичные донные отложения являются существенной составной частью грунтового комплекса водохранилищ. Кроме них, грунтовой комплекс этих водоемов включает первичные грунты, сохранившиеся после затопления пелазенной почвы, и трансформированные грунты - почвы, подвергшиеся в условиях затопления существенным изменениям. Условия формирования грунтового комплекса и доля участия отдельных грунтообразующих факторов имеют свои особенности в каждом водохранилище.

Бассейны отдельных водохранилищ волжского каскада, располагаясь в различных природных и климатических условиях, существенно различаются и по гидрографическим показателям. Речная сеть в них развита неравномерно. Южнее 50° с. ш. Волга практически не имеет притоков и весь сток поступает с верховьев. Так, в Волгоградском водохранилище среднегодовой объем стока боковой проточности составляет около 3% от волжского. Поскольку водосборная площадь является главным источником обогащения водохранилищ органическим веществом, особенности питания их речными стоками играют важную роль в развитии биологических процессов.

Основная роль в питании рек бассейна принадлежит снежному покрову. Сток половодья в среднем по многолетним данным для района Рыбинского водохранилища составляет 54% от годового, летне-осеннего периода — 30%, а зимнего — 16%. В Волгоградском водохранилище заметно больше, чем в Рыбинском, доля весеннего стока — 65% и меньше летне-осеннего — 22%. Речной сток является основной составляющей приходной части водного баланса водохранилищ. В расчетной части его преобладает суммарный сброс воды через сооружения гидроузлов. Водный баланс волжских водохранилищ существенно отличается не только от баланса естественных водоемов, но и имеет особенности в отдельных водохранилищах. Они проявляются прежде всего в интенсивности водообмена и изменениях уровня. Так, Ивановское и Угличское водохранилища характеризуются высоким водообменом. В первом из них условный объем воды обновляется за 26 дней, а во втором примерно раз в месяц. В Рыбинском водохранилище интенсивность водообмена примерно в 7 раз меньше.

Наряду с общими чертами в изменениях уровня: сравнительно быстрым подъемом в период наполнения, наиболее высоким положением в конце его и в течение летне-осеннего периода, минимальными отметками в предполоводный период, наблюдаются и существенные различия. Если уровень в некоторых водохранилищах в летне-осенний период характеризуется относительной стабильностью, то в других таковой не наблюдается. Это относится не только к его сезонным изменениям, но и межгодовым. С его колебаниями связаны размеры зоны временного затопления. Залитие и осушка прибрежных участков суши и колебания глубин в связи с изменениями уровня оказывают большое влияние на условия обитания водных животных и растений.

В ряде водохранилищ интенсивное развитие получили волновые процессы. В Центральной части Рыбинского водохранилища зарегистрированы волны высотой свыше 2,5 м.

в расширенной части Горьковского до 2,2 м, на Куйбышевском 3,2 м. Под воздействием волнения происходит перемешивание водной массы, размыв берегов и участков дна водохранилищ, расположенных в пределах зоны его действия. Волнение является одной из основных форм гидродинамической активности водных масс в водохранилищах.

Зависимость естественной продуктивности водохранилищ от гидродинамической активности водных масс и интенсивности водообмена общезвестны. Численность руководящих видов водорослей, высших водных растений и характер их распределения в водоеме, как и водных беспозвоночных, поведение рыб в значительной мере связаны с особенностями скоростного режима. Наличие и распространение на значительных участках водохранилищ стоковых течений, проникновение их на глубину и даже до дна оказывает не только непосредственное влияние на живые организмы, но и на формирование донных отложений, прозрачность воды, температурные условия. В озеровидных водохранилищах и на приплотинных участках долинных водохранилищ роль стоковых течений в развитии биологических процессов усиливается под влиянием ветрового фактора.

Особенности гидродинамической активности водных масс в водохранилищах оказывают влияние на оптические характеристики вод. В условиях замедленного течения, а иногда и полного отсутствия его, взвешенные вещества оседают на дно водоема, мутность воды резко уменьшается, а прозрачность увеличивается. Повышение прозрачности воды при благоприятных температурных условиях способствует утилизации солнечной энергии, продуцированию органического вещества.

Большое влияние на развитие биологических процессов в водохранилищах оказывают температурные условия. В отличие от реки, вскрытие водохранилищ происходит позднее, наблюдаются существенные различия в температуре воды отдельных участков и водохранилищ в целом, в зоне подпора отчетливо прослеживается температурная стратификация. На фоне сезонных изменений температуры в водохранилищах различия в температуре отдельных участков одного и того же водоема могут быть весьма существенны и сохраняются продолжительное время. Неоднородность в распределении температуры воды по акватории водохранилищ влияет на развитие планктонных организмов, на нерест рыб. Несогласованность температуры и уровня, особенно в период весеннего наполнения водохранилищ, нарушает синхронность воздействия основных абиотических факторов, влияющих на процессы воспроизводства некоторых видов промысловых рыб.

Особенно тяжелые условия создаются для тех фитофильных видов, которые выметывают икру на стебли водных

растений в период наполнения водохранилища. Резкие различия режима заполнения в разные годы приводят к тому, что многие годы оказываются неблагоприятными для воспроизводства, т. е. неурожайными. Отсутствие возможности нормально выметать икру на необходимый субстрат отрицательно сказывается на физиологическом состоянии рыб, идущих на нерест. В маловодные годы, когда сильно сокращаются площади, пригодные для нереста, у многих производителей происходит перерождение невыметанной икры.

С сезонной изменчивостью температуры воды и донных отложений в водохранилищах связано не только развитие биологических процессов — изменение видового состава, биомассы и продукции фито- и зоопланктона, но и скорость минерализации продуцируемого органического вещества, способность подоемов к самоочищению.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

*С. М. ДРАЧЕВ, А. А. БЫЛИНКИНА, Н. А. ТРИФОНОВА,
Н. А. КУДРЯВЦЕВА*

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВОЛГИ

В настоящем сообщении сделана попытка оценить некоторые виды антропогенного воздействия на солевой состав и содержание элементов в воде Волги. Здесь главным образом рассматривается влияние бытовых сточных вод, состав которых наиболее изучен. Приведены также некоторые соображения о влиянии производственных сточных вод. Эта сторона вопроса, в особенности в отношении биогенных элементов, изучена слабо. Значительные трудности представляет оценка воздействия обработки и удобрений полей на химические изменения поверхностного стока с площади водосбора. Вопрос о глобальном сульфатировании поверхностных вод атмосферными выпадениями не рассматривается.

При заполнении волжских водохранилищ ведущую роль играет половодье. Преобладающая часть стока внешних вод формируется в зоне южной тайги и смешанных лесов. На площади водосбора распространены почвы различной степени оподзоливания и заболачивания. В табл. 1 дано содержание ингредиентов солевого состава и биогенных элементов в внешних и городских сточных водах. Используются данные о химическом составе вод, заполнивших весной Моложский плес Рыбинского водохранилища, площадь водосбора которого

Таблица 1

Химический состав весеннего речного стока и городских сточных вод

	Средний состав, мг/л									
	катионы					анионы				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	
Городские сточные воды (а)	67.6	24.8	42.9	250.0	22.5	180.1	114.7	437.1	0.09	
Вешние воды (б)	24.6	8.2	0.2	2.6	0.8	40.5	2.5	32.1	0.01	
Отношение а б	2.7	3.5	214	96	30	2.2	45.8	14	9	
	Биогенные элементы									
	звот, мг/л					фосфор, мг P/l				
	N _{общ}	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻		P _{общ}	PO ₄ ³⁻	кремний Si, мг/л	железо Fe, мг/л	органические вещества
Городские сточные воды (а)	48.9	42.9	0.007	0.09		2.3	1.5	1.96	5.0	перманганатная окисляемость, мг O ₂ /л
Вешние воды (б)	0.9	0.2	0.002	0.01		0.04	0.01	1.26	0.2	
Отношение а б	56	214	3.5	9		64	150	1.6	25	
										БПК ₅ , мг O ₂ /л
										76.4
										1.5
										52

в общем сохранила природный характер. Данные о составе сточных вод относятся к городским сточным водам, прошедшим механическую очистку.

Даже в крупных городах на Волге сброс городских сточных вод редко превышает 1 м³/сек. При обычных расходах Волги — сотни и тысячи м³/сек. — определить влияние стоков на содержание в речной воде того или иного ингредиента из-за большого разбавления далеко не всегда возможно. В условиях зарегулированного водоема определение ареала распространения сточных вод является весьма сложной задачей, часто практически неразрешимой. Например, аналитически установить влияние добавки органического вещества по окисляемости практически невозможно. Сбросы сточных вод фактически не оказывают влияния на содержание кальция и магния. Более эффективно определение натрия и хлоридов. Определение влияния сбросов сточных вод на содержание органического азота мало показательно. Более резко различие в содержании аммонийного азота в сточной и речной воде, но переход этого соединения в окисленную и органическую форму усложняет оценку результатов исследований. Для учета влияния стоков на биогенные элементы наиболее подходящим является общий фосфор, методика определения которого в настоящее время достаточно проста. В данном сообщении в основном использованы материалы по верхневолжским водохранилищам за период 1963—1973 гг. Ивановское, Угличское и Волжский плес Рыбинского водохранилища заполняются в основном водами Волги в период половодья. Сток Шексны и Мологи заполняет соответствующие плесы Рыбинского водохранилища и вместе с малыми местными реками формирует водные массы Центрального плеса. Последний составляет около 70% от объема Рыбинского водохранилища.

Таблица 2

Содержание общего фосфора в водохранилищах Верхней Волги
в осенний период (мкг Р/л)

Водохранилище	1968	1970	1971	1972	1973	Среднее
Ивановское	103	68 ± 5	76 ± 7	58 ± 2	67 ± 3	74
Угличское	96	79	69	50	—	74
Рыбинское - Волжский плес	100	73	77	65	78	79
Рыбинское - без Волжского плеса	—	41 ± 2	44 ± 3	32 ± 4	44 ± 7	40

Содержание общего фосфора в верхневолжских водохранилищах приведено в табл. 2. Как видно из таблицы, в водохранилищах, питаемых волжской водой, содержание обще-

го фосфора за все годы наблюдений было примерно в 2 раза выше, чем в той части Рыбинского водохранилища, водные массы которой в этот период сформированы в основном стоком северных рек. За все годы наблюдений весенний сток волжского водосбора был также значительно более богат азотом, как общим, так и особенно минеральным. В последнем преобладала окисленная форма — нитраты.

Если принять средний объем волжского стока в период половодья равным 5.9 км^3 , содержание общего фосфора 76 мкг/л и общего азота — 1.55 мг/л , сток общего фосфора и азота за этот период составит 448 т и 9.1 тыс. т .

Исходя из разности между концентрациями фосфора и азота в Волжском стоке и стоке северных рек, примерно половину этого количества можно отнести за счет окультуренности почв волжского водосбора (212 т и 4.1 тыс. т).

В стоке канализации г. Калининна среднее содержание фосфора было довольно устойчивым — 2.3 мг/л . При объеме стока канализации за период половодья 6 млн м^3 общая сумма сбросов фосфора в этот период равна 28 т , азота — 587 т . Таким образом, в период весеннего половодья количество фосфора и азота в городском сбросе канализации составляет 6% от поступления с речным стоком.

При содержании в меженном стоке Волги общего фосфора 20 мкг/л , общего азота 0.85 мг/л и объеме стока 3.1 км^3 поступление этих элементов за период межени составит 62 т и 2.6 тыс. т соответственно. Сброс биогенов со стоками городской канализации за этот период для фосфора равен 140 т , для азота — 2.9 тыс. т , что более, чем в 2 раза, превышает речной сток фосфора и несколько больше речного стока азота. Соответствующим образом можно рассчитать поступление фосфора и азота из различных источников в Рыбинское водохранилище. При объеме волжского плеса в 3 км^3 и содержании фосфора 74 мкг/л , азота — 1.64 мг/л общий запас составит 222 т и 4.9 тыс. т соответственно. В остальной части Рыбинского водохранилища при объеме 22 км^3 и среднем содержании фосфора 40 мкг/л и азота — 1.15 мг/л общее количество фосфора и азота равно 880 т и 25.3 тыс. т . Суммарно во всем водохранилище находилось 1100 т фосфора и 30.2 тыс. т азота. Головой сброс г. Череповца ($P=66 \text{ т}$, $N=0.95 \text{ тыс. т}$) и г. Калининна ($P=168 \text{ т}$, $N=3.5 \text{ тыс. т}$) составляет 234 т фосфора и 4.45 тыс. т азота. Таким образом, от общего содержания фосфора и азота в Рыбинском водохранилище сброс городских сточных вод дает 21 и 15% . Как указывалось выше, дополнительное поступление с окультуренных полей принято нами 212 т фосфора и 4.1 тыс. т азота. Эти количества составят 19 и 14% от общего содержания этих элементов в Рыбинском водохранилище.

На режим биогенных элементов Волги в среднем течении существенное влияние оказывает сток р. Оки.

Основное количество соединений фосфора поступает в Оку с городскими сточными водами через Москву-реку. В нижнем течении Москвы-реки средняя концентрация составляет 850 мкг Р/л. При расходе воды 100 м³/сек суммарный сброс в Оку составит 7.3 т в сутки. Содержание общего фосфора в Оке выше устья Москвы-реки — 70 мкг Р/л. Если принять эту величину, как характерную для всего бассейна, то в устьевом участке реки при расходе воды 70 м³/сек «фоновое» поступление общего фосфора составит 4.2 т в сутки. В сумме два указанных источника дают 11.5 т/Р в сутки — величину, весьма близкую к фактически полученной в устьевом участке Оки. (Содержание фосфора в воде — 200 мкг/л при среднем расходе 700 м³/сек дает 12 т/Р в сутки). При смешении окской воды с относительно бедными водами Горьковского водохранилища пропорционально расходам среднее содержание общего фосфора в проектируемом Чебоксарском водохранилище составит летом 75 мкг Р/л. Эта величина близка к концентрациям, найденным в Волге выше г. Чебоксары в летний период.

Основанием для установления влияния городских сточных вод могут служить результаты многолетних исследований на р. Москве ниже г. Москвы. Путем определения содержания биогенных элементов и ингредиентов солевого состава в сопоставлении с расходами воды получены данные об общем сбросе отдельных элементов в абсолютных величинах. Эти данные характеризовали суммарный эффект воздействия как городской канализации, так и поверхностного стока с территории города. Путем деления полученных величин на численность городского населения установлен сброс биогенных элементов на одного жителя. До 1964 г. значение этой величины для фосфора составило 0.7 г, для азота 8 г в сутки на 1 жителя. Эти величины близки к нормам физиологического обмена элементов в организме человека. Для таких элементов как натрий и хлор сброс в канализацию оказался значительно выше этих норм, что объясняется поступлением в городскую канализацию производственных сточных вод. По данным наблюдений, в последние годы (1970–1973) нормы сброса фосфора городскими канализациями повысились до 1 г в сутки на 1 жителя. Эта величина принята нами для дальнейших ориентировочных подсчетов суммарного воздействия городских стоков на содержание фосфора в волжских водах в нижнем течении и на всем протяжении реки.

Численность населения крупных городов прибрежной зоны Волги и главных притоков на участке от г. Калинин до Горьковской плотины составляет 1.5 млн. При среднем мно-

голетнем расходе воды у Горьковской ГЭС 146 млн. м³ в сутки увеличение концентрации фосфора за счет городских стоков составит 10 мкг Р/л. При минимальных расходах эта величина возрастает до 22 мкг/л. У г. Чебоксары при численности населения прибрежных городов Волги, Оки и Москвы-реки 10.8 млн. жителей прибавка антропогенного фосфора, при среднем многолетнем расходе, равна 34 мкг/л, при минимальных расходах — 48 мкг/л. Увеличение содержания фосфора за счет прибрежных городов выше г. Куйбышева при среднем многолетнем расходе 0.7 км³/сутки составит 20 мкг/л, при минимальном расходе — 34 мкг/л. Снижение прибавки антропогенного фосфора ниже г. Куйбышева по сравнению со створом у г. Чебоксары связано с возрастанием водности Волги после впадения Камы. Численность городского населения на берегах Камы и Белой 2 млн. При большом расходе воды в устье Камы повышение общего фосфора за счет городских стоков находится в пределах 6–7 мкг/л. Фактическое содержание общего фосфора выше г. Куйбышева составляет 78 мкг/л, у г. Чебоксары — 62 мкг/л (Гусева, 1972). Прибавки антропогенного фосфора составляют соответственно 25 и 50% от этих величин.

Городское население в прибрежных городах Волги, Оки и Камы, общей численностью 17 млн. человек, обеспечивает сброс общего фосфора в количестве 17 т в сутки. При среднем расходе Волги в нижнем течении 8000 м³/сек. «городской» фосфор составит 24 мкг/л, что превышает половину содержания общего фосфора в весеннем речном стоке лесной зоны.

При аналогичном методе расчета «городской» азот в створе выше г. Куйбышева при среднем расходе 0.7 км³/сутки равен 0.22 мг/л, что соответствует 13% от фактического содержания общего азота (1.71 мг/л; Гусева, 1972).

Учет численности городского населения и физиологических норм сброса позволяет также оценить влияние городских сточных вод на некоторые компоненты солевого состава. При норме сброса натрия — 6 г и хлора — 9 г на одного жителя в сутки увеличение концентрации в нижнем течении Волги выше Куйбышева составит 0.22 и 0.32 мг/л соответственно.

Данные о солевом составе в створах у Горьковской и Куйбышевской ГЭС приведены в табл. 3.

Таблица 3

Некоторые компоненты солевого состава Волги. Лето 1966 г.

Створ	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺
	мг/л				% -ов.			
Ниже Горьковской ГЭС	2.7	13.4	3.1	1.4	2.5	13.4	4.1	1.3
У Куйбышевской ГЭС	27.0	30.0	13.2	2.4	13.1	17.0	9.8	1.0

Как видно, в створе у Куйбышева резко возрастает содержание хлоридов, сульфатов и натрия. Увеличение хлор-иона и натрия во много раз превышает прибавку, рассчитанную по физиологической норме. Последнее указывает на решающую роль промышленных сточных вод в изменении состава растворенных солей. Аналогичное изменение солевого состава имело место в верхнем течении Волги ниже выпуска сточных вод г. Калинин. В настоящее время наиболее четко оно выражено на участке реки Москвы ниже города, где сумма двухвалентных катионов снизилась с 35 до 17, а сумма одновалентных катионов повысилась с 35 до 15%-экв. В составе анионов относительное содержание бикарбонатов понизилось вдвое, %-эквивалентное содержание хлора повысилось с 9 до 14, а сульфат-иона с 12 до 21. Очевидно, общей тенденцией изменения солевого состава Волги под влиянием сточных вод является переход природных карбонатно-кальциевых вод в сульфат-хлорид-натриевые.

Таким образом, сброс городских и промышленных сточных вод влияет на содержание биогенных элементов и основной солевой состав Волги на всем протяжении. Наибольшее значение имеет относительное повышение содержания фосфора и в меньшей степени азота. Основным фактором изменения состава растворенных солей являются промышленные сточные воды. Влияние обработки и удобрения полей площади водосбора подлежит дальнейшему изучению.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Ю. И. СОРОКИН, А. В. МОИЖКОВ

ОСОБЕННОСТИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА И ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ОРГАНИЗМОВ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В числе главных особенностей продукционного процесса протекающего в водохранилищах Волги, следует отметить следующие. Первичная продукция в этих водохранилищах составляет 60–150 г С/м² в год, т. е. отвечает уровню мезотрофных водоемов. Продукция создается, главным образом, в период «цветений» диатомовых (весна и осень) и синезеленых (лето и осень) планктонных водорослей, которые образуют цепобинальные формы. Последние непосредственно слабо используются зоопланктоном и включаются в пищевую цепь преимущественно через промежуточные звенья бактерий и простейших со значительной потерей энергии вследствие удлине-

ния пищевой цепи. В связи с этим в водохранилищах наблюдается значительное развитие и высокая продукция бактериопланктона и простейших. Биомасса бактерий в водохранилищах составляет в среднем $0.5-1.5 \text{ г/м}^3$ в сыром весе, что всего в 1.5-2 раза ниже биомассы фитопланктона. Продукция биомассы бактерий составляет $3-6 \text{ г/м}^2$, что близко к первичной продукции фотосинтеза фитопланктона. Источником энергии для бактериальной продукции, наряду с органическим веществом фитопланктона, служит также и аллохтонное органическое вещество, поступающее со стоком с суши. В процессе бактериальной деструкции аллохтонной органики создается около половины всей бактериальной продукции. Эта часть бактериальной продукции эквивалентна первичной продукции фитопланктона, поскольку она создается за счет внешнего по отношению к экосистеме водоема источника энергии. Таким образом, следует считать, что первичная продукция в водохранилищах Волги на 30-50% выше, чем измеренная продукция фотосинтеза.

Продукция зоопланктона в водохранилищах Волги составляет в среднем $15-30 \text{ г/м}^3$ при годовом коэффициенте П/Б между 10 для мезозоопланктона и 60-100 для микрозоопланктона. Значительную долю последнего наряду с колониальными и велигерами составляют инфузории. Они дают всплески массового развития в периоды отмирания фитопланктона после его «цветений», когда за счет использования вещества отмирающего фитопланктона увеличивается биомасса бактериопланктона. Таким образом, микрозоопланктон наряду с бактериальным населением служит в водохранилищах основным источником формирования кормовой базы для мезозоопланктона и фильтрующего бентоса.

Экспериментальным путем установлено, что бактериопланктон при его концентрациях, близких к таковым в водоеме, обеспечивает полноценный рацион для большинства фильтрующих форм мезо- и микрозоопланктона. Аккумуляция бактериальной органики осуществляется в открытых частях водоема массовыми фильтраторами *Cladocera*, диаптомидами, донными остракодами, сфериндами и некоторыми личинками хирономид; в прибрежье — большинством хидрид, остракодами, переднежаберными моллюсками и некоторыми веслоногими. Помимо того, что микрофлора представляет собой непосредственный источник питания, бактерии выступают в качестве промежуточного звена в реализации беспозвоночными запасов растворенного органического вещества. Установлено, что зоопланктон способен потреблять и усваивать многие синезеленые водоросли, такие как *Aphanizomenon* и *Anabaena*. В то же время такой массовый вид синезеленых, как *Microcystis* практически не используется. Путь трансформации

органического вещества: фитопланктон — мирные беспозвоночные — в Рыбинском водохранилище имеет подчиненное значение. По этому пути первичная продукция используется в пелагиали лишь калянидами, коловратками, остракодами и дрейссеной, в прибрежье водоема — фитофильными личинками хирономид, некоторыми переднежаберными моллюсками и кладоцерами. Суточные рационы зоопланктона составляют 40—100% от веса их тела при усвояемости растительной пищи 40—60% и животной 70—80%. Оптимальная концентрация пищи для растительноядного зоопланктона составляет 3—4 г/м³, что близко к средней ее концентрации в водохранилищах в летний период.

