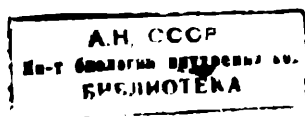


РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Член-корр. АН УССР А.В.ТОПАЧЕВСКИЙ /ответственный редактор/, д-р биол. наук В.И.ВЛАДИМИРОВ, д-р биол. наук И.А.СИРЕНКО, д-р биол. наук Я.Я.ЦЕБЬ, канд. биол. наук Л.