Биомасса бентоса в водохранилищах Волги составляет в среднем 5—15 г/м². Значительная ее часть представлена дрейссеной, особенно в южных водохранилищах. В составе бентоса значительную долю составляют фильтрующие формы типа двустворчатых моллюсков и хирономид, которые используют в качестве пищи детрит, взвешенный в придонной воде. Важным промежуточным трофическим звеном между зоопланктоном и рыбами являются личинки рыб. По данным, полученным для Рыбинского водохранилища, около 90% личинок выедаются хищными рыбами. По этому водохранилищу имеются данные об общей биомассе рыб и продукции ихтиомассы. Вылов составляет около 3% от общей продукции рыб в водохранилище и около 50% от продукции крупных рыб промысловых размеров.

Характер пищевых взаимоотношений в водохранилищах Волги во многом определяется особенностью этих водоемов, их большой площадью и разнообразием биотопов, что делает возможным сосуществование близких видов и форм. Этому в значительной степени способствует большое многообразие способов питания и пищевых потребностей животных, их высокая трофическая пластичность и, наконец, одновременность появления беспозвоночных в водоеме. Иными словами, в этих водохранилищах, а вероятно, и в других водоемах подобного типа, вряд ли может ощущаться недостаток пищи обитателей толщи воды, дна и, тем более, зарослей.

Достаточно полная схема трофических связей и потока энергии была построена для Рыбинского водохранилища. Эта схема демонстрирует целый ряд особенностей продукционного процесса в водохранилище. Основные из них: существенный вклад энергии аллохтонного органического вещества в продукционный процесс, преобладающее значение коловраток и инфузорий в продукции зоопланктона, важная роль личиночных стадий рыб в качестве трофического звена. Рассмотрение схемы показывает, что процесс деструкции органического вещества, сопряженный с продукционным процессом и состав-

ляющий основу процесса самоочищения, осуществляется целостной сложной экосистемой. Изменение ее целостности за счет евтрофикации или сброса токсических стоков нарушает процесс естественного самоочищения и приводит к порче качества воды.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

И. Л. ПЫРИНА

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

По первичной продукции фитопланктона водохранилища волжского каскада имеют довольно большое количество данных, в том числе и осредненных за вегетационный период (табл. 1). Последние дают возможность подойти к сравнительной оценке продуктивности этих водоемов.

Несмотря на довольно большой разброс результатов, общий уровень первичной продукции фитопланктона во всех водохранилищах можно считать более или менее одинаковым, особенно, если учесть его весьма большие межгодовые колебания, хорошо видные на примере Рыбинского водохранилища, а также различия в методике анализов и расчетов. По первичной продукции фитопланктона волжские водохранилища в большинстве своем могут классифицироваться как водоемы мезотрофного типа. Некоторым исключением является только Ивановское водохранилище, где первичная продукция и содержание пигментов фитопланктона (хлорофилла) выше (табл. 2). Оно может рассматриваться как слабо эвтрофный водоем.

Распределение величин первичной продукции по акватории каждого из водохранилищ зависит от их морфометрических особенностей и связанных с ними гидрологических и гидрохимических условий. Водохранилища речного типа (Ивановское, Саратовское, Волгоградское) в этом отношении довольно однородны. В более сложных по конфигурации водохранилищах озерно-речного типа, в которых имеются обособленные участки со своеобразными экологическими условиями (Рыбинское, Куйбышевское), можно выделить продуктивные речные плесы и озеровидные расширения с малопродуктивными водами. Повышенными величинами первичной продукции фитопланктона обычно характеризуется прибрежно-мелководная зона, (например, Рыбинского и Ивановского водохранилищ), особенно изолированные мелководья без зарослей макрофитов.

Таблица 1
Перечень продуцентов в водоемах водохранилищах по данным разных авторов (средние величины, г C/m² сутки)

Год	Время исследования	Район исследования	г C/m ² в сутки	Метод	Автор
Иваньковское водохранилище					
1958	Весь вегетационный период VI	Весь водохранилище	0.91	Кислородный	Пырина, 1966
1959		У плотины	0.34	Радиоуглеродный	Сорокин, 1961
Рыбинское водохранилище					
1955	Весь вегетационный период V-VI	Весь водохранилище	0.28	— — —	Сорокин, 1956
1956		Главный плес	0.64	Кислородный	Пырина, впервые
1957		— — —	1.04	— — —	— — —
1958	Весь вегетационный период	Весь водохранилище	0.54	— — —	Пырина, 1966
1959		— — —	0.60	Радиоуглеродный	Романенко, 1966 ¹
1961		— — —	0.18	— — —	Кузнецов и др., 1966
1964		— — —	0.16	— — —	— — —
1965		— — —	0.11	— — —	Кузнецов и др., 1967
1966		— — —	0.41	— — —	— — —
1967		— — —	0.36	— — —	Кузнецов и др., 1971 ²
1968		— — —	0.23	— — —	Кузнецов и др., 1971 ³
Горьковское водохранилище					
1956	Весь вегетационный период	Весь водохранилище	0.41	Радиоуглеродный	Сорокин и др., 1959
1957	IA	— — —	0.26	Кислородный	Пырина, 1959
1959	VI	— — —	0.21	Радиоуглеродный	Сорокин, 1961

Год	Время исследования	Работы исследователей	ρ , С/м ³ в сутки	Метод	Автор
Куйбышевское водохранилище ¹					
1957	Весь вегетационный период	Всё водохранилище	0.79	Радонуглеродный	Салманов, Сорокин, 1962
1958	—	—	0.84	Кислородный	Пырина, 1966
1965	VI, VIII, IX, X	—	0.15—	—	Иватин, 1968
1966	Весь вегетационный период	—	—0.55 0.72	—	Иватин, 1970
Саратовское водохранилище					
1957	IX	Р. Волга на участке Сырань — Увалыск	0.64	Кислородный	Пырина, 1959
1958	IX	—	0.12	—	Пырина, вперые
1970	VI, IX	Всё водохранилище	0.47; 0.50	—	Герасимова, 1973
1971	VIII	—	1.30	—	—
Волгоградское водохранилище					
1957	IX	Р. Волга на участке Саратов — Камышин	0.86	Кислородный	Пырина, 1959
1958	IX	—	0.62	—	Пырина, вперые
1965	Весь вегетационный период	Всё водохранилище	0.63	—	Далецкая, 1971
1966	—	—	0.38	—	—
1967	—	—	0.56	—	—

¹ Данные 1959—1968 гг. взяты из кн. «Рыбинское водохранилище, 1972, при этом в расчетах среднесуточных величин продолжительность вегетационного периода принята равной 160 дням (У—Х).

Содержание хлорофилла¹ в фотической зоне некоторых
волжских водохранилищ по данным разных авторов (в мкг/л)

Год	Время исследований	Район исследования	Хлоро- филл	Автор	Примечание
Паваньковское водохранилище					
1958	Весь вегетационный пе- риод	Все водохранилище	12	Пырина, 1966	Сумма хлорофиллов
1970	—»—	—»—	16	Елизарова, впервые	—»—
1973	—»—	—»—	29	Пырина, Сигарева, впер- вые	Хлорофилл «а»
Рыбинское водохранилище					
1958	—»—	Все водохранилище	6,6	Пырина, 1966	Сумма хлорофиллов
1969	—»—	—»—	4,5	Елизарова, 1973	Хлорофилл «а»
1970	—»—	—»—	3,7	Елизарова, впервые	—»—
1971	—»—	—»—	6,6	—»—	—»—
1973	—»—	Главный и Волжский плесы	8,4— 17	Сигарева, впервые	—»—
Кубышевское водохранилище					
1958	—»—	Все водохранилище	7,9	Пырина, 1966	Сумма хлорофиллов
1960	VII	—»—	13— 120	Пырина, 1963	Хлорофилл «а» в слое 0—0,5 м
Волгоградское водохранилище					
1960	VII	Все водохранилище	14— 140	Пырина, 1963	Хлорофилл «а» в слое 0—0,5 м

¹ Средневзвешенное для водосема за весь вегетационный период, за исключением данных 1960 г., которые показывают предел колебания по станциям.

Сезонный ход первичной продукции чаще всего характеризуется одновершинной кривой с максимумом в июле — начале августа, не всегда совпадающим с максимальной биомассой фитопланктона.

Глубина фотической зоны, в зависимости от прозрачности воды и интенсивности солнечной радиации, колеблется в пределах 2—4 м. Максимум фотосинтеза обычно находится в слое от 0—0,25 м, реже опускается до 0,5 м. Как правило, он отмечаются на горизонте, где интенсивность солнечной радиации фотосинтетического диапазона длин волн ($\lambda = 380\text{--}800\text{ нм}$) составляет около 100 кал/см² в сутки.

Хорошим показателем продуктивности водохранилищ является хлорофилл (табл. 2), по которому можно судить о степени развития фитопланктона и его способности к фотосинтезу. Весьма показательна для характеристики водоема интенсивность фотосинтеза в максимуме, т. е. на глубине оптимального освещения: здесь она не зависит от интенсивности света и наиболее полно отражает фотосинтетическую активность фитопланктона данного водоема. Скорость фотосинтеза в максимуме в малопродуктивном Рыбинском водохранилище измеряется величинами 1 мг С/л, а в наиболее продуктивном Иваньковском — до 4 мг С/л за сутки.

В. А. ЭКЗЕРЦЕВ И В. ДОБНЯ

ГОДОВАЯ ПРОДУКЦИЯ ГИДРОФИЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГИ

В настоящее время большое теоретическое и практическое значение приобретает изучение первичной продукции озер и водохранилищ, создаваемой высшими водными растениями.

В течение ряда лет нами был собран материал по чистой годовой продукции растительного покрова мелководий Иваньковского, Угличского, Горьковского и Волгоградского водохранилищ. При определении годовой продукции за ее величину принималась фитомасса растительных сообществ в период их максимального развития. До наступления этого периода наблюдается частичный опад листьев и отмирание отдельных растений. Кроме того, у некоторых гидрофитов продолжается увеличение фитомассы и после цветения. По поправочный коэффициент на потери при опад и последующий осенний прирост мы не вводили ввиду того, что при вычислении годовой продукции на водохранилищах-гигантах основная ошибка, перекрывающая все остальные, бывает при определении площадей ассоциаций. Во всех случаях учитыва-

ась только надземная часть фитомассы сообществ, так как она, ежегодно отмирая, вступает в биотический круговорот водоема.

Растительность Ивановковского, Угличского и Горьковского водохранилищ закончила свое формирование, и в настоящее время в литорали этих водоемов наблюдается интенсивный процесс эндогенных сукцессий. Наибольшие площади мелководий занимают сообщества с господством *Carex acuta*, *Juncus maxima*, *Phragmites communis*, *Equisetum fluviatile*, *Platamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Stratiotes aloides* (табл. 1).

Таблица 1

Площади зарастания волжских водохранилищ (в га)

Заросли	Иванов- ковское, 1957	Углич- ское, 1971	Горь- ковское, 1970	Волго- градское, 1972	Общая
<i>Carex acuta</i>	772	42	90	51	955
<i>Juncus maxima</i>	1265	286	150	—	1701
<i>Phragmites communis</i>	441	193	232	416	1282
<i>Equisetum fluviatile</i>	518	108	347	—	973
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	292	11	45	—	348
<i>Typha latifolia</i>	—	—	50	351	401
<i>T. angustifolia</i>	—	5	—	1284	1289
<i>T. laxmannii</i>	—	—	—	188	188
<i>Polygonum amphibium</i>	217	1	28	—	246
<i>Symphyla candida</i>	79	3	16	—	98
<i>Lupinus lutea</i>	—	22	2	—	24
<i>Platamogeton natans</i>	9	3	22	—	34
<i>J. lucens</i>	312	7	14	88	451
<i>J. pectinatus</i>	65	104	318	—	487
<i>J. perfoliatus</i>	507	87	218	108	950
<i>Myriophyllum spicatum</i>	361	29	—	142	532
<i>Stratiotes aloides</i>	110	110	213	—	409
<i>Sparganium angustifolium</i>	—	2	2	—	4
<i>Ceratophyllum demersum</i>	—	—	85	477	562
Растительность сплавины	—	151	89	—	240
Прочие заросли	511	67	272	149	999
Итого	5465	1231	2223	3251	12173
% от площади водохранилища	16.7	5	1.4	0.9	2.2

Растительность Волгоградского водохранилища еще не сформирована полностью. Большие площади побережья нижнего участка этого водоема, существующего 13 лет, до сих пор не заняты гидрофитами. Ведущее место в сложении растительного покрова принадлежит ассоциациям, в которых доминантами является *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *T. laxmannii*, *Ceratophyllum demersum*. Общая площадь зарослей четырех водохранилищ Волги - 121 км². Наиболее проросшим является Ивановское, площадь гидрофитной растительности которого равна 17%, наименее - Волгоградское - 0.9%. Фитомасса сообществ макрофитов на водохранилищах

лища колеблется в широких пределах и определяется рядом экологических и фитоценологических факторов, однако средние величины фитомассы одной и той же формации для разных водохранилищ довольно близки (табл. 2). Максимальную фитомассу на единице площади создают сообщества тростинки, рогозов, хвоща, манника и телореза, минимальную заросли рдестов и лютика жестколистного.

Таблица 2

Фитомасса основных зарослей макрофитов волжских водохранилищ в воздушно-сухом весе (г/м²)

	Иваньковское, 1957	Угличское, 1971	Горьковское, 1970	Волгоградское, 1972
<i>Carex acuta</i>	716	716	757	703
<i>Glyceria maxima</i>	719	716	767	—
<i>Phragmites communis</i>	946	975	842	1427
<i>Equisetum fluviatile</i>	604	784	599	—
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	327	207	357	186
<i>Typha latifolia</i>	—	—	405	797
<i>T. angustifolia</i>	—	855	—	703
<i>T. laxmannii</i>	—	—	—	1053
<i>Polygonum amphibium</i>	187	89	407	87
<i>Nymphaea candida</i>	168	—	—	—
<i>Nuphar lutea</i>	—	127	—	—
<i>Potamogeton natans</i>	147	170	228	—
<i>P. lucens</i>	216	241	367	569
<i>P. pectinatus</i>	165	87	184	128
<i>P. perfoliatus</i>	223	103	288	195
<i>Myriophyllum spicatum</i>	154	253	—	131
<i>Stratiotes aloides</i>	521	1151	855	—
<i>Ranunculus circinatus</i>	—	259	—	—
<i>Ceratophyllum demersum</i>	—	575	—	375

Чистая годовая продукция растительности рассматриваемых водохранилищ, выраженная в органическом веществе, равна 62 тыс. т. Наибольшее количество органического вещества продуцируется на Иваньковском и Волгоградском водохранилищах (табл. 3). Ведущее место в создании первичной

Таблица 3

Годовая продукция растительности волжских водохранилищ (органическое вещество в т)

Заросли	Иваньковское, 1967	Угличское, 1971	Горьковское, 1970	Волгоградское, 1972	Общая
<i>Carex acuta</i>	5144	260	603	322	6329
<i>Glyceria maxima</i>	7968	1730	989	—	10687

Продолжение

Заросли	Ивань- ковское, 1957	Углич- ское, 1971	Горь- ковское, 1970	Волго- градское, 1972	Общая
<i>Phragmites communis</i>	3744	1551	1635	5220	12150
<i>Ustilum fluviatile</i>	2579	641	1630	—	4850
<i>Glyceria sagittifolia</i>	696	18	116	—	830
<i>Phragmites latifolia</i>	—	—	176	2471	2647
<i>angustifolia</i>	—	37	—	7955	7992
<i>laxmannii</i>	—	—	—	1738	1738
<i>Lygionum amphibium</i>	312	1	96	—	408
<i>Phragmites candida</i>	108	3	22	—	133
<i>Phragmites lulea</i>	—	22	1	—	23
<i>Lamogelon natans</i>	11	4	40	—	55
<i>lucens</i>	521	13	39	366	939
<i>pectinatus</i>	86	64	436	—	586
<i>perfoliatus</i>	870	68	518	147	1603
<i>Triophyllum spicatum</i>	347	60	—	146	553
<i>Stratiotes aloides</i>	332	904	1327	—	2563
<i>Juncus circinatus</i>	—	3	4	—	7
<i>Atrophyllum demersum</i>	—	1	596	1278	1876
итительность справки	—	930	88	—	1018
ичие заросли	2208	406	1693	743	5050
го	24926	6716	10008	20386	62036

дукции на водоемах Верхней Волги принадлежит зарослям *Potamogeton perfoliatus*, *Glyceria maxima*, *Equisetum fluviatile*, *Phragmites communis* и *Stratiotes aloides*, на Волгоградском — зарослям *Phragmites angustifolia*, *Phragmites latifolia*, *Phragmites laxmannii* и *Ceratophyllum demersum*. Восемьдесят процентов всей годовой продукции макрофитов падает на долю воздушно-водной растительности и только двадцать — собственно-водной. При пересчете продукции на единицу площади и объема водохранилища получаем, что наибольшее количество органического вещества создается на Иваньковском, наименьшее — на Волгоградском (табл. 4).

Таблица 4

Степень зарастания и продукция растительности
водохранилищ Волги

Водохранилища	Площадь зарастания	Годовая продукция в органическом веществе		
	в % от площади водохрани- лища	на площадь водохранилища		на площадь зарослей г/м²
		г/мг	мг/м²	
Иваньковское	16.7	75.8	22.2	457.5
Угличское	5.0	26.9	5.3	546.0
Горьковское	1.3	7.0	1.1	367.7
Волжское	1.4	6.3	1.1	450.3
Волгоградское	0.9	5.8	0.6	626.6

Значение водной растительности, как поставщика органического вещества, особенно заметно, если рассчитать годовую продукцию не на весь водоем, а на площадь заросших мелководий.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

В. И. РОМАНЕНКО

ЧИСЛЕННОСТЬ И ПРОДУКЦИЯ БАКТЕРИЙ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВОЛГИ

До настоящего времени вызывает глубокое недоумение тот факт, что между общей численностью бактерий, определяемых методом прямого подсчета под микроскопом, и количеством организмов, которые прорастают в колонии на твердых питательных средах, различие достигает величин порядка тысяч и десятков тысяч раз. Естественно, сам по себе напрашивается вопрос, что представляют собою те миллионы микроорганизмов, которые не растут на обычных питательных средах, почему это происходит, жизнеспособны ли клетки микроорганизмов, которые мы видим под микроскопом в препаратах из воды, какие условия и среды для них более предпочтительны? Например, в водохранилищах Волги общее количество бактерий в воде превышает сапрофитные, растущие на стандартной среде МПА, в 1000—10000 раз.

Хотя данный вопрос волновал многих исследователей, начиная с А. С. Разумова, он до настоящего времени не получил удовлетворительного решения.

Проведенные за последние годы в лаборатории микробиологии Института биологии внутренних вод АН СССР исследования в этом направлении нельзя пока еще назвать исчерпывающими, даже скорее — предварительными, тем не менее позволили по новому осветить данную проблему.

Оказалось, что наиболее подходящей средой для развития большинства водных бактерий является естественная среда их обитания, т. е. натуральная вода. В Волге на всем протяжении ее судоходного участка от г. Калинин до Астрахани количество органического вещества находится в пределах 10—15 мг С/л. Лишь локально его количество может быть больше или меньше. Такие малые величины органического вещества, по всей вероятности, влияют селекционирующим образом на микроорганизмы. Расчеты показывают, что при общем содержании органического вещества 10 мг С в 1 л воды в непосредственной близости возле бактериальной клетки находится $1 \cdot 10^{-11}$ мкг С или около 20000 молекул.

На такой, казалось бы весьма бедной питательной среде, микроорганизмы размножаются чрезвычайно быстро, время, за которое происходит удвоение их численности, равняется при температуре 20°C 2-3 час. Это свидетельствует о том, что данная среда является для их развития весьма благоприятной. На ней в больших количествах развиваются микроорганизмы, которые до настоящего времени считаются весьма редкими формами: *Caulobacter*, *Arthrobacter*, *Hypomicrobium*, *Ciclobacter* и др.

Как известно, еще С. Н. Виноградский говорил о том, что чистые культуры микроорганизмов, которые получаем мы на искусственных питательных средах, есть своего рода «артефакты».

Сейчас уже имеется соблазн сказать, что в противоположность сложившимся ранее представлениям как раз редкими формами и являются те бактерии, которые выделяются нами на исключительно богатых питательных средах: МПА, МПЖ, МПБ и др., а массовыми в воде представлены те виды, которые на таких средах не дают роста, но предпочитают среды бедные, приближающиеся по своему составу к натуральной воде, и которые плохо изучены.

Используя в качестве питательной среды обыкновенную воду, отличающуюся лишь одним свойством — она была полностью освобождена от микробных клеток, что позволило безошибочно следить за развитием бактерий путем прямого подсчета на мембранных фильтрах, — нам удалось показать, что организмы, учитываемые по способу А. С. Разумова, в подавляющей массе являются живыми, а следовательно и ответственными за деструкционные процессы, протекающие в водоемах, хотя одни группы бактерий в определенные периоды времени находятся в активном состоянии, а другие — в состоянии покоя или слабой активности.

Изучение структуры естественных популяций микроорганизмов представляется весьма актуальной проблемой, которая в ближайшие годы должна привлечь внимание исследователей.

По-видимому, в ближайшее время должны в какой-то мере трансформироваться и наши понятия о скорости размножения водных бактерий. Намечаются некоторые методические пути для решения этого вопроса. Уже сейчас можно говорить о потенциальной скорости размножения бактерий (метод Иванова), об истинной величине удвоения количества бактерий с учетом их выедания, о скорости размножения отдельных групп или целых ценозов.

На всем протяжении Волги общее количество микроорганизмов от самых северных до южных районов изменяется не очень сильно. Колебание средних величин находится в преде-

лах 1.5—3 млн. в 1 мл воды. Численность бактерий положительно коррелирует с содержанием взвешенных органо-минеральных частиц. Лишь в исключительно загрязненных участках — на выходе стоков промышленных и бытовых вод содержание бактерий может выражаться величинами порядка 10 млн в 1 мл. Такие однообразные величины их численности на всем протяжении Волги прежде всего связаны с такими же мало различающимися величинами в содержании органического вещества.

В среднем бактериальные клетки очень маленькие, их объем равен 0.2—0.5 мк³. Лишь в зарослях высшей водной растительности, а также в грязных водах чаще встречаются крупные клетки длиной 2—3 мк при ширине 0.5—0.7 мк.

Сейчас можно говорить как о твердо установленном факте, что в волжских водохранилищах, а, вероятно, и в большинстве водоемов умеренной зоны, в сезонном изменении численности бактерий имеется два минимума — зимой и летом и два максимума — весной и осенью, обусловленные характером гидрологических и биологических процессов. Зимой количество бактерий стабилизируется в основном под влиянием двух факторов — снижения температуры и оседания взвешенных органо-минеральных частиц, летний минимум в период наиболее интенсивного размножения бактерий свидетельствует о том, что процессы воспроизводства бактерий в такой мере уравновешиваются процессами их элиминации (лизис, выедание и пр.). Весенний максимум — при очень медленном размножении бактерий — обусловлен внесением с полыми водами взвешенных терригенных частиц и аллохтонной микрофлоры. Вероятно, то же самое происходит и осенью, во время паводков и более частого ветрового перемешивания. Кроме того, при снижении температуры воды, по-видимому, тормозятся процессы элиминации бактериальных клеток.

Скорость размножения микроорганизмов определяется в основном температурным фактором. По косвенным показателям (интенсивность дыхания, ассимиляция CO₂) можно рассчитать, что зимой под льдом при температуре порядка 0.1—0.3° бактерии размножаются раз в 10—50 медленнее, чем летом, в ряде случаев время удвоения их равно 10—30 дням. Весной и осенью при температуре 5—10° время, за которое количество их удваивается, равно нескольким дням, и наиболее интенсивно при прочих равных условиях микроорганизмы размножаются при 18—20° и выше. Иногда эти величины соответствуют 3—8—12 час. Но в среднем за навигационный период, например, в Рыбинском водохранилище за ряд лет время генерации бактерий равно 48 час. В этом случае П/Б-коэффициент равен 70—100 по отношению ко всей сумме бактерий, определяемых методом прямого микроскопирова-

ния. Если же принять во внимание, что в бактериальных пепозах имеются отдельные виды, которые размножаются весьма интенсивно, то П/Б-коэффициент их может быть выражен цифрами порядка 300—700.

До сих пор как определение биомассы бактерий, так и ее продукции связано с большими затруднениями. Примерно продукция биомассы микроорганизмов за вегетационный период сопоставима с первичной продукцией органического вещества фитопланктона. Чаще всего она лишь в 3 раза меньше и выражается в Волге величинами порядка 20—40 г С под м² водоема.

По масштабам своей деятельности роль микроорганизмов сопоставима лишь с ролью фотосинтезирующих организмов. Ни один из населяющих водоемы организмов не обладает такой удивительной универсальностью, лабильностью и многообразием функций. Без микроорганизмов невозможно существование всех остальных живых существ вообще. Что же касается очистки воды, то здесь им принадлежит решающая роль.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Н. А. ДЗЮБАН, И. К. РИВЬЕР

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ВОЛГИ

В недавнем прошлом зоопланктон р. Волги на всем ее протяжении был типично реофильным с некоторыми изменениями систематического состава и численности в районах с разливной поймой и ниже впадения больших притоков. Биомасса зоопланктона была низкой — 0.12—0.19 г/м³ и состояла на 91% из коловраток.

В настоящее время картина совершенно иная и более сложная. Почти вся река превращена в каскад водохранилищ. На большей части Волги сформировался по известной схеме многофильный комплекс зоопланктона в 2—5 раз богаче по биомассе, в котором преобладают рачки. Он стал ценным рыбохозяйственным объектом.

Наряду с этим на участках Волги, расположенных ниже дельты ГЭС, происходят два параллельных процесса: частичное или полное, в зависимости от протяженности речных участков, разрушение озерного комплекса зоопланктона в результате гибели ракообразных при прохождении их через турбины и в мощном речном потоке, с одной стороны, и, с другой, постепенное восстановление в той или иной мере реофильного зоопланктонного комплекса. Например, в при-

плотинном участке Рыбинского водохранилища биомасса руководящих форм составляла в августе 0.44 г/м^3 , из которых 0.175 г/м^3 приходилось на долю ветвистоусых. В 150 км ниже плотины ГЭС ветвистоусые практически отсутствовали. Основу зоопланктона составляли веслоногие рачки и коловратки при биомассе 0.086 г/м^3 .

Влияние на зоопланктон турбины Горьковской ГЭС и бурлящего потока в нижнем бьефе характеризуется такими показателями: в июле в верхнем бьефе биомасса составляла 1.24 г/м^3 , в 4 км ниже плотины — 0.8 г/м^3 ; в октябре при входе в турбины было — 0.7 г/м^3 , в нижнем бьефе — 0.22 г/м^3 . В то же время подпор вод Куйбышевского водохранилища начинает сказываться положительно на развитие озерных форм только в 400 и более километрах ниже Горьковской ГЭС.

В верхнем бьефе Куйбышевской ГЭС зоопланктон летом на 60—70% по численности состоит из ракообразных, а в 80 км ниже ГЭС рачки составляют уже только 26%.

Таким образом, на Волге между водохранилищами с богатым зоопланктоном есть участки, где зоопланктон обедняется, теряет свою ценность как пища для рыб, кроме того, изменяется его роль в процессах самоочищения воды.

Во всех водохранилищах волжского каскада принципиальное формирование зоопланктона в смысле смены реофильного на лимнофильный с одновременным увеличением биомассы было в общем одинаковым. Однако в связи со значительной индивидуальностью отдельных водохранилищ, связанной, в первую очередь, с гидрологией — водообменом и уровнем режимом — наблюдаются существенные различия в зоопланктоне, как прямо связанные с ней, так и опосредованно. На характер зоопланктона влияют различия водохранилищ по морфометрии, их широтное расположение — отдельные части каскада находятся в разных климатических зонах: от переувлажненной южной тайги до полупустыни. Существенные изменения претерпевает зоопланктон в отдельных районах в связи с загрязнением.

Верхняя Волга у г. Калинина и ниже практически лишена зоопланктона. Из притоков только р. Ора имеет богатый зоопланктон, состоящий летом в основном из ветвистоусых рачков, которые поступают в Верхне-Волжский плес Иваньковского водохранилища.

Это водохранилище характеризуется постоянным уровнем воды, большой зарастаемостью макрофитами, высокой первичной продукцией. Отдельные плесы заметно различаются по видовому составу и количеству зоопланктона. В Верхне-Волжском плесе в течение всего вегетационного периода преобладают коловратки. Шошинский плес отличается специфич-

ческим, богатым в количественном отношении зоопланктоном (средне-летняя биомасса — 1,73 г/м³). Зоопланктон Иваньковского плеса носит озерный характер. Весной, до июня месяца, здесь основу биомассы составляют коловратки (до 1,25 г/м³), летом — ракообразные.

Средние значения за последние годы в Иваньковском плесе значительно возросли.

Годы	1956	1969	1970	1972
г/м ³	1.75	3.63	3.84	4.65

Здесь в массе развиваются летом *Daphnia cucullata* и *Bosmina longirostris* (4,11 г/м³ в 1972 г.).

В районе влияния Конаковской ГРЭС наблюдается подавление зоопланктона в самые жаркие периоды лета.

Рыбинское водохранилище, расположенное несколько севернее Иваньковского, значительно отличается от последнего по гидрологическому и гидробиологическому режиму. Уровень воды подвержен большим многолетним колебаниям. Заросли макрофитов развиты слабо, первичная продукция ниже, зоопланктон значительно беднее. Основу его летней биомассы составляют иные виды (*Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*, *Leptodora*, *Mesocyclops leuckarti*, *Eduiaptomus gracilis*, *Conochilus unicornis*).

Среднегодовые биомассы зоопланктона Рыбинского водохранилища в 1971—1972 гг. были самыми высокими за последние 15—20 лет — 0,82—0,89 г/м³. Этому сопутствовали очень низкий уровень, высокие летние температуры и, вероятно, более интенсивный круговорот веществ. Развитие фитопланктона и первичная продукция были в эти годы также выше. Наиболее высокая летняя биомасса наблюдается обычно в Волжском и Моложском плесах.

Горьковское водохранилище четко делится на два участка: речной и озерный. В верхней половине речного участка (до Ярославля), где погибают пелагические озерные формы стока Рыбинского водохранилища, во все сезоны ведущими по биомассе являются коловратки. В нижних районах речного участка, и особенно в озерной части, коловратки доминируют только весной и осенью. Летом преобладают ракообразные — те же виды, что и в Рыбинском водохранилище. Общая биомасса в 1970—1972 гг. колебалась от 0,7 до 0,87 г/м³. Свообразным районом Горьковского водохранилища является Костромское расширение с большой площадью зарастания. Здесь средние биомассы составляют 1,2 г/м³, наблюдается обилие фитофильных видов в русловых участках.

В зоне влияния Костромской ГРЭС температура воды летом 1972—1973 гг. достигала 34,8°, отдельные формы гибли, биомасса снижалась до 0,3 г/м³.

Самое большое в каскаде Куйбышевское водохранилище вытянуто с севера на юг по Волге на 600 км.

Динамика развития зоопланктона в отдельных районах различна по времени, составу ведущего комплекса и по количественным показателям. Верхний участок водохранилища складывается из двух мощных рек, образующих Волжский и Камский плесы, и, если первый из них самый богатый по общей численности и биомассе (от 0.9 до 2.1 г/м³) и в частности по ракообразным, то Камский плес в несколько раз беднее (от 0.5 до 1.1 г/м³). На втором месте по количеству зоопланктона (биомасса от 0.4 до 1.7 г/м³) находится Ундорский плес. Самый бедный зоопланктон в нижнем — Приплотинном плесе (0.9—1.0 г/м³), куда водные массы поступают значительно обеднившись питательными веществами и где высокие, крутые, скалистые и песчаные или глинистые берега. Характерно, что в этом плесе численность веслоногих выше, чем колероваток и ветвистоусых. В Куйбышевском водохранилище успешно акклиматизировалась группа северных вселенцев, которые весной составляют значительную, а местами преобладающую часть биомассы зоопланктона. Очень богатый зоопланктон в огромном Черемшанском заливе, где находятся единственные в нижней четверти водоема нерестилища ценных рыб.

Внутрикаскадное Саратовское водохранилище по объему сравнительно небольшое (13 км³). Водное питание на 99% осуществляется из Куйбышевского водохранилища. Таким образом, в Саратовское водохранилище, в основном, поступают воды, прошедшие через огромный отстойник. Уровень воды постоянный. Водообмен повышенный, коэффициент его равен — 19. ГЭС работает на транзитном стоке. В связи с этим вдоль всей русловой части наблюдается течение (0.55—0.28 м/сек.). В верхней половине водохранилища есть ряд больших сбросов канализационных вод в разной степени очистки. Все это отражается на составе зоопланктона и его количестве.

В верхней трети водохранилища, характеризующейся сильным течением, происходит гибель озерных форм, поступающих сюда из Куйбышевского. Под плотинной рачки составляют 60—70% по численности и 90% по биомассе, на 80—100 км ниже их остается только 26%, но далее с увеличением подпора значение ракообразных увеличивается и достигает 60% в Приплотинном плесе. В нижней половине водохранилища четко делится на два участка: русловой — проточный и затопленную пойму. Русловая часть беднее зоопланктоном — 0.05—0.27 г/м³ в конце мая, пойменная — значительно богаче — 0.16—5.62 г/м³. Общая средняя биомасса в мае составляла 0.58 г/м³, в июле — 1.3 г/м³.

Влияние отдельных канализационных сбросов на зоопланктон неодинаково. В районе одних сильно снижается численность фильтраторов — коловраток и ветвистоусых (по биомассе в 2—7 раз). В других загрязненных местах, наоборот, численность зоопланктона, особенно коловраток, увеличивается. Влияние загрязнения локально, и в целом загрязняемый участок водохранилища по подсчетам индекса сапробности является бета-мезосапробным (1.5—2.5). Близкая к этому картина наблюдается и в некоторых других местах Волги.

Волгоградское водохранилище отличается от Саратовского пониженным в 2.5 раза водообменом, продолжительным вегетационным периодом, богатым фитопланктоном, высокой численностью бактерий. Все это способствует, по данным В. П. Выушковой, формированию богатого зоопланктона. Наибольшее количество его в этом водохранилище наблюдается в средней части водоема: с колебаниями по годам по усредненным данным от 1.02 до 7.91 г/м³. Основную часть биомассы составляют ветвистоусые рачки, на втором месте — нестлоногие.

В заключение надо отметить, что современное состояние зоопланктона волжских водохранилищ удовлетворительное и хорошее. Численность и биомасса зоопланктона достаточно высоки и, главное, не наблюдается их снижения по годам и падения в отдельные годы до критических величин. В некоторых водохранилищах отмечено в последнее время даже увеличение биомассы зоопланктона. Зоопланктон по составу руководящих форм является ценным как кормовая база рыб, но используется недостаточно.

Исследования зоопланктона необходимо усилить в первую очередь в направлении выяснения его роли в самоочищении воды как в отдельных водохранилищах, так и в разные сезоны и годы.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Ф. Д. МОРДУХАИ-БОЛТОВСКОЕ И А. ДЗЮБАН, Ц. И. ИОФЕ

ИЗМЕНЕНИЯ В ФАУНЕ ВОЛГИ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Фауна реки Волги, протекающей на протяжении 3694 км по обширному пространству между 58 и 45° с. ш. и 30 и 50° в. д., состоит из двух главных зоогеографических групп. Основную массу видов составляет пресноводный комплекс, относящийся к Европейско-Сибирской (по Старобогатову,

1970) или Средиземноморской (по Berry, 1949) подобласти Палеарктики. Несколько десятков видов беспозвоночных и рыб, почти исключительно реофильных, принадлежит к каспийскому автохтонному комплексу.

Начавшаяся во второй половине 1930 годов гидротехническая реконструкция Волги превратила ее в систему водохранилищ. Река с незапленным, преимущественно песчаным дном и постоянным течением превращается в стоячий или слабопроточный озеровидный водоем с илистыми грунтами и термической стратификацией; возникают в виде плотин препятствия для распространения животных вдоль реки. Только в верховьях (выше Калинина) и низовьях (ниже Волгограда) и пока еще между Чебоксарами и Горьким сохранились участки малозмененной реки. Параллельно по мере роста городов и промышленности расширяются очаги бытового и промышленного загрязнения. В 1950 годах к этому присоединяется еще процесс искусственного вселения с целью акклиматизации беспозвоночных и рыб из других бассейнов и зоогеографических регионов.

Все это привело к значительным изменениям в фауне Волги.

Каспийская фауна до начала строительства водохранилищ была распространена почти по всему течению реки, но число каспийских видов и их встречаемость уменьшались вверх по течению и до Верхней Волги доходило 3—4 вида. Не считая проходных рыб, выше всего (до 3000 км и далее от моря) проникали ракообразные — мизиды *Paramysis ullskyi* Czern., амфиподы *Pontogammarus sarsi* Sow., *Dikerogammarus haemobaphes* Eichw., *Corophium curvispinum* Sars, моллюски *Dreissena polymorpha* Pall. Они заселяли почти сплошь песчаную медиаль русла или пятна плотных грунтов и субстратов в Волге и ее главных притоках Оке и Каме. Процесс распространения каспийских видов по Волге, начавшийся еще тысячи лет назад после окончания ледниковой эпохи, видимо, продолжается и теперь (М. Болтовской, 1957, 1960).

После образования водохранилищ и усиления загрязнения ареалы каспийских видов, почти исключительно реофильных и оксифильных, также как и реофильных пресноводных, сильно сократились или из сплошных стали разрозненными. На месте водохранилищ или зон загрязнения образовались обширные пробелы, лакуны. Так, в Средней Волге мизиды *Paramysis* сохранились только в незарегулированном участке выше Чебоксар, а гаммариды *Pontogammarus sarsi*, кроме того, в Нижней Каме ниже устья р. Белой, а также в небольшом количестве в притоке Камы Вишере. *Dikerogammarus* сохранился тоже в этих участках, а также, вместе с *Corophium*, в виде обособленного очага в Сыктвенском заливе Камского

водохранилища (Громов, 1971). В промежутках эти виды отсутствуют, но появляются вновь на песчанистых побережьях Куйбышевского и проточного Саратовского водохранилищ. *Corophium* выше Камы в Волге и в Оке исчез совсем.

Но одновременно с этим не остановился длящийся издавна процесс распространения каспийцев вверх по реке. Гаммариды *Pontogammarus obesus* Sars, ранее известная не выше Ульяновска, в начале 1960 годов достигла Юрьевца, лежащего в 800 км выше по течению. В 1969 г. в Нижней Каме найдена изопода *Isopoda sarsi* Valk, ранее известная лишь не выше Саратова (Ляхов и М.-Болтовской, 1973). В 1955—58 гг. мизиды *Paramysis ullskyi* Czern., ранее не проникавшая в Шексну, была найдена в этой реке выше Рыбинского водохранилища. Распространение некоторых форм, обитающих в прибрежье, даже могло облегчаться уменьшением течения, другие же расселяются с судами. Особенно расширился ареал и численность дрейссены, заселившей почти все водохранилища значительно интенсивнее, чем это было в реке, где течение сносило ее валуны, а минеральные взвеси ухудшали условия питания.

Правда, в условиях усилившихся антропогенных влияний расширение ареалов нередко пресекается, как это имело место с мизидой паразитизис в Шексне, где в 1960 годах она была «задушена» массами взвесей во время реконструкции Волго-балта; гаммариды же *P. obesus* в Горьковском водохранилище в 1969—71 гг. везде оказалась замещенной (видимо, вытесненной) акклиматизированным байкальским боклопавом *Gmelinoidea* (М.-Болтовской и Чиркова, 1971).

В последние годы в Волгоградском водохранилище появился один из видов каспийских полифемонид *Cornigerius maecolicus* (Pengo) (Вьюшкова, 1971). Возможно появление и других полифемонид в этом и вышележащих водохранилищах, в которых, как и в днепровских водохранилищах, где их уже три вида, эти планктонные формы находят благоприятные условия (М.-Болтовской и Галинский, 1974). В Волгоградском водохранилище в массах размножилась азово-каспийская коленода *Calanipeda aquae — dulcis* Kr. (Вьюшкова, 1970).

Таким образом, южные планктонные формы продвигаются по Волге снизу. Вместе с ними проникают и некоторые рыбы из Каспийского комплекса, в частности тюлька и бычок-кругляк, появившиеся в Куйбышевском водохранилище.

Наряду с этим в Волгу интенсивно внедряется большая группа видов планктонных ракообразных, которых относили к Северному озерному холодолюбивому комплексу.

После превращения Верхней Волги в каскад водохранилищ и создания Горьковского, образовался экологически

благоприятный путь для продвижения лимнофильных видов на юг. Это позволило им распространиться в Средней и Нижней Волге.

В первые годы существования Куйбышевского водохранилища в нем появились из Cladocera — *Limnosedra frontosa* Sars, *Daphnia cristata* Sars, *Bosmina coregoni* Baird, *B. obtusirostris* Sars, *B. longispina* Leydig, *B. kessleri* Uljanin, *B. crassicornis* (P. E. Müller), *Bythotrephes longimanus* Leydig и из Copepoda — *Cyclops kolensis* Lill., *Eudiaptomus graciloides* Lill., *Eurytemora lacustris* (Poppe) и *Heterocope appendiculata* Sars.

Ранее эти виды встречались в Средней и Нижней Волге очень редко и единично, в результате случайного заноса.

Акклиматизация отдельных видов «северян» проходила по разному. В Куйбышевском водохранилище *Bosmina coregoni*, *B. longispina*, *Bythotrephes longimanus*, *Cyclops kolensis*, *Eudiaptomus graciloides*, *Heterocope appendiculata* прочно вошли в состав его планктона и в отдельные периоды года в отдельных местах они многочисленны. *Limnosedra frontosa*, *Daphnia cristata* и *Bosmina crassicornis* были сначала также многочисленны, но к седьмому году существования водоема стали редкими и единичными. *Eurytemora lacustris* отмечен только в первые четыре года существования водохранилища (Дзюбан, 1962).

Причины такого различия в натурализации отдельных видов сложны, но, возможно, решающую роль сыграла разная степень конкурентоспособности особенно по линии питания. Так, с 1957 г. по 1961 г. количество сапрофитных бактерий уменьшилось в Куйбышевском водохранилище в десятки раз (Салманов, 1959; Михеев, 1963). Общая численность бактерий в 1965—1967 гг. была летом в пределах 0,8—1,4 млн./мл, что является минимальным количеством для обеспечения пищи одной *Daphnia longispina* (Мануйлова, 1959; Монаков и Соколкин, 1961).

Таким образом, из 12 видов ракообразных, проникших с Севера в Волгу, акклиматизировались десять и из них шесть стали массовыми.

В настоящее время северные вселенцы «освоили» Саратовское и Волгоградское водохранилища и наблюдаются в стоке последнего. Однако, в этих, более проточных водохранилищах развитие их менее успешно, чем в Куйбышевском.

Отсутствие упомянутых видов в Средней и Нижней Волге до создания водохранилищ, т. е. водоемов с большими малопроточными или непроточными участками, свидетельствует не о холодолюбивости их, а о стенолимнофильности, тем более, что часть из вселенцев, как *Bythotrephes longimanus*, *Eudiaptomus graciloides*, являются легкими формами.

Холодолюбивость проявилась, в известной мере у *Daphnia cristata*, *Bosmina longispina* и у *Heteroscope appendiculata*. Первые две в Куйбышевском водохранилище не поднимаются летом выше гипolimниона, а гетероскопа находится преимущественно в гипolimнионе и только от вечерних до утренних сумерек поднимается частично в эпимлион.

В Куйбышевское водохранилище проникли и некоторые рыбы-планктофаги северных озер — снеток, ряпушка, рипус.

Таким образом, превращение Волги в водоемы замедленного стока способствовало обогащению состава зоопланктона, но обеднению исходной фауны донных беспозвоночных.

Для обогащения видового состава бентоса и повышения кормовой базы в волжских водохранилищах были осуществлены мероприятия по вселению ряда беспозвоночных. В Волгоградское, Куйбышевское, Горьковское и Рыбинское водохранилища вселялись беспозвоночные каспийского комплекса (мизиды, моллюски, полихеты); кроме того, в Горьковское водохранилище вселялись амфиподы из байкальского комплекса, а в Рыбинское — дальневосточные пресноводные десятиногие (креветки) (Июffe, 1973).

В результате проведенных работ в настоящее время видовой состав фауны Волгоградского водохранилища пополнился тремя видами мизид — *Paramysis ullskiyi* (Czern.), *P. lacustris* (Czern.), *P. intermedia* (Czern.), Куйбышевского водохранилища — двумя видами мизид — *Paramysis ullskiyi*, *P. intermedia* (Бородин и Гавлена, 1970); Горьковского водохранилища — одним видом гаммарид — *Gmelinoides fasciatus* (Steb.). Результаты вселения остальных беспозвоночных и в другие водохранилища пока не известны.

Акклиматизация беспозвоночных значительно улучшила кормовые условия для рыб волжских водохранилищ. Численность мизид в Волгоградском водохранилище достигает 300 и более экз./м² (Дзюбан, Бородин, 1972), численность байкальских соровых гаммарид в Горьковском водохранилище — до 960 экз./м².

Вселенцы начали успешно потребляться рыбами. В Куйбышевском водохранилище мизиды потребляются бершом, судаком, окунем, ершом (Егерева, 1972). В Волгоградском водохранилище, по мнению Т. К. Небольсиной, за счет вселенных мизид примерно на 50% увеличились уловы судака и на 80% — берша.

Таковы преобразования в видовом составе фауны Волги и в распространении многих массовых видов, происшедшие в результате совместного влияния нескольких антропогенных факторов. Пока будет продолжаться действие последних, будут происходить и дальнейшие изменения в фауне Волги.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕНТОСА ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Бентос волжских водохранилищ до 1965-1967 гг. был охарактеризован авторами на Первой конференции по изучению Волги. Было показано, что большинство волжских водохранилищ отличается видовым однообразием и бедностью бентоса, но о причинах этого были высказаны лишь некоторые предположения. С тех пор на Волге было создано еще одно водохранилище Саратовское (в 1968 г.) и по всему ее бассейну усилились явления антропогенной эвтрофикации, вызванные тем, что сточные воды большинства крупных городов сбрасываются в водохранилища или в незарегулированные участки Волги в неочищенном виде. Значение этого фактора зависит от многих переменных и с трудом поддается оценке. С одной стороны, внесение в водохранилища вместе со сточными водами органических веществ должно повышать трофичность водохранилища, с другой стороны, промышленные сточные воды во многих случаях содержат токсические вещества в концентрациях, значительно превышающих допустимые, и пагубно действуют на бентические организмы. Особенно страдает от сбросов сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности донная фауна камских водохранилищ.

Авторы (Мордухай-Болтовской, 1963; Тяхов, 1963) довольно давно высказали предположение, что в водохранилищах волжского каскада, как и во многих других неглубоких водоемах, вследствие «поточного» типа круговорота веществ (вернее типа продукционного процесса) главной кормовой базой для большинства нехищных беспозвоночных служит аллохтонный детрит с развивающейся на нем бактериальной флорой. Позже это было подтверждено установлением того факта, что процессы бактериальной деструкции органики в водохранилищах преобладают над процессами продукции (Романенко, 1967). Аллохтонные органические вещества поступают главным образом с боковыми притоками, особенно во время паводка, и с береговой и прибрежной зоны. Массу органического вещества дают, очевидно, защищенные от волнобоя участки прибрежья, зарастающие водной, а в период осушения и наземной растительностью. Приток органических веществ из вышележащих частей Волги по основному руслу перекрывается плотной близлежащего водохранилища.

Боковые притоки составляют «собственный» бассейн водохранилища. По этому бассейну и по его относительной величине (на 1 км² площади или 1 км³ объема водохранилища), как видно из таблицы, волжские водохранилища весьма неоднородны.

родны. По относительному «собственному» бассейну в наиболее выгодном положении оказываются верхние водохранилища — Ивановское и Камское, а также Куйбышевское, у которого, если считать вместе с Окой, получается огромный бассейн. Горьковское и Саратовское, а в особенности Воткинское, Рыбинское и Волгоградское водохранилища уступают в этом отношении Куйбышевскому.

Столь же сильно различаются водохранилища по зарастаемости: процент зарастания по отношению к общей площади водоема колеблется в десятки раз и определяется главным образом конфигурацией берегов и уровнем режимом водохранилища. В большинстве волжских водохранилищ зарастание очень незначительное, зона макрофитов развита слабо.

Исследования, произведенные во второй половине 1960 и в начале 1970 гг. (Митропольский, 1973; Белявская, Вьюшкова, 1971; Громов, Пономарева, 1969; Поддубная и др., 1971; Мордухай-Болтовской, 1972 и наши неопубликованные данные по Куйбышевскому водохранилищу за 1972 г.) показывают, что в последние годы состав и обилие бентоса в волжских водохранилищах в общем изменились незначительно.

Водохранилища	А. Площадь собственного бассейна водохранилища, тыс. га	Б. Площадь водохранилища, км ²	В. Объем водохранилища, км ³	А/В, 1000	А/Б	Площадь зарастания водохранилища, %
Ивановское	41	327	1.1	125	37.3	17—20
Рыбинское	50	4550	25.4	11	2.0	1.3
Горьковское	80	1591	8.8	50	9.1	1.4
Куйбышевское, с Окой	790	6450	58.0	122	14.7	< 1
— — — без Оки	565	6450	58.0	86	9.6	около
Саратовское	79	1831	12.9	43	6.0	5—6
Волгоградское	70	3117	31.4	22	2.2	0.9
Камское	168	1915	12.2	88	13.8	2.1
Воткинское	13	1120	9.4	11	1.4	3.2

Примечание. Площадь и объем водохранилищ — данные кадастра РСФСР. Площадь «собственного» бассейна вычислена по Е. С. Зиневей (1964). Площадь зарастания водохранилищ — по данным В. А. Экзерцева (1974), Ю. М. Матариона и Н. П. Сорокиной (1970).

Наблюдается только тенденция к позрастанию роли олигохет-тубицид, которые в большинстве водохранилищ составляют 60—80% биомассы бентоса. Это явление, видимо, связанное с евтрофикацией, хорошо заметно в Ивановском, Рыбинском, Куйбышевском водохранилищах. Мотыли (*Chironomus*), численность которых, как известно, вообще

из года в год колеблется, но, видимо, в связи с разными условиями размножения имаго, — дают всплески или скопления в отдельные годы и в некоторых местах (в 1966—67 гг. в Горьковском, в 1972 г. — нижнем плесе Иваньковского, в 1968 и 1970 гг. предустьевых участках Рыбинского водохранилища), но в среднем сильно уступают олигохетам. По-прежнему на бывшем русле Волги и других затопленных рек и озер, сильно заиляющихся, биомасса выше, чем на затопленной суше.

В 1968—1973 гг. в Иваньковском водохранилище биомасса бентоса была в среднем $9-10 \text{ г/м}^2$, в Рыбинском в центральных плесах $2-3 \text{ г/м}^2$ (на плас, главным образом на руслах $2-5 \text{ г/м}^2$, на незаиленных площадях $1-2 \text{ г/м}^2$), в предустьевых районах $10-20 \text{ г/м}^2$, в Горьковском на руслах $2-7 \text{ г/м}^2$, на бывшей суше $1-3 \text{ г/м}^2$, в Куйбышевском на руслах $12-18 \text{ г/м}^2$, на бывшей суше $2-3 \text{ г/м}^2$. В Саратовском водохранилище и на руслах и на бывшей суше биомасса бентоса — всего $1-3 \text{ г/м}^2$, в Волгоградском до сооружения Саратовского она колебалась в пределах $1.7-5.0 \text{ г/м}^2$.

Все эти цифры представляют биомассу бентоса без крупных моллюсков. Из них, как и ранее, в наибольшем количестве развивается дрейссена, заселяющая в основном твердые субстраты. Судя по неточным дночерпательным данным, в Нижней и Средней Волге ее биомасса значительно превышает биомассу всего остального бентоса, но в Горьковском водохранилище количество дрейссены заметно меньше, в Рыбинском она встречается лишь местами, преимущественно в предустьевых районах, а в Иваньковском водохранилище попадает единично, за исключением зоны подогрева ГРЭС.

Если не принимать во внимание дрейссену, то биомасса бентоса в общем осталась приблизительно на том же уровне, что и в предыдущие годы. Заметное повышение биомассы наблюдается только в Куйбышевском водохранилище, но в основном в руслах (за счет олигохет), в то время как на бывшей суше биомасса, хотя и повышалась, но оставалась в общем низкой. Следует иметь в виду, что русла занимают обычно небольшую часть площади водохранилища (в Куйбышевском — 16%, в Горьковском — не более 20%, в Рыбинском — 5%).

Сопоставим теперь данные по биомассе бентоса водохранилищ с теми показателями, которые могут характеризовать поступление аллохтонной органики: относительной боковой приточностью и степенью зарастания (таблица). Эти два источника, вероятно, близки друг к другу по значению, и недостаток одного может компенсироваться развитием другого. Из таблицы видно, что оба показателя выше всего (37.3 — и 17–20%) в Иваньковском водохранилище, где наблюдается

и наиболее высокая биомасса бентоса. Во всех остальных водохранилищах с малым процентом зарастания и малой площадью бассейна биомасса бентоса вообще низка, но полного соответствия по отдельным водохранилищам здесь нет, да его и трудно ожидать, так как оказывают влияние и другие факторы. При более высоком проценте зарастания Саровского водохранилища (правда, растительность в нем еще не вполне сформировалась и процент зарастания дан ориентировочно) биомасса бентоса в нем особенно низка, видимо, в связи с его значительной проточностью, препятствующей аккумуляции детрита. Исключительно слабо заросло Куиньшевское водохранилище, но в нем в последние годы наблюдается повышение биомассы бентоса, особенно на руслах. Возможно, что это связано с большой относительной площадью бассейна, если включить в него бассейн Оки.

Весьма низкая биомасса бентоса Камского водохранилища, не соответствующая большой площади его водосборного бассейна и несколько повышенной зарастаемости, по всей вероятности, обусловлена влиянием промышленного загрязнения. Последнее относится и к Воткинскому водохранилищу.

Таким образом, можно полагать, что бедность бентоса большинства волжских водохранилищ в конечном итоге объясняется поступлением аллохтонного органического вещества. Как известно, в днепровских водохранилищах, в которых зарастание значительно больше (между 5 и 25%), биомасса бентоса и вообще вторичная продукция значительно выше, чем в волжских.

Эти данные подтверждают правильность заключения, сказанного и в решениях совещания по повышению экономической эффективности водохранилищ, что для обеспечения более или менее высокой продуктивности водохранилищ необходимо их зарастание не менее чем на 5—10% площади, при этом для малых водохранилищ 7—10%, а для больших (площадью более 100 тыс. га) — 5—7% (М. Болтовской, Экзерцев, 1971).

Институт биологии внутренних вод АН СССР

Н. Ю. СОКОЛОВА Т. Л. ПОДДУБНАЯ

ПРОДУКТИВНОСТЬ БЕНТОСА ВЕРХНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Продуктивность бентоса изучалась на двух подмосковных водохранилищах водоснабжения — Учинском и Можайском, а также на Рыбинском и, частично, Ивановском. На подмос-

ковных водохранилищах исследования бентоса проводились группой сотрудников кафедры зоологии беспозвоночных МГУ, на Рыбинском и Ивановском — Институтом биологии внутренних вод.

Учинское водохранилище, отстойный водоем лопастного типа с постоянным уровнем в течение большей части года, относится к волжской системе водоснабжения. Можайское — регулирующее, руслового типа, уровень имеет большую амплитуду колебаний (до 8 м), относится к москворецкой системе водоснабжения.

Основные материалы по продукции бентоса Учинского водохранилища были доложены на предыдущей конференции Волга-1 (Соколова и Львова, 1971). Продукция дрейссены здесь составила 1660 г (сырой вес с раковинной), продукция хирономид второго трофического уровня в открытой части водоема — около 10 г/м², третьего — около 2 г/м² (здесь и в дальнейшем мы выражаем продукцию в сыром весе, сухой вес донных беспозвоночных в 5—6 раз меньше сырого). В дополнение к этим данным были сделаны расчеты продукции макробентоса в зоне зарослей, величина которой оказалась намного выше, чем в открытом водохранилище, — 175 г/м² фитофильных беспозвоночных, относящихся ко 2-му трофическому уровню, и 25 г/м² — к 3-му. Несмотря на то, что площадь под макрофитами занимает лишь 1/13 часть акватории, в зоне зарослей производится беспозвоночных больше, чем на всей остальной площади водоема в целом. Были рассчитаны коэффициенты P/B для двух видов и групп хирономид и выявлена зависимость их величины от промежутка времени, за который они получены (год, сезон, поколение), и от особенностей жизненных циклов видовых популяций. Как правило, коэффициенты, рассчитанные за одно поколение, у дициклических видов вдвое меньше, чем годовые. Величина годового коэффициента зависит от экологических особенностей вида: у стенобатных моноциклических видов, вылетающих весной и имеющих наиболее интенсивный темп роста осенью, P/B — коэффициент низкий, у стенобатных дициклических видов, 2-й вылет которых совершается в конце лета, он высокий. Отношение продукции видовой популяции за одно поколение к максимальной за период одного жизненного цикла биомассе близко к 3.

В Можайском водохранилище среднелетняя биомасса на 4-й год существования водоема составила 5,7 г/м² (Соколова, 1971). В бентосе осушаемой зоны (среднелетняя биомасса — 5,95 г/м²) доминируют хирономиды (83% от биомассы бентоса), среди которых основное значение имеет *Chironomus plumosus* (55% от суммарной биомассы хирономид и *Procladius* 25%). На бывшем русле, где средняя биомасса бентоса

оставляет $5,43 \text{ г/м}^2$, абсолютно доминирующее положение занимают тубифициды (48% от суммарной биомассы), преимущественно *Limnodrilus hoffmeisteri*, а указанные выше виды прономид занимают подчиненное положение.

Примерная продукция макробентоса была определена помощью Р/В-коэффициентов, полученных для хирономид а Учинском водохранилище, для тубифицид — на Рыбинском (Поддубная, 1973), по данным среднелетней биомассы видовых популяций. Собранные, но еще не полностью обработанные материалы для непосредственных расчетов продукции акробентоса в Можайском водохранилище, позволяют уточнить и внести коррективы в произведенные нами расчеты. По этим приближенным расчетам продукция макробентоса осушаемой зоне (без заливов), относящегося ко 2-му трофическому уровню, составляет около 40 г/м^2 , а к 3-му — около 5 г/м^2 , тогда как на бывшем русле соответственно 25 и 1 г/м^2 . Средневзвешенная по всему водоему продукция донных беспозвоночных 2-го трофического уровня равна 30 г/м^2 . Судя по приведенным расчетам, продукция макробентоса Можайском водохранилище, если не считать заливов и заострей макрофитов, в 3 раза больше, чем в Учинском, что обусловлено, в основном, различиями в питании донных беспозвоночных в этих водоемах, а также, по-видимому, и значительным влиянием выедания бентоса рыбой в Учинском водохранилище в связи с растянутым периодом наполнения водохранилища.

Из бентоса Рыбинского водохранилища определена лишь продукция олигохет (Поддубная, 1974). В отношении остального бентоса мы воспользовались коэффициентами Р/В, полученными для массовых видов хирономид и дрейссены в близком по географическому положению Учинском водохранилище. Многолетние подробные исследования донной фауны проводились на бывшем русле Волги (станция Коприно) на глубинах 8—10 м, занятых серыми илами. Сходство динамики численности и биомассы бентоса на указанной станции с тем, что имеет место с такими же биотопами на других участках, позволило распространить полученные на стационарной галции результаты на биоценозы серых илов вообще. Эти руны в Рыбинском водохранилище занимают бывшие русла Волги, Мологи и Шексны (около 8% от всей площади или 5400 га). Средняя величина биомассы бентоса, представленной в основном хирономидами и тубифицидами, за 15 лет наблюдений равна 18 г/м^2 , из нее 8 г/м^2 приходится на прономид, $8,9 \text{ г/м}^2$ на олигохет. Абсолютно доминирующую часть хирономидного комплекса (97% от биомассы за вегетационный период от апреля до сентября) составляет *Sp. limosus*. По данным А. И. Шиловой (1958, 1960) в открытом

плесе (на русле) этот вид имеет один вылет в первой декаде июня, максимальной биомассы популяции достигает осенью. По данным В. И. Митропольского (устное сообщение) биомасса этого вида в 1973 г. была отмечена в октябре 8 г/м^2 . Отношение продукции одного поколения *Limnodrilus* к максимальной биомассе за период одного жизненного цикла в Учинском водохранилище (Соколов, 1977) в Белом озере (Боруцкий, 1939) составило 2,4. Согласно этому коэффициенту, продукция данного вида, определяющая по существу продукцию хирономид в целом, в profundal на серых илах равна 20 г/м^2 . Среди тубифицид массовыми видами являются *Isochaetides newaensis* Mich., *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. и *Potamothrix hammoniensis* (Mich.). Почти 90% их биомассы приходится на первый вид. Жизненный цикл *I. newaensis* продолжается три года, размножение начинается во второй половине мая и длится до середины июля. После размножения половая система червей резорбируется, и вес их снижается почти в два раза. Часть старых особей отмирает, благодаря чему в июле биомасса популяции снижается. К сентябрю половая система червей старше год восстанавливается, за счет чего к октябрю резко повышает биомассу.

Расчет продукции тубифицид был произведен по методу Бойсен-Пенсена (Поддубная, 1974). Прирост популяции *I. newaensis* колеблется от 15 до 35 г/м^2 биомассы в год. Годовые коэффициенты варьируют от 2,6 до 5,7. Р/В-коэффициент за вегетационный период равен 2,7. Продукция олигохет в целом за период с мая по октябрь по данным 1971 г. составила $45,6 \text{ г/м}^2$. Отношение продукции тубифицид за вегетационный период к средней за этот период биомассе равнялось 3,5. Продукция макробентоса, относящегося ко 2-му трофическому уровню, в целом на серых илах в Рыбинском водохранилище составляет, таким образом, примерно 65 г/м^2 . Следует подчеркнуть, что приведенные расчеты дают оценку продуктивности серых илов, наиболее богатых легко усвояемым органическим веществом, представляющим пищу для донных беспозвоночных; эти илы заняты лишь 8% акватории. Принимая во внимание, что на большей части Главного плеса, т.е. основной акватории водохранилища, биомасса бентоса не превышает 1 г/м^2 , а на илах переходного типа она колеблется в пределах $1-5 \text{ г/м}^2$, естественно, что продукция бентоса в среднем на единицу площади дна всего водохранилища составит значительно меньшую величину. Если принять, что Р/В-коэффициент видовых популяций и бентоса в целом в разных биотопах более или менее постоянен¹, с

¹ Мы исходим из предположения, что несмотря на благоприятные трофические условия для донных беспозвоночных на их росте отрицате

ответственно соотношению средних биомасс на разных грунтах (Поддубная и др., 1971), то при таком допущении продукция бентоса 2-го трофического уровня на переходном иле составит около 25 г/м², на песчанистом иле 14 г/м² и меньше всего олигохет и хиропоид продуцируется на чистых песках и почвах — около 6–7 г/м². При пересчете на всю площадь водохранилища (без учета мелководий) средняя продукция «мирного» бентоса составляет около 20 г/м² и довольно близка к продукции северных озер (Winberg, 1970). Следует отметить, что в наших расчетах не принимались во внимание моллюски, из которых большое значение имеет дрейссена. Названные величины продукции весьма ориентировочны и будут уточнены в дальнейшем.

Иваньковское водохранилище, расположенное в верхней части Волжского каскада, в отличие от нижележащих водоемов, имеет обширную зону заросших, заболачиваемых мелководий и относительно постоянный уровень в период открытой воды, обладает лучшими условиями продуцирования макробентоса. Для этого водохранилища рассчитана только продукция олигохет, обитающих на серых илах бывшего русла. Популяции других видов зообентоса исследованы недостаточно полно. Годовая продукция тубифицидного комплекса составляет 62% общей биомассы бентоса, включающего два доминирующих вида *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Potamothenis hammoniensis*, была равна в 1969 г. 35 г/м². В водоеме резко выделяется зона подогретых вод Канаковской ГРЭС, где продукция олигохет в 1,5–2 раза выше, чем на остальной территории за счет продления вегетационного периода и ежегодного отрождения двух генераций молоди.

Московский университет
Институт биологии внутренних вод АН СССР

И. Г. СТРОГАНОВ, А. И. ПУТИНЦЕВ, Е. Ф. ИСАКОВА, В. И. ШИГИН

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ПОСТУПАЮЩИХ В ВОЛГУ

В условиях нарастающего загрязнения водоемов токсичными веществами, поступающими со сточными водами коммунальных и промышленных предприятий, оценка санитарного состояния будет неполной без учета токсичности сбрасываемых веществ.

но сказывается действие низкой температуры, так как серые илы занимают большие глубины. Другие биотопы находятся на меньших глубинах, где температура выше, но на темп роста могут сказаться плохие трофические условия.

ваемых в него вод. О результатах влияния токсических веществ на рыбохозяйственные водоемы судят по ухудшению санитарных условий, массовой гибели рыбы, икры, молоди, потери товарных качеств рыбы, нарушению условий ее естественного воспроизводства, снижению эффективности рыбоводно-мелиоративных мероприятий и т. п.

В отношении Волги имеются предпосылки для проведения исследований по выявлению основных источников загрязнения реки и ее притоков токсичными стоками. Имеется также необходимость определения их острой токсичности и степени разбавления, при которой она снимается.

Эти задачи и стояли перед водными токсикологами во 2-й Волжской комплексной экспедиции АН СССР (1972 г.). Для их решения был использован экспресс-метод, который позволил сравнительно быстро (до пяти суток) дать ответ о наличии острой токсичности у сточных вод. В качестве тест-объектов были взяты дафнии (*Daphnia magna* Straus), большой прудовик (*Limnaca stagnalis*), гуппи (*Lebister reticulatus*).

Нами проведена оценка токсичности 58 стоков. Исследованы сточные воды, сбрасываемые в реку в районе крупных городов на Волге от г. Горького до г. Волгограда, включая г. Дзержинск на р. Оке. О степени токсичности сточных вод судили по времени наступления гибели 50% исследованных гидробионтов по 4-балльной системе. Данные об острой токсичности сточных вод для гидробионтов представлены ниже:

Группа сточных вод	Время наступления гибели 50% особей		
	дафния	прудовик	гуппи
А	7 мин — 21 час	5 мин — 22 час	8 мин. — 16 час
Б	5 мин. — 2 суток	10 мин — 3 суток	1,5 час — 5 суток
В	40 мин — 1,5 суток	3 суток — 5 суток	больше 5 суток

Как видно из приведенных данных, все исследованные сточные воды обладают весьма сильной или сильной токсичностью. Однако, среди них можно выделить стоки:

группы А — вызывающие гибель 50% особей каждого из исследованных видов гидробионтов (дафний, прудовиков, гуппи);

группы Б — вызывающие гибель 50% особей двух из исследованных видов гидробионтов (дафний и прудовиков, или дафний и гуппи);

группы В — вызывающие гибель 50% особей только одного вида (дафний).

По силе влияния на водные организмы, живущие в реке в районе сброса исследованных стоков, последние можно расположить, по-видимому, в таком же порядке как группы токсичности. Наши наблюдения во время экспедиции показали, что вода одного из стоков группы А оказала чрезвычайно сильное влияние на качество воды и рыбные запасы в одном из притоков Волги. Темно-серые стоки с резким неприятным запахом из озера-отстойника через водосливное сооружение попадают в залив этого притока. Вода сохраняет такой цвет и запах вплоть до впадения в основное русло притока, а затем в Волгу -- приблизительно на расстоянии около километра от озера-отстойника. Весьма сильная токсичность воды для дафний, прудовиков, гуппи снижается лишь на расстоянии около 600 м от озера (при ширине залива притока около 200—250 м). Уже в течение 5 лет рыбаки не ловят рыбу ни в притоке, ни в районе впадения его в Волгу, хотя раньше ее было много. Население не использует воду притока.

Сточные воды группы В менее токсичны, чем группы А, но и они оказывают вредное влияние не только на наиболее чувствительный тест-объект -- дафний, но и на других гидробионтов, если влияние сточных вод продолжается в течение длительного времени. Отмечено, что в одном из исследованных районов сброса сточных вод группы В за 3—5 лет несколько уменьшились уловы рыб, вода и рыба приобрели посторонний запах.

Анализ результатов влияния разбавления сточных вод на уменьшение их токсичности показал, что нет совпадения между разделением их на группы токсичности и степенью снижения ее с разбавлением.

Нами выделены сточные воды, которые теряют острую токсичность при разбавлении. Установлено, что для снятия острой токсичности сточные воды, не подвергающиеся обработке на очистных сооружениях, необходимо разбавить в 10—200 раз. Выявлена сильная токсичность некоторых условно-чистых вод и необходимость разбавления их от 10 до 50 раз. Такая индивидуализация сточных вод по уменьшению токсичности при разбавлении дает конкретную характеристику и материал для прогнозирования их влияния на фауну водоемов.

Проведенные опыты по определению острой токсичности стоков, прошедших биологическую очистку или очистку на очистных сооружениях, свидетельствуют о необходимости совершенствования этих способов очистки и методов контроля за эффективностью их работы.

Исследования на гидробионтах проб речной воды из 7 мест Волги не выявили их острой токсичности.

В заключение были проведены опыты по определению

токсичности воды, взятой из разных мест Волги по разрезу в 53 км выше г. Астрахани. В неразбавленной волжской воде дафнии не гибли. Однако, несмотря на протекание в течение длительного времени процессов самоочищения (16 дней до опыта и 30 дней во время опыта), она сохранила признаки вредности для жизнедеятельности дафний. По сравнению с животными, жившими в москворецкой воде (контроль), подопытные дафнии в волжской воде снизили плодовитость на 39--44%. После разбавления волжской воды москворецкой (в 2--8 раз) вредность ее снижается, но не устраняется полностью. Плодовитость дафний снижается на 8--18%.

Надо полагать, что сохранение токсичности волжской воды говорит о присутствии в ней либо тяжелых металлов, либо каких-то других устойчивых веществ, не разрушающихся в течение длительного времени в процессе самоочищения воды.

Таким образом, с помощью указанной методики выявлены стоки, обладающие той или иной степенью токсичности для гидробионтов и наносящие ущерб водоему. Следует иметь в виду, что при поступлении токсикантов в малых концентрациях изменения в водоемах протекают очень медленно, в течение ряда лет. По-видимому, восстановление исходного состояния займет еще больший период времени. Поэтому, чем раньше будут приняты меры по ликвидации основных источников загрязнения водоемов токсическими веществами, тем меньший ущерб будет нанесен водоему.

*Московский Государственный университет
Институт водных проблем АН СССР*

И. И. КИБАЛЬЧИЧ, Л. В. КАЗРИН Ю. В. НОВИКОВ

САНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАРЕГУЛИРОВАННОЙ ВОЛГИ

(современное состояние и перспективы)

В проблеме комплексного использования водохранилищ гигиена определяет разработку вопросов охраны водохранилищ от загрязнения. Проводимые гигиенические исследования направлены на обеспечение «здорового» состояния водоема, с постоянно высоким качеством воды, свободный от любых недостатков для основного потребителя человека. Как известно, это положение закреплено Государственным законодательством и признании примата питьевого, культурно-бытового и лечебно-оздоровительного водопользования перед всеми другими видами

Волга — объект давних санитарных исследований. Уже в течение ряда лет ученым и медицинским Советом Минздрава РСФСР ведется планирование исследовательских работ на водоемах волжского бассейна. Головной Институт гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, научно-исследовательские санитарные институты (Куйбышевский, Саратовский) и кафедры гигиены медицинских институтов в приволжских городах, широко привлекающие органы санитарно-эпидемиологической службы, осуществляют систематические наблюдения за состоянием Волги. После зарегулирования ее стока эти исследования раскрывают санитарные особенности условий водоснабжения как на отдельных крупных искусственных водоемах, так и в их взаимосвязи в каскаде.

По мере создания одного за другим водохранилищ на Волге и Каме возникали все новые вопросы, требующие научно-гигиенического освещения. Изучение в первые периоды строительства и формирования водохранилищ, когда основной санитарной задачей была доброкачественная подготовка их ложа и берегов, позволило накопить научный материал, который лег в основу разработанных санитарных правил, определивших практику проектирования и строительства водохранилищ на долгие годы.

Одновременно возникла необходимость гигиенического изучения водохранилищ в период эксплуатации. Накопленные материалы все более подтверждают, что зарегулирование загрязненных водоемов, как правило, ухудшает их санитарное состояние. Проводимые исследования раскрывают роль основных факторов, ухудшающих водоемы как источники водоснабжения населения. К ним относятся хозяйственная деятельность человека и особенности гидрологического режима.

Результаты этих исследований в виде гигиенических рекомендаций обновляют и дополняют санитарное законодательство по зарегулированным водоемам. Так, в последнем издании «Санитарных правил» преимущественное внимание уделяется вопросам эксплуатации водохранилищ; материалом для них послужили, главным образом, исследования, выполненные на волжских и камских водохранилищах.

Важнейшим практическим выводом из этих исследований является заключение о необходимости составления прогноза качества воды в водохранилище на стадии его проектирования. Принципы и материалы гигиенического нормирования, используемые в качестве научной основы для такого прогноза, позволяют рекомендовать практические мероприятия по оздоровлению внешней среды на перспективу.

Разрабатываемая в настоящее время гигиеническими и проектными организациями (Институт гигиены им. Эрисмана, «Гидропроект») методика такого прогноза исходит из сле-

дующих элементов: 1) сбора и анализа данных об исходном состоянии водоема и о существующих источниках его загрязнения, а также об объектах строительства, намечаемых на перспективу; 2) установления расчетным путем соответствия качества воды в водохранилище у пунктов водопользования нормативным требованиям; 3) разработки, по мере необходимости, мероприятий по снижению концентрации загрязнения в сбросных водах за счет утилизации их в производстве, усовершенствования методов очистки, улучшения процессов смещения в водоеме и т. п.

Рассматривая наши соображения по методике прогноза как предварительные, необходимо подчеркнуть, что проблема прогноза качества воды в зарегулированных водоемах сейчас стала первоочередной. Требуется дальнейшее уточнение методов, верное слово по совершенствованию расчетов должны сказать гидрологи; необходима разработка общедоступных методов для оценки хода биологических процессов самоочищения; техники и технологи должны предложить наиболее рациональные приемы обработки и отведения сточных вод, исходя из того, что даже очищенные стоки с примесью тяжелых металлов или стойких токсических веществ к сбросу в водохранилища недопустимы; ближайшей задачей гигиенистов станет накопление опыта по оценке эффективности прогнозов на отдельных объектах.

Как показали исследования, наибольшее санитарное значение для волжских водохранилищ имеет проблема взаимосвязи гидрологического режима и качества воды. Большая роль при этом принадлежит колебанию уровня воды в созданных водохранилищах, что может повлиять на подпор подземных вод и ухудшить условия питьевого водопользования из прибрежных источников (Куйбышевская, Саратовская области). В качестве примера может служить г. Жигулевск, где в связи с поднятием уровня изменилось качество воды и осуществлен вынужденный перевод водоснабжения города с подземных источников на поверхностный.

Понижение уровня при летней сработке приводит к образованию мелководий, подвергающихся в летнее время «цветению», а при ежесуточной сработке, соответственно режиму работы гидростанции, к непостоянству качества подземных вод, являющихся источниками питьевого водоснабжения населения (г. Куйбышев).

Особенно сказывается колебание уровня на санитарном состоянии в нижних бьефах водохранилищ ввиду возможного изменения направления течений, а с ними и грязных вод к водозаборам (Куйбышевское и Камское водохранилища). В этих случаях часто обнаруживаются патогенные микробы кишечной группы по пути распространения сточных вод, что

подтверждает существование антисанитарных условий в нижнем бьефе, способствующих передаче кишечных инфекций через воду.

Нежелательным в санитарном отношении процессом является замедление течения воды, в результате чего у мест выпуска сточных вод создаются накопления загрязнителей в твердой или растворенной фазе и образование вторичных очагов загрязнения водоема.

Специальные исследования особенностей распространения загрязнения в нижнем бьефе доказали, что эти участки оказываются в худшем положении по сравнению с чашей водохранилища, поэтому наряду с установлением достаточной величины минимального внутрисучного пропуска, необходимо сглаживание колебаний уровня в нижнем бьефе. К настоящему времени имеются наглядные примеры направленного улучшения санитарного состояния водоемов в период их эксплуатации за счет мероприятий, выполненных в соответствии с выявленными в процессе научных исследований закономерностями (нижний бьеф Камского и Куйбышевского водохранилищ).

Большое количество гигиенических исследований было посвящено изучению поведения сточных вод в водохранилищах, механизму передачи вредных веществ со стоками (Камское, Куйбышевское, Саратовское, Волгоградское). Как показывают многолетние исследования на Иваньковском водохранилище, проведенные мероприятия по упорядочению режима крупной теплоэлектростанции, ограничение ее мощности, создание очистных сооружений дали положительный санитарный эффект, освободив водоем от специфических веществ (нефтепродуктов, иввиоля и др.). Этот опыт приобретает сейчас особенно большое значение в свете развернутой программы оздоровления Волги, принятой ЦК КПСС и Советом Министров СССР. Изучение влияния теплообменных вод ТЭС подтверждает необходимость изменения температурного норматива воды с учетом физиологических требований человека.

Изучение санитарных условий при спуске сточных вод нефтехимических предприятий в Горьковское и Куйбышевское водохранилища убедительно показали необходимость углубленной их доочистки с целью предотвращения токсического воздействия на водоемы. При этом получены интересные в научном и практическом отношении данные по воздействию этих вод на микрофлору и поставлен вопрос об использовании новых биологических тестов для оценки токсичности.

В связи с поставленной в государственном масштабе задачей повышения экономической эффективности использования водохранилищ, большое внимание в исследованиях по-

следнего времени уделялось гигиенической оценке проводимых на водохранилищах хозяйственных мероприятий.

К настоящему времени имеются убедительные данные о пестицидах и ядохимикатах, обладающих высокой стабильностью, которые, вымываясь с обрабатываемых полей, способны переноситься и эмульгироваться поверхностно-активными веществами. Они заметно меняют органолептические свойства воды в десятых долях мг/л (ДДТ), а по отдельным веществам в тысячных долях мг/л.

Большинство этих веществ обладает способностью накапливаться в организме теплокровных животных. Для южных районов Волги этот вопрос имеет существенное значение. В настоящее время санитарные органы имеют инструкции, разработанные гигиеническими учреждениями в предупреждение возможности загрязнения водоема. Изучение новых химических препаратов продолжает оставаться важной гигиенической задачей сегодняшнего дня.

Первые опыты по использованию водохранилищ для разведения (Сусанский залив Куйбышевского, небольшие водохранилища Московской области) показали, что при правильном режиме этих хозяйств в условиях сезонного выращивания рыбы, они могут не оказывать отрицательного влияния на качество воды при правильной регламентации сброса из прудов в период освобождения от рыбы. Соответствующие инструкции разработаны для санитарных учреждений.

В задаче повышения экономической эффективности создания водохранилищ важными на ближайшую перспективу являются вопросы оптимизации санитарных условий использования их для рекреационных целей: размещения учреждений в зависимости от их назначения, режима использования и численности отдыхающих; типа благоустройства; гидрологических условий на участках, используемых для купания. Необходимо уточнение гигиенических нормативов качества воды для таких водоемов.

Мало изучены условия сброса сточных вод крупными животноводческими и птицеводческими фермами, которые все больше строятся вокруг крупных городов. Этот круг вопросов, с участием заинтересованных ведомств, нуждается в неотложной научной разработке для гигиенических рекомендаций.

На современном этапе исследований водохранилищ, когда поставлены актуальные вопросы о повышении эффективности использования их, об изучении последствий создания их для населения и отраслей народного хозяйства, должен получить дальнейшее развитие принцип комплексности. Необходимо интегрирование результатов исследований для улучшения программ, методик и т. п.

В этой связи, бесспорно, полезной формой окажутся организуемые АН СССР экспедиции для комплексных исследований Волги с целью разработки единой схемы охраны природных вод ее бассейна.

Московский институт географии им. Ф. Ф. Эриксона

Г. В. НИКОЛЬСКИЙ, А. Г. ПОДДУБНЫЙ, М. А. ФОРТУНАТОВ

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

Водохранилища являются водоемами с искусственно зарегулированным стоком, в которых сохраняются запасы воды для их последующего использования в различных целях. Каждое водохранилище может рассматриваться с трех точек зрения: как искусственный водоем, т. е. физико-географический комплекс ландшафта, видоизмененный человеком, как хозяйственный объект и как экосистема.

В качестве хозяйственного объекта водохранилище может быть заполнено в интересах одной или нескольких отраслей народного хозяйства. В хозяйстве социалистических стран нельзя ограничиваться оценкой значения того или иного водохранилища с позиции только отдельной отрасли хозяйства, а необходимо стремиться к всестороннему комплексному использованию всех потенциальных возможностей водоема. Это положение остается справедливым даже в тех случаях, когда строительство плотины и расходы, связанные с заполнением какого-либо водохранилища, финансировались одним ведомством.

Рыба является одним из компонентов всякого водоема как экосистемы. В каждом естественном и искусственном водоеме, заполненном природными водами и освещенном солнцем, под воздействием фотосинтеза происходит трансформация солнечной энергии и синтезируется органическое вещество. Производимое вещество видоизменяется на различных трофических уровнях, проходя через стадии первичной, вторичной и конечной продукции. Число звеньев продукционного процесса может быть различным в разных условиях. Рыба является конечным звеном этой трансформации. Населяющая водохранилища рыба может быть использована как пищевой продукт, или служить сырьем для промышленной переработки, или использоваться в сельском хозяйстве (кормовая мука, удобрение и т. д.).

В водохранилищах разных типов и различного хозяйственного назначения интенсивность продуцирования и формы использования рыбы сильно варьируют. Точно также не окажется одинаковой оценка роли рыбы как одного из компонентов экосистемы и происходящих в ней процессов круговорота вещества и энергии.

Обитающая в водоеме рыба в первую очередь должна использоваться как сырьевая база промышленного рыболовства. Однако не во всех водоемах промышленное рыболовство является наиболее рентабельным, передовым и рациональным. В окрестностях больших городов и курортов при эксплуатации небольших водохранилищ одно из первых мест стало занимать использование водоемов как рекреационных угодий, т. е. как места отдыха населения, водного спорта и спортивного рыболовства.

Как пример большого значения рекреационного использования при эксплуатации водоема можно привести Залесское водохранилище на р. Свислочи, Тбилисское на Самгорском канале близ Тбилиси, Клязьминское в Подмосковье. Залесское водохранилище было специально спроектировано и заполнено как рекреационное. В Тбилисском — рекреационное использование сочетается с подачей воды для водоснабжения некоторых районов г. Тбилиси. Основное назначение Клязьминского — обеспечение судоходства по каналу им. Москвы. Однако рекреационное использование, в том числе любительский лов рыбы на этом водоеме также имеют очень большое социальное и народно-хозяйственное значение.

Хозяйственная ценность рыб, населяющих водохранилища, не ограничивается тем, что рыба является ценным продуктом питания, а любительский лов популярным видом спорта. Некоторые виды растительноядных рыб являются хорошими биологическими мелноротами, препятствующими зарастанию водоемов. В первую очередь это относится к белому амуру, питающемуся высшей водной растительностью и толстолобикам, питающимся планктоном. Для предотвращения зарастания каналов, водохранилищ транспортного назначения и прудов-охладителей тепловых электростанций вселение белого амура приносит большую пользу.

Несомненное мелноротативное значение может иметь посадка в водохранилище белого толстолобика, питающегося фитопланктоном. Этот вид интенсивно поедает протококковые, диатомовые и синезеленые водоросли.

Вселение растительноядных рыб в Каракумский канал, обслуживающие его водохранилища и Голодностепский коллектор может служить одним из наиболее наглядных примеров удачного применения методов биологической мелнорации водоемов.

Можно предполагать, что регулярный выпуск растительноядных рыб в водохранилища Днепроовского каскада также принесет существенную пользу. Из водохранилищ Волжского каскада посадка растительноядных рыб наиболее перспективна в Ивановском и Саратовском.

Разбирая вопрос о роли рыб как одного из компонентов экосистемы водохранилищ необходимо отметить, что в процессе роста рыба аккумулирует в своем организме содержащиеся в воде соединения азота, фосфора и других биогенных элементов. Желательно, чтобы в водохранилищах происходило интенсивное продуцирование ихтиомассы с одновременным быстрым удалением рыбы путем регулярного и интенсивного лова. Такое сочетание полезно как одно из мероприятий борьбы с евтрофированием внутренних водоемов.

Избыточное евтрофирование водоемов, в том числе и водохранилищ, за последние годы стало обычным явлением во многих промышленно-развитых странах и в СССР. Особенно ускоряются последствия евтрофирования водоемов в тех странах, где широко применяются минеральные удобрения. Процесс евтрофирования усиливается при сбросе в водоемы сточных вод городов и промышленных предприятий.

В то же время надо помнить, что даже идеальная очистка сточных вод с разложением всех органических веществ до минеральных соединений не останавливает процесса евтрофирования. Химические методы изъятия из очищенных вод соединений азота и фосфора в минеральной форме до сих пор очень дороги и не всегда применимы. Наиболее удобным методом регулирования евтрофирования водоемов до настоящего времени является выкашивание растущей в водоеме высшей водной растительности с немедленным ее удалением, а также интенсивное разведение в водоемах быстрорастущих рыб и непрерывный их отлов.

Удаление из воды избыточного количества азота и фосфора путем усиленного разведения и отлова рыбы наиболее существенно при эксплуатации водохранилищ, главной задачей которых является коммунальное водоснабжение.

Существует группа водохранилищ, рыбохозяйственное использование которых в первую очередь должно преследовать цель воспроизводства особенно ценных пород. Например, в Волгоградском водохранилище основное внимание должно уделяться улучшению условий воспроизводства осетровых. Большие работы должны быть проведены по устройству искусственных перестилей. Кроме того, на рыбоводных заводах должны быть оборудованы и расширены бассейны для выдерживания молоди осетровых до стадии окрепших сеголетков. В водохранилищах, созданных в Мурманской области на реках Туломе и Вороньей, основное внимание должно быть

направлено на улучшение условий воспроизводства семги, кумжи, горбуши и сига. При строительстве водохранилищ в горных и высокогорных районах в проектах должны предусматриваться рыбоводные заводы для разведения форелей, обязательно с бассейнами для выдерживания молоди до стадии сеголетков.

Пруды-охладители тепловых электростанций должны использоваться для разведения и нагула теплолюбивых рыб. Это позволит значительно расширить к северу ареал разведения и нагула зеркального карпа. Весьма желательно шире применять ускоренный откорм годовиков карпа, содержащихся в садках из синтетической дели, что удачно применяется в водохранилище Литовской ГРЭС.

*Московский государственный университет
Институт биологии внутренних вод АН СССР*

Л. А. КУДЕРСКИЙ

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА

Уровень вылова рыбы, достигнутый в водохранилищах Волжско-Камского каскада относительно невелик и значительно отличается от первоначальных прогнозных оценок. Сложившееся положение с развитием рыболовства настоятельно требует проведения детального анализа хода формирования сырьевых ресурсов и разработки путей рыбохозяйственного освоения этих водоемов. Волжско-Камские водохранилища расположены в густо населенных промышленно развитых районах страны и должны служить важным источником получения полноценной столовой рыбы.

Ход становления жизни в водохранилищах обычно подразделяется на ряд этапов, для выделения которых часто принимаются показатели, отражающие особенности изменения качественного состава фауны (преимущественно ихтиофауны). Такой подход не позволяет достаточно полно вскрыть процесс развития водохранилища как промыслового водоема. С точки зрения познания закономерностей формирования рыбохозяйственных качеств водохранилищ, ход их становления более правильно разделять на отдельные этапы на базе анализа особенностей биопродукционных процессов, протекающих в этих водоемах и предшествовавших им рекам.

В момент заливки водохранилища и в первый период его существования отмечается интенсивное возрастание всех показателей, характеризующих биологическую продуктивность водоемов. Благодаря этому, уровень трофики, по сравнению

с речными условиями, повышается. Однако период роста биопродуктивности обычно ограничен. Он сменяется периодом относительной стабилизации, длительность которого определяется соотношением величины поступления (из всех источников) биогенных элементов и органических соединений в общий круговорот вещества и энергии в водохранилище, с одной стороны, и выносом их в нижний бьеф и частичным захоронением в грунтах, с другой. При преобладании в этом круговороте расходной части состояние стабилизации на высоком трофическом уровне оказывается кратковременным и сменяется определенным снижением биопродукционных показателей. Этот процесс может протекать до тех пор, пока не установится относительное соответствие между приходной и расходной частями на новом более низком уровне.

Своевременное проведение соответствующих хозяйственных мероприятий, с учетом закономерностей становления жизни в водохранилищах, позволяет влиять на ход изменения биопродукционных процессов, направляя их по желательному для рыбного хозяйства пути.

Анализ гидробиологических и ихтиологических материалов по водохранилищам Волжско-Камского каскада позволяет сделать заключение, что в современный период для ряда из них характерно некоторое снижение уровня трофии по сравнению с первыми годами их существования. Наглядным показателем снижения биопродуктивности некоторых водохранилищ этой группы может служить уменьшение в них уловов рыбы, не связанное с прямым воздействием промысла. В связи с этим перед рыбохозяйственной наукой возникает задача разработки путем нейтрализации негативных явлений, проявляющихся в процессе формирования некоторых водохранилищ, а также подготовки мероприятий, могущих обеспечить не только восстановление, но и дальнейший рост выхода продукции.

Разрабатываемые пути развития водохранилищного рыбного хозяйства в условиях Волжско-Камского каскада должны включать в себя как воздействие на видовой состав и биологическую структуру стад промысловых рыб и их воспроизводство, так и контроль над кормовой базой и абиотическими условиями обитания рыб.

Намечаемые работы по рыбохозяйственному освоению рассматриваемых водохранилищ вполне естественно подразделяются на следующие основные направления:

- 1) обеспечение воспроизводства запасов промысловых рыб в условиях неблагоприятного уровня режима за счет применения искусственных нерестилищ различных типов, строительства нерестилищ с регулируемым уровнем, выращивания посадочного материала на отселенных мелководьях,

отгороженных заливах, в нерестово-выростных хозяйствах и т. д.

2) повышение продуктивности водохранилищ за счет оптимизации уровня режима в летний период, обеспечивающей летование мелководной зоны и зарастание ее высшей (луговой) растительностью;

3) проведение работ по акклиматизации новых видов рыб, обеспечивающих более полное потребление имеющейся кормовой базы; вселение бентосных и планктонных видов кормовых беспозвоночных;

4) использование мелководной зоны для создания хозяйств по выращиванию товарной рыбы с использованием как естественных, так и искусственных кормов;

5) регламентация различного рода антропогенных влияний, включая упорядочение любительского рыболовства и использования водохранилищ в целях рекреации;

6) охрана запасов промысловых рыб в условиях растущего забора воды для нужд сельского хозяйства и различных отраслей промышленности;

7) переход к рациональному ведению промысла, основанному на изъятии из водоема всех групп рыб (ценных и мелкочастиковых) в объемах, сбалансированных с их фактическими запасами (с учетом естественного и искусственного воспроизводства).

Перечисленные работы необходимо осуществлять в едином комплексе, так как только одновременное совместное выполнение указанных мероприятий может обеспечить успешное развитие водохранилищного рыбного хозяйства.

Рыбохозяйственное освоение водохранилищ является относительно молодым и специфическим направлением пресноводного рыбного хозяйства с пока еще недостаточным опытом работы. В связи с этим на практике все еще приходится сталкиваться с попытками освоения водохранилищ по традиционным образцам, известным как морское, озерное и речное рыболовство. Последнее, несомненно, служит одной из причин того, что водохранилищному рыбному хозяйству пока присущ ряд недостатков, устранение которых позволит увеличить эффективность освоения этих водоемов.

Водохранилища Волжско-Камского каскада могут обеспечить получение значительно большего количества рыбы, но для этого необходимо изменить формы и методы ведения рыбного хозяйства на них с учетом особенностей их режима и многоцелевого назначения.

*Государственный научно-исследовательский институт
испытаний и акклиматизации рыбного хозяйства*

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБНЫХ ЗАПАСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛГИ

Воспроизводство рыбных запасов водохранилищ, как и естественных пресноводных водоемов, определяется сложным комплексом факторов абиотических, биотических и антропогенных, выделить из которого влияние отдельных компонентов среды практически невозможно. Однако по результату своего воздействия разные факторы не равноценны и из них могут быть названы ведущие, создающие как бы основной фон и направляющие течение всех биологических процессов в водоеме. В то же время нужно учитывать, что и более частные, на первый взгляд не существенные, условия при определенной ситуации в водоеме могут привести к всплеску численности или резкому ее снижению у отдельных видов рыб.

Проблема воспроизводства включает в себя вопросы обеспечения выживания особей популяции на всех этапах жизненного цикла: количество и качество производителей, условия размножения, нагул и выживание в условиях зимовки, вылов и т. п.

При обеспечении оптимальных условий на нерестилищах не требуется особенно большого количества производителей для поддержания высокой плотности популяции, что подтверждается резкой всплеской численности фитофильных рыб в первые годы заполнения многих водохранилищ, несмотря на малочисленность исходного стада производителей в реке на данном участке (Цимлянское — Лапчикий, 1970; Куйбышевское — Лукин, 1964; Горьковское — Ильина, 1960). Это происходит в результате реализации потенциальной возможности вида за счет исключительно высокой плодовитости, рассчитанной на массовую гибель потомства на разных этапах развития при отклонении факторов среды от нормы.

Существенное влияние на численность поколения оказывает качество производителей: возраст, темп роста, степень нагула самок и прирост за последний год, содержание жира в мышцах и внутренностях и т. п. Эти показатели зависят как от условий обитания данного вида вообще в исследуемом водоеме, так и от гидрометеорологической обстановки в год проведения наблюдений. Например, по данным В. И. Владимирова и др. наилучшее потомство дают самки в расцвете жизненных сил, в зрелом возрасте. Потомство молодых самок хуже и плохой результат получается от нереста старых производителей. По наблюдениям В. М. Володина потомство тугорослых производителей менее жизнестойко, чем от родителей с хорошим темпом роста.

Кроме качества икры, большое значение имеют те условия, в которые она попадает после нереста. Как правило, нерестовый ареал — потенциально пригодные для икрометания биотопы — рыбами соответствующей экологической группы полностью никогда не используется и фактически площади эффективных нерестилищ значительно меньше. По проведенным на Рыбинском водохранилище наблюдениям, фитофильные виды рыб откладывают икру только по краю, не проникая в глубь зарослей. Наилучшее выживание икры происходит на одиночных кочках. Среди густой растительности икра быстро уничтожается хищными беспозвоночными. При нормальном затитии нерестилищ только около 20% растительности, имеющейся на мелководьях, используется в качестве субстрата для икры, причем одни и те же кочки могут посещаться неоднократно разными партиями производителей при повторных подходах. При недостатке нерестилищ икра откладывается на любой растительный субстрат очень плотно, иногда в несколько слоев, что ведет к гибели большей ее части.

Нагул молоди у туводных пресноводных видов происходит, как правило, в течение всего лета вблизи мест нереста, поэтому выживаемость личинок и мальков зависит от условий на этих биотопах. Молодь фитофильных рыб связана с прибрежными мелководьями и отходит в глубь водоема в разные сроки в зависимости от гидрометеорологических условий года. Запрограммированного покатного этапа у нее нет.

Естественное воспроизводство рыбных запасов водохранилищ имеет свою специфику по сравнению с природными водоемами той же зоны. В них особенно велико влияние антропогенных факторов, начиная уже с создания самого водоема. Цель, которая при этом преследуется, накладывает отпечаток прежде всего на водный режим водохранилища, а через него на все происходящие процессы.

Из абиотических факторов, определяющих основной характер условий размножения в водохранилищах, главными являются уровень и температурный режимы. По сравнению с рекой в водохранилищах весной запаздывает прогрев водной массы, на местах зимовки рыбы дольше сохраняются низкие температуры, задерживающие дозревание половых продуктов у производителей, в результате нерест сдвигается на более поздние сроки.

Одним из наиболее важных условий успешного нереста является синхронность наступления нерестовых температур и затития нерестового субстрата, что наблюдается далеко не всегда. Этот момент имеет значение не только для процесса икрометания, но и последующего нагула молоди. Термический режим пока не поддается воздействию человека, тогда как

уровень водохранилищ в значительной степени зависит от его хозяйственной деятельности. Прежде всего он связан с их проектным назначением и интересами основных пользователей: энергетики и транспорта. С требованиями рыбного хозяйства до последнего времени не считались и только сейчас делаются попытки примирить противоречивые запросы разных отраслей народного хозяйства.

Условия воспроизводства рыбных запасов в разных водохранилищах существенно различаются, что связано с типом регулирования уровня, морфометрией водоема, географическим расположением, положением в каскаде и, наконец, возрастом водоема, т. е. этапом формирования.

В период заполнения водохранилища далеко не везде наблюдалась вспышка численности фитофильных рыб (Волгоградское, Саратовское, Шекснинское водохранилища) в результате сочетания неблагоприятных условий, вызванных несвоевременным подъемом уровня.

В Волгоградском водохранилище ежегодно объем и сроки сброса воды в низовьях дельты Волги приходится, как правило, в период массового нереста рыб, вызывая осушение нерестилищ с отложенной на них икрой, отход производителей с мест нереста в русловые участки и резорбцию икры. Дальнейшее падение уровня в течение лета на 1,5 м приводит к осушению поймы, отшнурованию мелких заливов, гибели в них молоди разных возрастных групп. Эти участки зарастают жесткой растительностью и заболачиваются. Осушение мелководий приводит к совмещению нагульных площадей молоди и взрослых рыб, ухудшению условий откорма всего стада рыб.

Режим уровня Саратовского водохранилища определяется временем сработки выше и ниже расположенных водохранилищ и также неблагоприятен в период массового нереста рыб.

Верхневолжские водохранилища очень различны по режиму. Рыбинское при многолетнем регулировании не имеет ежегодного наполнения до НПУ. Благодаря малой защищенности берегов мелководья его подвержены сильному размылу, что затрудняет развитие растительности. Площади нерестилищ уже не обеспечивают субстратом наличием стада производителей и большой процент самок леща, синца, щуки, густеры и других видов остаются с невыметанной икрой. Особенно сильно это проявляется в маловодные годы.

Обратное явление наблюдается в водохранилище с постоянным уровнем, например, Ивановском, которое страдает от избытка растительности. При 40% площади мелководий, основная масса которых защищена островами или находится в закрытых заливах, идут процессы прогрессивного заболачивания,

ухудшаются условия нереста и особенно нагула молоди. В летнее время молодь из зоны растительности уходит.

Таким образом, два водохранилища с различным режимом и морфометрией, с разным ходом процесса формирования по мере своего старения приходят к ухудшению условий воспроизводства основных видов рыб. Как недостаток, так и избыток защищенных мелководий приводят к отрицательному результату. По расчетам, произведенным на основании изучения рыбопродуктивности нерестилищ на разных этапах формирования Рыбинского водохранилища, можно считать оптимальной площадь защищенных мелководий в размере 5—10% от зеркала всего водоема. Такие нерестилища при условии их заливания во время нереста обеспечат необходимое пополнение промыслового стада.

Условия зимовки также существенно влияют на численность поколения и сказываются в течение всей жизни особи. Во многих водохранилищах наблюдаются заморные явления, однако причины их возникновения различны и характер их меняется с возрастом водоема. Заморы могут охватывать весь водоем или только отдельные его участки. Притоки иногда служат для рыбы местом убежища, но в некоторых случаях как раз наиболее сильные заморы возникают именно в них (Рыбинское водохранилище зимой 1972—1973 гг.). В значительной степени они зависят также от особенностей сработки уровня. В подледный период очень опасны различного рода загрязнения водоема, залповые сбросы предприятий.

Вследствие неблагоприятных условий воспроизводства запасы рыб во всех волжских водохранилищах остаются на довольно низком уровне и обеспечивают уловы в среднем менее 10 кг/га.

В перспективе без проведения большого комплекса рыбохозяйственных мероприятий, разработанных для всего каскада в целом, но с учетом особенностей каждого из входящих в него водохранилищ отдельно, нельзя ожидать увеличения рыбопродуктивности этих водоемов. При этом необходимо учитывать, что экономический эффект могут дать только крупные мероприятия и получить его можно не раньше как через 10—15 лет после пуска в эксплуатацию данного объекта. Учитывая это, нельзя медлить с началом проведения уже рекомендованных мероприятий и разработкой общего комплекса для каскада, так как это приводит к большим потерям рыбной продукции.

*Институт биологии внутренних вод АН СССР
Саратовское отделение ГосНИОРХ*

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИХТИОФАУНЫ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

На земном шаре общая акватория водохранилищ с объемом более 1 млн. м³ к 1970 году достигла 400 тыс. км² (или 600 тыс. км² с зарегулированными озерами), а их количество немного превышало 10000 (Фортунатов, 1974). Площадь отдельных водохранилищ достигает почти 70 тыс. км². В СССР таких водохранилищ (с объемом более 1 млн. км³) около 1000 (Авакян, 1972), а площадь их равна 116 тыс. км² (Макарова, 1971). В волжском каскаде (с Камским и Шекснинским) только крупные водохранилища имеют акваторию более 31 тыс. км².

Безусловно, что и впредь гидростроительство будет проводиться в масштабах не меньших, чем сейчас, и акватория водохранилищ будет неизбежно возрастать.

Созданные для удовлетворения определенных производственных потребностей, в последующем водохранилища стали использоваться для разрешения ряда других, ранее непредусмотренных, промышленно-хозяйственных задач. Ежегодно растет число водопользователей, но и сейчас мы не можем быть уверенными в том, что нами учтены все возможные аспекты использования водохранилищ в народном хозяйстве. Поэтому понятен повышенный интерес как у промышленно-хозяйственных, так и у научных организаций к водохранилищам и к изучению возможностей их полного, комплексного и экономически наиболее выгодного хозяйственного использования.

В целях наиболее полной эксплуатации водохранилищ представляет немалый интерес получения с их акватории наибольшей продукции в виде органического вещества, что является в какой-то мере компенсацией утраченных для сельского хозяйства затитых земельных угодий.

Все планы и проекты получения наибольшей продукции с акваторий водохранилищ могут быть реальными только при условии, если они будут опираться на глубокое знание процессов формирования гидрофизического и биологического (микрофлоры, водной растительности и фауны) режимов этих водоемов. Этим вопросам посвящено много работ.

В настоящее время с водохранилищ снимается урожай органического вещества пока в основном только в виде рыбы. Поэтому, наряду с общими вопросами формирования экосистем, частный вопрос — изучение процесса формирования ихтиофауны — также не менее актуален. При разработке этой проблемы неизбежно возникают вопросы, которые в первую очередь нуждаются в разрешении:

1. Необходима конкретная формулировка понятий формирования и сформированности ихтиофауны, естественного и направленного и направленного формирования.

2. Какова продолжительность и скорость формирования, каковы критерии его окончания?

3. Факторы, определяющие формирование ихтиофауны в водохранилищах.

Многие исследователи понимают под этим в основном создание устойчивого видового состава рыб в водоемах. При этом обычно отмечается исчезновение из исходной ихтиофауны одних видов, резкое снижение численности других и процветание третьих. За окончание формирования принимается, как правило, тот момент, когда появляется потомство у поколения, родившегося в водохранилище. Если при этом не было произведено каких-либо рыбоводно-мелиоративных работ, то считается, что оно было ненаправленное и протекало естественным путем.

По нашему мнению, формирование ихтиофауны процесс сложный и не может быть сведен только к становлению определенного видового состава рыб в водоеме. Его надо рассматривать как часть одного общего процесса образования устойчивой экосистемы водохранилища, которая способна дать определенную продукцию, а также как система, в которой жизнедеятельность отдельного ее члена взаимосвязана с другими и со всеми в целом.

Исследование естественного, а в последующем направленного хода формирования может проводиться в различных аспектах: 1. Воспроизводительная способность различного состава ихтиофауны. 2. Продукционные возможности системы. 3. Сохранение определенного генофонда. 4. Ихтиофауна, как индикатор качества воды и т. д.

Нас, в первую очередь, интересуют вопросы воспроизводства запасов рыбы и получения возможно наибольшей рыбной продукции. Исходя из этого, нам кажется, что наряду с уже указанными общими вопросами формирования экосистем и видового состава ихтиофауны должны быть изучены также вопросы создания различных экологических групп, взаимоотношение ее членов, условия сосуществования отдельных видов рыб и различных фаунистических комплексов. Изменение в водохранилищах по сравнению с исходным водоемом поведения рыб, продолжительности жизни, полового созревания, темпа роста, возрастной структуры всей и отдельно нерестовой популяции, плодовитости, цикличности размножения, урожайности, соотношения полов и др. являются элементами формирования ихтиофауны. Образование локальных интеграций и ихтиоценозов также составная часть изучаемого процесса.

Недостаточно определенно и убедительно звучит выше приведенная формулировка окончания формирования ихтиофауны в водохранилищах. Во-первых, различные виды рыб достигают половой зрелости неодновременно, а поэтому, согласно приведенной формулировке сложение различных популяций не совпадают по времени и окончательное формирование ихтиофауны надо считать по популяции, имеющей наиболее продолжительный жизненный цикл и следовательно мы будем иметь различную сформированность популяций. Во-вторых, максимальной численности отдельные популяции достигают в различные периоды с момента образования водохранилища. В-третьих, понятие об окончании вообще неперено, так как этот процесс бесконечен.

При естественном, многовековом формировании, исключая антропогенное влияние, можно было бы говорить о снижении темпа этого процесса на какой-то промежуток времени. В условиях же возрастающей технизации биосферы, а следовательно значительных изменений условий существования, трудно представить возможность естественного хода процесса в искусственном водоеме. В этих условиях можно предполагать, что динамичность процессов изменения в ихтиофауне будет нарастать, что может в отдельных случаях привести к катастрофическим результатам.

Факторы, определяющие ход формирования ихтиофауны водохранилищ, крайне разнообразны. При изучении закономерностей формирования ее мы не можем игнорировать такие факторы, как географическое положение водохранилища, направление стока рек, климатические условия и естественно-исторические, происхождение фауны, населявшей водоем до образования водохранилища.

Не менее важными, влияющими на формирование водохранилища и его населения, являются факторы, параметры которых predeterminedены человеком уже при проектировании водохранилища: размеры и морфометрия, качество заливаемых угодий, водообмен, продолжительность наполнения, место водоема в каскаде (при его наличии), очередность строительства гидросооружения в каскаде, хозяйственное использование и характер использования водохранилища.

Имеется много факторов, которые трудно учесть при прогнозах, но тем не менее они оказывают сильное влияние на динамику всего процесса.

Например, водность, количество тепла, влажность, давление и прочие погодные факторы вносят значительные изменения в нормальный ход процесса формирования ихтиофауны.

В последние годы особое значение приобретают в образовании экосистем водохранилищ факторы антропогенного происхождения. Разнообразие и изменчивость их возрастает по

мере роста числа водопользователей различных отраслей промышленности и народного хозяйства. Наиболее наглядное воздействие на формирование ихтиофауны оказывают различные виды загрязнения водохранилищ, рыбопромышленный и любительский лов рыбы, а также рыбоводно-мелиоративные работы. Обилие факторов (нами перечислена только часть их, наиболее наглядные) говорит о необыкновенной сложности рассматриваемого явления.

Водохранилища волжского каскада лежат в различных климатических и ландшафтных зонах, лежа их и водосборная площадь имеют различное геологическое строение, различный по качеству и по объему приток вод со всего водосбора и из вышележащих водохранилищ, они различаются размерами, морфометрией, проточностью, уровнем режимом, положением в каскаде. Исходная фауна отличалась по составу экологических групп и фаунистических комплексов.

В результате формирования экосистем, в том числе и формирования ихтиофауны, во всех водохранилищах находятся под воздействием факторов, имеющих различные параметры, что приводит к специфичности течения процесса. Тем не менее имеется ряд общих закономерностей в формировании ихтиофауны. При ненаправленном формировании видовой состав ихтиофауны определяется исходным фондом организмов и степенью изменения факторов внешней среды при создании водохранилища. Чем сильнее они будут отличаться от прежних, тем меньше останется элементов исходной фауны.

Изменение численности и ихтиомассы видовых популяций также в общих чертах подчиняется общим закономерностям. У всех видовых популяций, нашедших благоприятные условия для обитания, как правило, в первые годы заполнения водохранилища, с той или иной скоростью начинается рост численности и биомассы. В дальнейшем, достигнув определенного порога, численность начинает снижаться, тогда как биомасса этой популяции может еще возрастать. Но и она по истечению какого-то времени, неизбежно снижается.

В дальнейшем численность, упав до нижнего предела (меее половины максимальной), вновь может увеличиться, но без вмешательства человека никогда не поднимется до максимума первого периода существования водохранилища.

Далее флуктуация численности будет идти на значительно более низком уровне, чем в предыдущие годы. В зависимости от вида и ряда других факторов в различных водоемах этого периода временного равновесия видовые популяции достигают через 20-40 лет. Воздействие человека или ускоряет или замедляет этот процесс.

Наблюдается общая для всех водохранилищ каскада смена доминирующего положения в ихтиофауне водохранилищ

различных экологических групп, а также приуроченность к климатическим и ландшафтным зонам видов определенных фаунистических комплексов.

Влияние вышележащих водохранилищ значительно определяет состав фауны нижележащих. Ихтиофауна Ивановского и Угличского водохранилищ значительно отличается от шекснинской. В Рыбинском водохранилище мы находим виды, специфичные как для первых двух, так и для Шекснинского водохранилища.

Строительство водных трасс и соединение одних бассейнов с другими облегчает проникновение рыб.

Для водохранилищ Волжского каскада характерна относительно низкая рыбопродуктивность, несмотря на то, что они находятся в разных климатических зонах. Нижележащие водоемы или имеют такую же рыбопродуктивность как и вышележащие, или она лишь незначительно выше. Пределы колебания ее — 4–14 кг/га.

Весь основной водосбор Волги лежит в бассейне с малопродуктивными почвами и коротким вегетационным периодом, чем в основном определяется низкая рыбопродуктивность водохранилищ ее каскада.

Каждое водохранилище имеет также и свои индивидуальные особенности в формировании ихтиофауны, подчас под влиянием которых общий процесс может значительно измениться.

Глубокое знание закономерностей формирования ихтиофауны и всей экосистемы в целом позволит в будущем вести направленное формирование ихтиофауны во вновь создающихся водохранилищах, а также повысить рыбопродуктивность ныне эксплуатируемых за счет подбора для них наиболее продуктивных комплексов фауны и ее реконструкции.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

А. Н. ЯКОВЛЕВ, В. С. МАЛЮТИН, А. Ф. КАРПЕВИЧ

РЫБОВОДНЫЕ И АККЛИМАТИЗАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Водохранилища Волги занимают особое положение в общем рыбохозяйственном фонде водоемов нашей страны. Это обусловлено тем, что они обладают большой площадью, расположены в густонаселенных районах, где рыболовство являлось традиционным занятием населения. Поэтому при составлении проектов рыбохозяйственного использования волжских водохранилищ предполагалось, что они будут обладать высо-

кой биологической продуктивностью, которая позволит получить значительную рыбную продукцию. Причем, надежды возлагались на местных рыб — сазана и леща, а также на вселение некоторых ценных рыб.

На волжских водохранилищах осуществлены в больших масштабах рыбоводно-акклиматизационные мероприятия с целью пополнения ихтиофауны новыми ценными видами рыб, способными использовать избытки корма преимущественно фито- и зоопланктона, а также увеличение численности ценных видов рыб местной ихтиофауны, что в итоге должно было способствовать возрастанию рыбопродуктивности водохранилищ.

Акклиматизационные работы были начаты еще в тридцатые годы на существовавших в тот период времени Верхневолжских и Ивановском водохранилищах. В Верхневолжском водохранилище в 1930 г. была завезена икра чудского сига, а в 1932 г. 10 тыс. разновозрастных особей снетка. Акклиматизация чудского сига была повторена в 1953—1955 гг., когда в водохранилище было выпущено 2 млн. икринок. В пятидесятые годы в водохранилище было выпущено 143 тыс. производителей сазана.

Завоз икры чудского сига не дал положительных результатов. Завоз производителей сазана также был малоэффективным. В Верхневолжском водохранилище отсутствуют благоприятные условия для естественного воспроизводства этого теплолюбивого озерного вида рыб. Снеток прижился в водохранилище, но промыслового стада не образовал. Он появляется в уловах в единичных экземплярах.

В Ивановском водохранилище была произведена попытка акклиматизации большеротого американского окуня. Однако масштабы акклиматизации были крайне малые. В водохранилище в 1948 г. было завезено всего 25 шт. разновозрастных особей окуня. Ни в промысловых, ни в любительских орудиях лова окунь не был обнаружен. Кроме того, в водохранилище было выпущено 432 тыс. сеголетков сазана, тоже с отрицательным результатом.

В несколько больших масштабах проводилась акклиматизация в Горьковском и Рыбинском водохранилищах. В пятидесятые годы в Горьковское водохранилище было завезено 3 млн. личинок чудского сига, 2 млн. личинок рипуса и 51600 шт. разновозрастных особей серебряного карася. Кроме того, в водохранилище выпущено более 3 миллионов сеголетков и разновозрастной молодежи и 4963 производителя сазана.

В Рыбинское водохранилище с целью акклиматизации в пятидесятых годах были завезены кубенская пельма в количестве 985 экземпляров разновозрастной молодежи (резерв), икра чудского сига (52 тыс. шт.) и личинки (1108 тыс. шт.).

В массовых количествах выпускались в водохранилище сеголетки и производители сазана.

Акклиматизация чудского сига, рипуса и кубенской нельмы, а также выпуск сеголетков и производителей сазана в указанное водохранилище оказались неэффективными.

Чудской сиг, рипус и серебряный карась в уловах не встречаются, кубенская нельма попадает в уловах изредка единичными экземплярами. После выпуска сеголетков и производителей сазана уловы его остались на прежнем крайне низком уровне.

Акклиматизационные работы в водохранилищах Верхней и Средней Волги показали, что доинкубирование икры и выпуск личинок не дают должного эффекта. Поэтому в последующие годы в качестве посадочного материала была принята подрощенная молодь. Однако получение такого посадочного материала продолжительное время сдерживалось отсутствием перестово-выростных хозяйств на водохранилищах, на которых должно быть организовано получение личинок и подрощивание молоди определенных для каждого водоема видов рыб.

Только после ввода в эксплуатацию Кайбицкого, Пичкаевского, Ульяновского НВХ, на Куйбышевском, и Николаевского НВХ на Волгоградском водохранилищах рыбоводно-акклиматизационные работы стали проводиться в широких масштабах.

В первые годы существования указанных водохранилищ основным рыбоводным объектом был сазан. В них выпускались десятки миллионов сеголетков этого вида рыбы. Многолетний выпуск сеголетков сазана с навеской от 5 до 100 г по притокам и отдельным участкам Волгоградского водохранилища не дал положительных результатов. Уловы сазана по-прежнему оставались крайне низкими. Поэтому в последнее десятилетие в качестве объектов акклиматизации в Куйбышевском водохранилище были определены пелядь и амурские рыбы: белый, пестрый толстолобик, белый амур, в Волгоградском — амурские рыбы. Кроме того, для пополнения запасов ценных видов рыб в Куйбышевском водохранилище выпускается подрощенная молодь леща, синца, щуки и судака.

С 1969 по 1973 год в Куйбышевское водохранилище было выпущено (в тыс. экз.) следующее количество подрощенной молоди: пеляди — 22890, белого толстолобика — 828, пестрого толстолобика — 2500, белого амура — 2965, леща — 5350, сазана — 870, синца — 800, щуки — 52, судака — 34.

В 1973 г. по данным рыбопромысловой статистики в Куйбышевском водохранилище было выловлено 65 ц толстолобика и 2 ц белого амура. Фактические уловы этих рыб были

значительно выше, так как благодаря своим высоким вкусовым качествам, особенно в виде балыка, -- они пользуются большим спросом у населения и предпочитают рыбаками.

В Волгоградском водохранилище с 1967 по 1973 год из Николаевского НВХ было выпущено (в тыс. шт.) подрощенной молоди пестрого толстолобика -- 1320, белого амура -- 6794, белого толстолобика -- 9085, черного амура -- 329.

Толстолобики и амурь не образовали мощных промысловых стад, но уже встречаются в промысловых уловах, правда пока еще в небольшом количестве и вблизи мест выпуска.

Медленный эффект от акклиматизации толстолобиков и амуров в Волгоградском водохранилище объясняется главным образом тем, что основная часть молоди выпускалась весом от 0,3 до 20 г и выедалась хищниками. В промысловых уловах встречаются особи толстолобиков и амуров, выпущенные в водохранилище весом более 30 г.

На данном этапе акклиматизационные работы на волжских водохранилищах следует рассматривать как большой эксперимент, в результате которого производится подбор наиболее подходящих объектов для каждого водохранилища, уточняются оптимальные показатели выпускаемой молоди (возраст, вес), предназначенной для пополнения водохранилища, сроки и места выпуска.

В частности, установлено, что выпуск сеголетков сазана в волжские водохранилища (а также в водохранилища Днепра и Дона) не дал положительного эффекта. Малоэффективным оказывается выпуск сеголетков толстолобиков и белого амура с навеской ниже 20 г.

Положительный эффект получен в Куйбышевском и Волгоградском водохранилищах от выпуска крупной молоди толстолобиков и белого амура. Молодь амурских рыб весом 5-10 г, выпущенная в водохранилище летом, и весом менее 20 г, выпущенная осенью, подвергается массовому выеданию хищниками.

Как видно из краткого обзора проведенных работ, надежды на получение высокой рыбопродуктивности от местных рыб (сазана) не оправдались. Более того, водохранилища оказались бедны донными кормами и потому были предприняты усилия для укрепления их кормовой базы путем акклиматизации кормовых беспозвоночных. Эти работы принесли большой успех, но ценные кормовые беспозвоночные используются преимущественно малоценными видами рыб. Кроме того, из-за нецелесообразного соотношения видового состава рыб огромная часть их продукции или поедается хищниками, или гибнет от разных причин и не используется человеком. Поэтому необходимо более глубоко проанализировать экосистемы волжских водохранилищ и разработать новые меро-

приятия для последовательного конструирования кормовой и промысловой фауны, конструирования пищевых цепей наиболее ценных и перспективных рыб.

В генеральной схеме акклиматизационных мероприятий за 1970—1980 гг. предусмотрены мероприятия по заселению водохранилищ ценными кормовыми беспозвоночными и некоторыми рыбами.

К перспективным видам следует отнести пелядь для Средне-Волжских водохранилищ и рыб амурского комплекса (белый и пестрый толстолобик, черный и белый амуры), о чем имеется постановление правительства. Следует предусмотреть требования Главрыбвода к навеске выпускаемых амурских рыб, в сторону ее увеличения, а также организовать размноженный выпуск молоди из рыбопитомников в разные участки водохранилищ во избежание ее массового выедания и отлов мелкой рыбы.

ГосНИОРХ

ЦПАУ Главрыбвод

ВНИРО, Ихтиологическая комиссия МРХ СССР

И. А. ИЗЮМОВА

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЗАРИТОФАУНЫ РЫБ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Изучение паразитов рыб Волги было начато еще в прошлом столетии (Вагнер, 1868; Кесслер, 1870; Мельников, 1876; Овсянников, 1973). Однако, эти работы носили эпизодический характер и касались преимущественно паразитов осетровых рыб. С 1917 по 1930 гг. проводились фаунистические и экспериментальные исследования паразитофауны некоторых промысловых рыб Волги (Быховский, 1928; Костылев, 1924; Никитин, 1929; Скрябин, 1924; Япичский, 1928 и др.). Только с 1931—1932 гг. начинаются планомерные и систематические исследования паразитофауны рыб Волги под руководством и при участии В. А. Догеля. Паразитологи работали в 50 пунктах реки: в ее верхнем, среднем и нижнем течении. Было установлено, что паразитофауна 49 видов рыб Волги насчитывает 267 видов паразитов (Богданова и Никольская, 1965). Наряду с фаунистическими работами на Волге по-новому были поставлены исследования по биологии и экологии паразитов, их жизненных циклов, взаимоотношения паразитов и хозяев. В результате оказалось, что ни одна река в Союзе не была обследована так детально и планомерно, как Волга.

Зарегулирование стока Волги, появление каскада водо-

хранилищ, изменение гидрологического и гидробиологического режимов этой огромной реки в значительной степени сказались на жизни водоема, всей его экосистеме.

Отношение между паразитами и хозяевами, сложившиеся в условиях естественного водоема, под влиянием различных экологических и антропогенных факторов, стали иными. Нарушение устойчивого равновесия системы «паразит—хозяин» в искусственных водоемах привело к тому, что в ряде водохранилищ паразитарные заболевания рыб стали носить характер эпизоотий и приносить огромный экономический ущерб. Все это поставило новые задачи перед паразитологами.

Почти одновременно со строительством водохранилищ на Волге по инициативе В. А. Догеля были начаты и паразитологические исследования. Эти исследования имели целью прежде всего установить закономерности формирования фауны паразитов рыб в этих водоемах, выявить основные факторы, определяющие этот сложный биологический процесс, и наметить конкретные мероприятия по профилактике и борьбе с паразитарными заболеваниями рыб в этих водоемах.

Наиболее планомерное и систематическое исследование паразитофауны рыб было проведено В. П. Столяровым (1952, 1954, 1959) на Рыбинском водохранилище. Работая в течение двенадцати лет (1942—1954), он установил определенные закономерности формирования паразитофауны рыб в этом водоеме. Здесь следует отметить, что Рыбинское водохранилище, созданное в междуречье, — водоем весьма своеобразный по всем своим параметрам и не имеет аналогов ни у нас в Союзе, ни за границей. Поэтому закономерности формирования паразитофауны рыб, установленные для этого водоема, нельзя было безоговорочно переносить на другие водохранилища. Необходимо было провести исследования на новых, создающихся водохранилищах.

С момента создания на Волге водохранилищ — Горьковского, Кузбасского и Волгоградского, — начались и паразитологические исследования. Систематические работы проводились в течение первых десяти лет существования этих водоемов. На других водохранилищах — Ивановском и Угличском паразитологические исследования носили лишь эпизодический характер.

Остановимся кратко на характере формирования паразитофауны рыб вышеуказанных водохранилищ.

Рыбинское водохранилище. Паразитофауна рыб этого водохранилища, водоема озерного типа, сформировалась в первые 8—10 лет его существования и в настоящее время представлена 151 видом паразитов (Столяров, 1954; 1959, Изюмова, 1959). В разных его плесах фауна паразитов раз-

лична. Наибольшая численность паразитов, разнообразие форм, а также максимальное количество видов зараженных рыб приходится на Волжский плес, меньшее — на Моложский и Шекснинский. Самая низкая концентрация паразитов наблюдается в Главном плесе. Фауна паразитов рыб водохранилища носит ярко выраженный лимнофильный характер с преобладанием форм, вызывающих такие заболевания, как миксоспоридиоз, триенофороз, лигулез, дифиллоботриоз, диплостоматоз, тетракотилез.

Горьковское водохранилище — руслового типа. Паразитофауна рыб водохранилища сформировалась очень быстро, в течение 4–5 лет, особенно в верхнем и среднем его участках и насчитывает 134 вида паразитов (Барышева, Владимиров, Изюмова, 1960, 1963; Парухин, Трускова, 1964). На формирование фауны паразитов здесь большое влияние оказала уже сложившаяся фауна паразитов беспозвоночных и рыб Рыбинского водохранилища, расположенного выше. Кроме того, на ее характере сказалась близость мелководного участка — Костромского расширения и Костромской ГРЭС. Повышение температуры воды в зоне действия ГРЭС на 1–1,5° привело к увеличению здесь биомассы зоопланктона, что, в свою очередь, привлекло сюда рыб и рыбоядных птиц. В мелководье Костромского расширения сложились благоприятные условия для массового развития беспозвоночных, гнездовий чайковых птиц. В фауне паразитов рыб Горьковского водохранилища четко выделяются два типа — в верхне-среднем и нижнем участках. В первом фауна более разнообразна и богаче видами, чем во втором. В верхнем и среднем участках водохранилища доминируют формы, вызывающие миксоспоридиоз, лигулез, дифиллоботриоз, тетракотилез. В нижнем, приплотином участке, доминируют карнофилиды, филометры и паразитические раки.

Куйбышевское водохранилище — озерно-речного типа. Фауна паразитов рыб водохранилища сформировалась в первые 8–10 лет существования водоема и насчитывает 165 видов паразитов (Вагин, Любарская, Черенкова, 1966; Кошева, 1955, 1959, 1961). Как и в Горьковском водохранилище, здесь явно выражен двойственный характер паразитофауны.

В верхнем — Волжском плесе водохранилища она более разнообразна и богаче видами, чем в нижнем. Здесь характерно наличие реофильных и лимнофильных форм с преобладанием последних, доминируют лигулиды, тетракотилиды, филометры и ниявки.

В нижнем — Поводевичинском плесе фауна носит лимнофильный характер с преобладанием карнофилид. Экстенсивность и интенсивность заражения рыб общими видами паразитов здесь почти вдвое ниже, чем в Волжском плесе.

Волгоградское водохранилище — руслового типа. Фауна паразитов рыб сформировалась здесь в первые 8—10 лет существования водоема и насчитывает 112 видов паразитов (Донцов, Косарева, 1969). Она не претерпела значительных изменений по сравнению с рекой в качественном отношении. Все формы, встреченные в реке, остались и в водохранилище. Однако соотношение видов и их численность в ряде случаев стали иными. В водоеме хорошо представлены реофилы — трематоды, связанные в своем развитии со сфериндами, нематоды и скребни — с гаммаридами. Наряду с этим, широкое распространение получили и формы лимнофильного комплекса — лигулиды и тетракотиды, встречавшиеся ранее единично. Распределение паразитов в водохранилище относительно равномерно, лишь в заливах и заводях доминируют лигулиды.

Исследование, проведенное нами на Горьковском и Куйбышевском водохранилищах на 17-м году, Волгоградском — на 13-м году существования, показало, что формирование фауны паразитов продолжалось и после 10 лет. Можно предположить, что в первые 10 лет формирования нового водоема идет отбор основных компонентов фауны. В последующие 3—4 года происходит стабилизация этой фауны и формирование комплекса доминантных форм. Необходимы контрольные обследования паразитофауны основных видов рыб на 13—15 лет существования водохранилищ.

Формирование паразитофауны рыб каскада водохранилищ, расположенных на одной реке, существенно отличается от тех водоемов, которые находятся вне каскада. Вся фауна таких водохранилищ испытывает постоянное влияние соседних водоемов, особенно расположенных в их головном участке.

На всех водохранилищах волжского каскада, не зависимо от их морфометрии, четко прослеживается тенденция появления паразитов лимнофильного комплекса, вызывающих характерные для водохранилищ заболевания — лигулез, триенофороз, диплостоматоз, эргазилез. Устойчивое равновесие системы «паразит-хозяин» под влиянием различных экологических и антропогенных факторов часто нарушается, и эти заболевания рыб носят характер эпизоотий (лигулез в Горьковском и Волгоградском водохранилищах, триенофороз и тетракотилез в Рыбинском водохранилище).

На всех водохранилищах должен быть установлен строгий паразитологический контроль за эпизоотическим состоянием водоемов и проведением профилактических мероприятий.

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ВОЛГИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Создание на Волге цепи водохранилищ с гидроэлектростанциями привело к уменьшению объема и внутригодовому перераспределению водного стока, сокращению выноса в море биогенных элементов и взвешенных веществ.

В результате регулирующего действия Куйбышевского и Волгоградского гидроузлов водный сток Волги в половодье уменьшился до 45% от годового, против 60% в прошлом, но вдвое увеличился в зимнюю межень. Произошло повышение солености воды северной части Каспийского моря летом и расширение акватории с соленостью более 10‰.

Трансформирующее влияние водохранилищ на биогенный сток Волги выразилось в уменьшении прихода в море минеральных растворенных соединений фосфора, кремния, фосфора и азота взвешенных веществ при одновременном увеличении поступления растворенных органических соединений фосфора и азота. Из-за относительного увеличения стока воды и питательных веществ по западным рукавам дельты усилились предпосылки для транзитного их выноса в Средний Каспий.

Изменения в водном и биогенном стоке Волги проявляются на биопродукционных процессах в море в зависимости от морфологии дна и локальных особенностей распределения притока речных вод. В мелководном Северном Каспии, где поступление со стоком Волги и Урала массы биогенных элементов и многократная их утилизация — главный естественный механизм создания высокой продукции фитопланктона, — уровень продукции органического вещества и биомассы фитопланктона понизился вслед за сокращением величины выноса фосфатов (табл. 1). В глубоководном Среднем и Южном Каспии, где для развития фитопланктона решающее значение имеют процессы трансформации биогенных элементов из зон аккумуляции в зоны потребления, биомасса фитопланктона повысилась за счет ризосоления (*Rhizosolenia calcar avis*) при снижении количества пиропфитовых и диатомовых водорослей (табл. 2).

Реакция организмов зоопланктона и бентоса на изменение гидрологических и трофических условий в Северном Каспии обуславливается их принадлежностью к разным фаунистическим комплексам и трофическим группировкам. Устойчивое

Таблица 1

Изменения водного стока Волги, выноса фосфатов волжскими водами, первичной продукции и биомассы фитопланктона в Северном Каспии (по данным Л. А. Барсуковой, Н. И. Винской, В. Д. Левшаковой)

Годы	Сток Волги, км³		Вынос фосфатов, тыс. т		Валовая первичная продукция в июне-августе мл. д./сутки		Биомасса фитопланктона в августе, г м³
	год	апрель-июнь	год	апрель-июнь	прибрежье	открытое море	
1936—1940	180	104	6.1	3.6	—	0.44	2.45
1941—1948	252	143	6.7	4.8	0.65	1.04	3.60
1949—1955	233	118	2.9	1.7	0.80	0.47	—
1956—1959	241	116	2.8	1.5	0.80	0.57	2.67
1960—1967	227	99	2.4*	0.9	0.62	0.29	1.84
1968—1972	231	101	2.5	0.7	0.63	0.33	1.12

* без 1966 г.

** без разливания и спорогирмы

Таблица 2

Биомасса фитопланктона в среднем Каспии в августе-сентябре (разрез Дивичи-Кендерли), мг м³ (по данным Л. О. Смирновой, В. Д. Левшаковой, Л. В. Сапшой)

Годы	Весь фитопланктон	Евгленовые	Эвклистада	Прочие
1934	201	—	199	92
1962	744	698	61	29
1966	944	873	86	29
1971	369	220	116	33

снижение продукции планктонных водорослей, основного корма донных и планктонных организмов-фильтраторов, при одновременном повышении солености воды вызвало падение биомассы солоноватоводных моллюсков, ветвистоусых и веслоногих ракообразных, коловраток. Биомасса слабосоленоватых и эвригаллиных донных организмов-детритофагов, обитателей мелководного побережья, в открытом море, и куда из рек и морской литорали выносятся значительное количество детрита, повысилась после зарегулирования Волги в связи с улучшением газового режима.

Режим солености Северного Каспия, сложившийся под влиянием зарегулирования стока Волги, оказался благоприятным для донных организмов средиземноморского комплек-

са, особенно детритофагов (абра, неренс). Заселяя биотопы, находящиеся под влиянием среднекаспийских вод, эти организмы смогли увеличить свою биомассу, используя детрит, приносимый с мелководий Северного Каспия и среднекаспийскими водами, которые характеризуются относительной трофической устойчивостью (табл. 3).

Таблица 3

Многолетние изменения средней биомассы зоопланктона и экологических групп бентоса Северного Каспия

Годы	Бентос, г/м ² (июнь)			весь бентос	Планктон, мг/м ² , июнь—август
	резидентов сединоватозные моллюски (монотакты, дрейссены, адакны)	прибрежные слабосколонизованные и эвригалинные (ракообразные, сиповидные, амфаретиды, олигохеты)	среднеиноморские големолюбивые (абра, персидская неренс)		
	кормовая база воблы	кормовая база леща, молоди осетровых	кормовая база взрослых осетровых		
1935	21.5	4.9	0.9	40.3	—
1938—1940	2.3	2.1	2.8	9.4	295
1941—1946	9.6	4.8	2.7	22.2	—
1947—1949	11.3	3.3	3.0	26.4	261
1950—1956	9.8	4.8	3.5	24.6	447
1957—1962	15.6	10.7	17.9	71.7	264
1963—1971	7.4	8.5	14.5	51.5	156

Усилившийся в последние десятилетия вертикальный обмен вод в Среднем и Южном Каспии поддерживает пока значительную многолетнюю устойчивость величин биомассы зоопланктона в этих частях моря даже в условиях сокращения биогенного стока Волги. Понижение уровня продуцирования фито- и зоопланктона возможно и в дальнейшем, если произойдет уменьшение общего запаса биогенных элементов во всей водной толще моря.

Зарегулирование Волги не отразилось пока на общем уровне развития организмов донной фауны в Среднем и Южном Каспии. В их бентосе уменьшилось количество местных каспийских моллюсков (дрейссены, монодакны, адакны) при росте биомассы червей и ракообразных (табл. 4). Недостаточно ясно, вызвано ли резкое уменьшение количества моллюсков всех фаунистических комплексов в западном прибрежье Среднего Каспия в последние годы действием загрязнения или уменьшением выноса детрита и планктона из Северного Каспия.

Отмеченные особенности количественного развития сообществ планктона и бентоса позволяют констатировать для современных условий в Каспийском море деградацию кормо-

Таблица 4

Многолетние изменения летней биомассы отдельных групп донной фауны Среднего и Южного Каспия в зоне глубин до 200 м, г/м²

Группы фауны	Средний Каспий					Южный Каспий (восток)		
	1934	1956	1962	1966	1971	1935	1956	1962
Моллюски	236	70	185	117	118	50	27	32
Черви	1	2	4	5	6	1	2	1
Высшие ракообразные	5	7	11	10	17	1	2	2
Прочие	1	1	7	5	10	—	—	1
Всего	243	80	207	137	151	51	31	36
В том числе из Азово-черноморского бассейна	48	51	119	96	96	46	12	33

вой базы воibly и рыб — планктофагов в Северном Каспии, удовлетворительное состояние кормовой базы леща, осетровых и анчоусовидной кильки.

Гидротехническая реконструкция Волги создала предпосылки для использования волжских вод в целях развития орошаемого земледелия. Рост безвозвратного изъятия из стока Волги воды на эти и другие нужды народного хозяйства приведет к дальнейшему уменьшению объема пресного стока в Каспий, падению уровня моря и осолонению его северной части. Повышение солености, падение уровня и дальнейшее снижение первичной продуктивности Северного Каспия вызовет прогрессирующее снижение биомассы зоопланктона и солоноуподобных моллюсков-фильтраторов, основного корма воibly. Резко ухудшатся трофические условия существования детритофагов, так как исчезнет волжская аванделта — постоянный поставщик растительного детрита на мелководья Северного Каспия, усилится вымывание органических частиц из донных осадков, уменьшится продукция фитопланктона. Это приведет к резкому ухудшению кормовой базы леща, молоди и взрослых осетровых. Постепенно снизится общий уровень биологической продуктивности глубоководных частей Каспия, что приведет к сокращению кормовой базы кильки.

Наиболее надежным средством сохранения природы Каспийского моря, его биологической и рыбной продуктивности является переброска пресных вод из других бассейнов.

ВНИРО
КаспНИРХ

К ПЕРЕБРОСКЕ СТОКА СЕВЕРНЫХ РЕК ПО ВОЛЖСКОМУ КАСКАДУ

(Докладчик Г. Л. САНУХАНОВ)

В настоящее время водообеспечение народного хозяйства страны связано с громадными задачами по регулированию речного стока, охране водонисточников от загрязнения и истощения и территориальному перераспределению водных ресурсов.

Водные ресурсы южного региона европейской территории СССР уже в ближайшей перспективе не могут удовлетворить все возрастающие потребности орошаемого здесь земледелия, промышленности и коммунального хозяйства при одновременном обеспечении требований рыбного хозяйства, гидроэнергетики и водного транспорта.

Итоги водохозяйственного баланса Волги сводятся к следующему (км³):

	Обеспеченность по водности		
	50%	75%	95%
Современное состояние	+43.1	+11.1	+5.5
В перспективе	+14.7	+17.3	+28.5

Критическое положение создается в бассейне Урала, где даже при полном зарегулировании стока не могут быть удовлетворены потребности развивающегося хозяйства на воду.

Основным планируемым мероприятием по покрытию водного дефицита здесь является подача в Урал части волжского стока.

Водохозяйственный баланс бассейна Дона уже в настоящее время представляется крайне напряженным. Наибольшие потребности на воду здесь предъявляет орошаемое земледелие, а затем промышленность, рыбное и коммунальное хозяйство, водный транспорт.

Для их удовлетворения помимо водохозяйственных мероприятий в самом бассейне потребуются передача из Волги на первом этапе порядка 5-6 км³ воды в год, а в перспективе до 20 км³.

С ростом водопотребления связываются проблемы Каспийского и Азовского морей.

Имея богатейшие природные ресурсы, Каспийское море занимает важное положение в народном хозяйстве СССР, прежде всего как один из крупнейших рыбных водоемов, что прямым образом связано с его уровнем.

Известно, что падение уровня моря, начавшееся в начале тридцатых годов, нанесло значительный ущерб его народно-хозяйственному комплексу. Анализ роста безвозвратного водопотребления показывает, что если не будут приняты специальные меры, то в ближайшие 15–20 лет уровень моря в средних гидрологических условиях может понизиться еще на 10–15 м.

Основное мероприятие, которое могло бы стабилизировать уровень моря, -- пополнение его водных ресурсов.

Азовское море, как и Каспий, является крупной рыбной базой страны и его основное богатство -- осетровые, карповые и другие ценные виды рыб. Состояние его рыбного хозяйства зависит от гидрологических и гидрохимических условий.

В связи с развитием ирригации и промышленности приток пресных вод в море в настоящее время сократился с 44 до 36 км³.

В перспективе объем безвозвратного водопотребления в бассейне Азовского моря значительно возрастет, что приведет к повышению солености воды до 13–14‰ против оптимальной 10,5‰ и, следовательно, к уменьшению ареала нагула рыб.

Создание лучших условий для рыбного хозяйства моря возможно путем регулирования водообмена между Азовским и Черным морями и подачей в Дон части стока Волги.

Таким образом, в водном балансе Волги, наряду с ростом водопотребления в собственном бассейне, необходимо учитывать подачу воды в Дон и Урал в ближайшее время порядка 8–10 км³, а в будущем до 30 км³.

Радикально решить водохозяйственные проблемы Каспийского и Азовского бассейнов можно за счет переброски части водных ресурсов севера, северо-запада без ущерба для собственных водопотребителей и водопользователей.

В первую очередь предполагается использовать часть стока Печоры и озер и рек Северо-Двинского, Невского и Онежского бассейнов -- озер Кубенского, Воже, Лача, Онежского и рек Сухоны, М. Сев. Двины и Онеги. По проекту общий объем перебрасываемого стока из этих водоносчиков составит около 60 куб. км в год. В дальнейшем объем перебрасываемого северного стока может быть увеличен путем подведения рек Мезени, Вашки, Пинеги и др.

Передача стока может быть осуществлена путем строительства плотин, образующих регулирующие водохранилища, каналов, пересекающих речные водоразделы, и насосных станций, подающих воду в каналы. В отдельных случаях вода из водохранилищ может поступать в каналы самотеком.

На Печоре («восточная система») предполагается создать три водохранилища: первое — непосредственно выше с. Якша, второе будет образовано плотиной, располагаемой в 32 км ниже Троицко-Печорска, плотину третьего водохранилища намечается соорудить в 28 км ниже впадения в Печору р. Шугора.

На южном склоне Урала, на р. Вышерке, притоке Камы, должен быть построен гидроузел, регулирующий выпуск воды из бассейна Печоры в бассейн Камы. Водохранилище этого гидроузла проектируется соединить с Якшинским водохранилищем самотечным каналом. Подача воды из двух нижних водохранилищ в Якшинское должна быть осуществлена насосами.

Для переброски стока оз. Кубенское («западная система») необходимо построить Верхне-Сухонский гидроузел в истоке Сухоны, насосную станцию на р. Порозовице, Кубенско-Шекснинский канал с Кирилловской ГЭС.

Сток озер Воже и Лача, принадлежащих бассейну Онеги, может быть передан в Волгу после постройки Каргопольского гидроузла в истоке Онеги, насосной станции на р. Свидь, Воже-Кубенского канала и Сухомичской ГЭС на канале и соответствующего расширения Кубенско-Шекснинского канала, Порозовичской насосной станции и Кирилловской ГЭС.

Переброска воды из Онежского озера намечается по трассе Волго-Балтийского водного пути с постройкой пяти насосных станций с подъемом воды на высоту 80 м и расчеткой водораздельного и других каналов и судоходных ходов на Ковже и Шексне.

Переброска стока рек Сухоны и М. Сев. Двины проектируется по двум направлениям: на первом этапе через Кубенское озеро и Шексну и на втором этапе через р. Кострому.

В систему переброски стока на первом этапе входят Когаласский (у устья М. Сев. Двины) и Опалисовский гидроузел на М. Сев. Двине, Велико-Устюгский и Камчугский гидроузлы на р. Сухоне, с помощью которых вода должна подаваться в Кубенское озеро и далее по реконструированному Кубенско-Шекснинскому каналу в Шексну.

На втором этапе предусматривается соответствующее их расширение и сооружение дополнительно двух насосных станций и двух гидроэлектростанций на Костромской трассе, а также водораздельного канала и расчетка русел рек Ихалицы, Тушки и Костромы.

Для переброски стока Онеги, на ней проектируется каскад из девяти гидроузлов, первый из которых располагается у самого устья. Насосными станциями при гидроузлах вода будет перекачиваться в озера Лача и Воже и далее по ре-

конструированным Воже-Кубенскому и Кубенско-Шекснинскому каналам в Шексню.

В связи с большой хозяйственной освоенностью территорий, прилегающих к водосточникам «западной» системы, объемы воды, передаваемой в Волгу, определяются здесь возможностью регулирования стока в пределах бытовых колебаний уровней воды в водоемах.

Относительно малая обжитость долины Печоры и ее притоков позволяет создать здесь водохранилища многолетнего регулирования.

Переброска стока северных рек является комплексной проблемой, в которой решаются вопросы водного хозяйства и, в частности, орошаемого земледелия.

Одновременно переброшенные северные воды повысят энергоотдачу гидроэлектростанций Волжского бассейна (по-рядка 200 млн. квтч. на 1 км³).

Осуществление проекта «западной системы» уже на первом этапе радикально изменит Северо-Двинский водный путь на 400-км участке от Шексны до г. Вологды и ниже по Сухоне до г. Тотьмы и превратит его в водную артерию, входящую в единую глубоководную систему страны. На втором этапе этот путь будет продлен до г. Котласа.

Полезный эффект от осуществления «западной системы» будет иметь место также в сельском хозяйстве и других отраслях хозяйства Вологодской области.

Гидротехническое строительство в бассейне Печоры благоприятно отразится на дальнейшем освоении природных ресурсов Коми АССР, поскольку с ним связывается постройка капитальных транспортных коммуникаций, линий электропередач, крупных предприятий строительной индустрии, благоустроенных населенных пунктов.

В проектах переброски стока учитываются требования водного транспорта, санитарного состояния водосточников, рыбного хозяйства и других отраслей, а также влияние ее на природную среду.

В настоящее время изучаются санитарно-гигиеническая обстановка на трассе проектируемых водохранилищ, гидрогеологический режим в их будущих прибрежных зонах и его влияние на лесные ресурсы, гидрохимический и термический режимы водосточников в связи с отбором воды, климатические условия в районе будущих водохранилищ, влияние изменений в стоке на продуктивность луговых угодий ниже плотин.

В настоящее время Гидропроект совместно со специализированными институтами проводит работы над проектами переброски северных вод по «восточному» и «западному» направлениям. Они будут завершены в первой половине 1975 года.

Из описанных выше проектов гидротехнических систем первоочередными по технико-экономическим показателям можно назвать переброску стока Печоры в объеме 13 км³ из Якшинского и Покчинского водохранилищ, стока озер Кубенского, Воже и Лача и Верхней Сухоны в объеме 6—7 км³.

Сроки строительства гидротехнических систем пока не установлены, но водохозяйственная обстановка в Каспийском и Азовском бассейнах дает основание полагать, что строительство указанных выше объектов должно быть начато в следующей пятилетке.

Институт гидропроект им. С. Я. Жука

Г. В. КУЗЬМИН

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ВОЛГИ

Перераспределение стока Волги и образование каскада водохранилищ потребовало от альгологов изучения формирования структуры планктонных фитоценозов и их продуктивности. Некоторые данные по этим вопросам были освещены в 1968 г. на первой конференции по изучению водоемов бассейна Волги в г. Тольятти.

В 1969, 1970 и 1972 гг. по инициативе К. А. Гусевой Институтом биологии внутренних вод АН СССР было проведено 6 комплексных рейсов, в которых приняли участие сотрудники 7 научных учреждений. Альгологами было собрано около 3000 проб фитопланктона, фитобентоса и обрастаний.

Проведенное флористическое обследование Волги от истока до устья и применение электронной микроскопии для определения некоторых диатомовых и золотистых водорослей позволили описать 1 новую для науки форму (*Synura echinulata* f. *multispina* Balonov et Kuzmin), 29 видов и разновидностей, новых для СССР и более 800 видов, разновидностей и форм, новых для бассейна Волги.

Разработанный и примененный нами метод тотального отбора проб и расчета средневзвешенной по глубине и под м² поверхности водоема биомассы фитопланктона позволили объективно оценить биомассу различных участков водохранилищ.

Исток Волги и Верхневолжское водохранилище¹. Обилие фитопланктона истока Волги, включая озера Малые и Боль-

¹ Материал собран в 1964—1966 гг. экспедицией под руководством М. А. Фортунатова. Нами был проведен в основном флористический анализ.

ине Верхиты, невелико, но состав его довольно разнообразен. Из синезеленых водорослей преобладали *Anabaena scherenbergii*, *Woronichinia naegelianae*, *Coelosphaerium dubium*, из диатомовых *Melosira ambigua*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa*, из зеленых *Volvox aureus*, *Volvococcus braunii*, *Pediastrum duplex*. Из других отделов преобладали виды родов *Trachelomonas*, *Tribonema*, *Dinobryon*, *Mallomonas*.

Верхневолжское водохранилище, включающее цепь подпертых озер (Стерж, Вселуг, Пено, Волго), мозаично по составу фитопланктона и распределению биомассы. Характерными чертами водохранилища являются типично озерный состав фитопланктона, очень незначительное развитие зеленых водорослей и растянутый период весенне-летнего и летне-осеннего доминирования диатомей, из которых преобладают *Asterionella gracillima*, *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Attheya* и разнообразные виды *Melosira* (15 видов и разновидностей). Летний пик обусловлен развитием синезеленых: *Gloeotrichia echinulata*, *Woronichinia*, *Gomphosphaeria*, *Coelosphaerium*, *Anabaena* и др.

В весенне-летний период, особенно в оз. Волго, довольно обильно представлены виды родов *Euglena*, *Trachelomonas*, *Dinobryon* и др. В летний период более интенсивно планктон развивается в предплотинной части водохранилища, где его биомасса достигала 10 г/м^3 , причем 30% составляли синезеленые водоросли. Вниз по течению реки биомасса фитопланктона постепенно снижается до $0.2\text{--}0.5 \text{ г/м}^3$. Особенно резко происходит снижение биомассы синезеленых, содержание которых у Бенского порога достигает 0.1 г/м^3 , а к Зубцову они почти полностью выпадают из планктона. Однако в августе, при сбросах воды через бейшлот, синезеленые могут доходить до г. Калинин.

Иваньковское водохранилище. Фитопланктон Иваньковского водохранилища существенно отличается от фитопланктона Верхневолжского и от нижележащих водохранилищ тем, что совмещает в себе речные, озерные и прудовые элементы. В весеннем планктоне преобладают диатомовые водоросли в сопровождении эвгленид и хламидомонад. Летний период характеризуется высоким обилием диатомовых, синезеленых и зеленых водорослей, которым сопутствуют пиррофитовые и эвгленовые.

В среднем за вегетационный период по биомассе на первом месте стоял Шошинский плес (11 г/м^3), затем Иваньковский (7 г/м^3) и Волжский (3 г/м^3). Цветение воды синезелеными водорослями наблюдалось только в Шошинском плесе.

Угличское водохранилище. Состав и биомасса фитопланктона верхнего речного участка идентичны Иваньковскому водохранилищу и зависят от работы его гидроузла. Однако

трансформация планктона идет быстро и к устью р. Медведицы видовое разнообразие и биомасса его снижаются. Средний участок, от р. Медведицы до с. Прилуки, наиболее продуктивный. Здесь фитопланктон обогатается новыми видами, особенно из зеленых водорослей, и структурно усложняется. В предплотинном плесе видовая насыщенность и биомасса планктона вновь резко сокращаются и в речной участок Волжского плеса Рыбинского водохранилища сбрасывается обедненный планктон с биомассой, не превышающей 1 г/м³.

Рыбинское водохранилище (Волжский плес). Длина плеса от Угличской плотины до Рыбинской составляет 120 км и на этом участке происходит полная переработка фитопланктона вышележащего водохранилища и становление нового, характеризующегося высоким численным развитием всех групп фитопланктона, большим видовым разнообразием, особенно синезеленых и зеленых водорослей, и преобладанием в планктоне некоторых видов, не свойственных Угличскому водохранилищу. По длине плеса биомасса фитопланктона, очень низкая в верховьях, в расширении Копринно-Рожновский мыс возрастает в некоторые периоды на 1-2 порядка ($0.08 = 0.6 \cdot 12 = 22$ г/м³), но к волжской плотине, как правило, несколько снижается.

Горьковское водохранилище. Для речного участка (от плотины до г. Костромы) характерен планктон Рыбинского водохранилища. Попуск Рыбинской ГЭС обуславливают пеструю картину распределения фитопланктона и биомассы популяций на этой трассе. На участке от Костромы до устья р. Ёлпать происходит переработка фитопланктона Рыбинского водохранилища, что отражается не столько на видовом составе, сколько на соотношении видов внутри ценоза и на снижении общей биомассы (на 30—90%).

Преплотинный эзеровидный участок водохранилища одноконтурен по составу фитопланктона, здесь преобладают диатомовые и синезеленые водоросли.

Трасса строящегося Чебоксарского водохранилища. В настоящее время это наиболее продуктивный и загрязненный участок Волги. От Городца до Горького река несет обедненный планктон Горьковского водохранилища. После впадения Оки 2 водные массы, волжская и окская, не смешиваясь, продвигаются почти до Васильевска, причем окский поток по биомассе в 2-4 раза богаче волжского (2.5—48 и 0.9—28 г/м³) и разнообразнее по составу диатомовых и, особенно, зеленых водорослей. К Чебоксарам состав и биомасса сильно беретовизируются.

Куйбышевское водохранилище. По затопленному руслу Волги в составе фитопланктона и содержании биомассы четко выделяются 2 участка — речной, от Чебоксар (зона выклини-

вания подпора) до пос. Камское Устье, и озерный — до плотины. Речной участок характеризуется значительной видовой насыщенностью фитопланктона (особенно разнообразны и обильные диатомовые и протококковые) и высокой общей биомассой в течение всего вегетационного периода. Фитопланктон озерного участка много беднее по составу, однообразнее и по продуктивности почти в 4 раза уступает речному (1.9 и 7.2 г/м³ соответственно). Цветение воды синезелеными наблюдается только в предплотинной части, но оно относительно невелико (до 15 г/м³) и кратковременно.

Саратовское водохранилище по содержанию водорослей беднейшее в каскаде. Структура фитопланктона и его обилие полностью зависят от сбросов Куйбышевской ГЭС, причем, продвигаясь к Балаковской ГЭС, состав синезеленых и диатомовых водорослей резко беднеет. В период максимума биомасса фитопланктона на некоторых станциях достигает $3-7$ г/м³, составляя в среднем для водоема за вегетационный период всего 1.3 г/м³.

Волгоградское водохранилище в верховье получает обедненный и трансформированный при прохождении Саратовского планктон Куйбышевского водохранилища. В нем формируются свои, качественно отличные фитоценозы, в которых постепенно восстанавливаются лимнофильные элементы. Биомасса фитопланктона весной нарастает к плотине, а летом и осенью предельные для водохранилища величины отмечались на участке Усовка-Иловатка. Этому же участку были свойственны и самые высокие биомассы синезеленых водорослей (до 13 г/м³).

Низовье Волги. Незарегулированный участок Волги от г. Волгограда до с. Оля (96 км ниже Астрахани), протяженностью 590 км, не имеет боковой приточности. Фитоценозы на этом участке формируются исключительно за счет транзитного планктона, поступающего из Волгоградского водохранилища. Биомасса фитопланктона от нижнего бьефа к Астрахани, особенно весной и летом, существенно увеличивается, достигая $10-20$ г/м³, а общая биомасса низовья Волги в течение всего вегетационного периода постоянно выше, чем в Волгоградском водохранилище (см. таблицу).

На современном этапе существования волжских водохранилищ (включая и самое молодое — Саратовское) их планктон, пройдя ряд сукцессионных фаз, в значительной степени стабилизировался. Водохранилища каскада, расположенные в разных географических зонах (от лесной до пустыни), специфичны как по структуре фитопланктона, так и по его продуктивности. Так, в весенний период в Ивановском и Угличском водохранилищах доминируют *Stephanodiscus hantzschii* var. *pusillus* в сопровождении *Melosira italica*

**Средневзвешенная биомасса фитопланктона каскада волжских
водохранилищ на трассе русла Волги (г·м³)**

Водохранилища	Основные группы водорослей	1960 г.	1970 г.		1972 г.	
		4-11 XII	1-10 XVI	12-11 XVII	1-10 XVI	12-11 XVII
Иваньковское	синезеленые	—	0.0	1.2	1.1	2.1
	диатомовые	—	5.3	1.9	5.8	5.6
Угличское	общий состав	—	5.9	5.1	8.5	9.7
	синезеленые	—	0.0	0.2	0.0	1.0
Рыбинское, Волжский плес	диатомовые	—	6.9	1.8	0.3	1.6
	общий состав	—	7.7	2.7	0.5	3.5
Горьковское	синезеленые	0.2	0.0	4.7	0.1	4.7
	диатомовые	0.2	9.5	0.3	0.2	1.3
Чебоксарское	общий состав	0.7	9.8	5.2	0.4	6.2
	синезеленые	0.0	0.0	0.4	0.1	4.6
Куйбышевское	диатомовые	0.7	27.6	1.8	0.4	0.6
	общий состав	0.9	28.3	2.2	0.7	5.3
Саратовское	синезеленые	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8
	диатомовые	3.9	29.3	7.1	2.0	4.5
Волгоградское	общий состав	4.7	30.6	7.9	2.3	6.4
	синезеленые	0.0	0.0	0.3	0.0	4.0
Низовые Волги	диатомовые	1.4	3.1	2.2	1.8	2.5
	общий состав	1.5	3.3	2.6	1.9	7.4
Иваньковское	синезеленые	0.2	0.0	0.0	0.0	2.8
	диатомовые	0.7	0.3	0.1	0.6	0.3
Угличское	общий состав	0.9	0.5	0.2	0.6	3.2
	синезеленые	0.0	0.0	0.2	0.0	2.0
Рыбинское	диатомовые	0.7	0.1	0.1	0.2	1.3
	общий состав	0.8	0.1	0.3	2.3	3.4
Чебоксарское	синезеленые	0.1	0.0	0.0	0.0	1.9
	диатомовые	2.4	0.3	0.2	5.0	3.8
	общий состав	2.7	0.4	0.2	5.9	6.0

В Волжском плесе Рыбинского водохранилища происходит формирование нового фитоценоза, в котором господствует и сохраняет лидирующее положение во всех нижележащих водоемах вплоть до взморья *Melosira islandica*. Тем не менее, на трехтысячекилометровом участке каждое из водохранилищ имеет и свои характерные черты.

В летний период при уменьшении проточности каскада специфичность отдельных участков проявляется рельефнее. В Иваньковском, Угличском и во всех речных участках нижележащих водохранилищ, а также на трассе Чебоксарской ГЭС и в низовье Волги преобладают диатомовые водоросли, которым из синезеленых сопутствует эвритонный *Microcystis aeruginosa*. В озеровидных участках водохранилищ, начиная

с предплотинного плеса Рыбинского, доминируют *Aphanizomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa*.

Осенью, в связи с неодновременным наступлением в каскаде водохранилищ погодных и гидрологических изменений, мозаичность распределения планктонных фитоценозов много контрастнее. Интересен факт ранне осеннего обеднения Нижней Волги (ранонирование по М. А. Фортунатову, 1971) в которой биомасса фитопланктона составляла около 0.3 г/м³ при почти полном отсутствии синезеленых водорослей. Водоемы Средней Волги в это время (октябрь) наиболее богаты (средняя биомасса 4.2 в 1970 и 11.2 г·м⁻³ в 1972 гг.). Обильны на этом участке и синезеленые, среди которых преобладают *Coelosphaerium dudium*. Особенно высокие биомассы синезеленых (7.8 г·м⁻³ в среднем для участка) были зарегистрированы в теплую осень 1972 г. Водохранилища Верхней Волги много беднее других и по общей биомассе и по содержанию синезеленых водорослей (см таблицу).

Институт биологии внутренних вод АН СССР

ОГЛАВЛЕНИЕ

Никольский Г. В. О задачах биологии в обеспечении комплексного рационального использования водных ресурсов	5
Бугорин Н. В., Фортунатов М. А. Водохранилища Волги и особенности их гидрологического режима, как фактора, обуславливающего биологические процессы	7
Драчев С. М., Былинкина А. А., Трифонова Н. А., Кудрявцева Н. А. Антропогенные факторы формирования химического состава и содержания биогенных элементов в водохранилищах Волги	11
Сорокин Ю. П., Монаков А. В. Особенности продукционного процесса и трофические связи организмов Волжских водохранилищ	17
Пырина И. Л. Первичная продукция фитопланктона в волжских водохранилищах	20
Экзерцев В. А., Давыня И. В. Годовая продукция гидрофильной растительности водохранилищ Волги	24
Романенко В. П. Численность и продукция бактерий в водохранилищах Волги	28
Дзюбан Н. А., Ривьер Н. С. Современное состояние зоопланктона Волги	31
Мордухай-Болтовской Ф. Д., Дзюбан Н. А., Иоффе Ц. И. Изменения в фауне Волги под влиянием антропогенных факторов	35
Ляхов С. М., Мордухай-Болтовской Ф. Д. Современное состояние бентоса в волжских водохранилищах	40
Соколова Н. Ю., Поддубная Т. Л. Продуктивность бентоса Верхневолжских водохранилищ	43
Строганова Н. С., Путинцев А. И., Исакова Е. Ф., Шинин В. П. Токсикологическая характеристика некоторых вод, поступающих в Волгу	47
Кибальнич Н. А., Кудряш Л. В., Новиков Ю. В. Санитарные проблемы зарегулированной Волги (современное состояние и перспективы)	50
Никольский Г. В., Поддубный А. Г., Фортунатов М. А. Рыбное хозяйство как необходимый элемент комплексного использования водохранилищ	55
Кудерский Л. А. Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Волжско-Камского каската	58
Ильина Л. К., Небольсинна Л. К. Естественное воспроизводство рыбных запасов водохранилищ Волги	61
	91

Гордеев Н. А. Закономерности формирования ихтиофауны волжских водохранилищ	65
Яковлева А. Н., Малиютин В. С., Карпович А. Ф. Рыбоводные и акклиматизационные работы на волжских водохранилищах	69
Никонова Н. А. Основные закономерности формирования паразитофауны рыб волжских водохранилищ	73
Яблонская Е. А., Осидчих В. Ф., Левшакова В. Д., Курашова Е. К. Влияние гидротехнической реконструкции Волги на биологическую продуктивность Каспийского моря	77
Саруханов Г. Л. К переброске стока северных рек по Волжскому каскаду	81
Кузьмин Г. В. Современное состояние фитопланктона Волги	85

».

**Вторая конференция по изучению водоемов
бассейна Волги
«Волга-2»**

Технический редактор О. Кузнецова

Сдано в набор 20.V.74 г. АК 01603. Подписано в печать 19.VI.74.
Формат 60×90 мм. Физ. и усл. печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 5,61. Заказ 4.
Тираж 600. Цз. в 20 коп.

Типография Ярославского государственного университета
Ярославль, Советская, 14 а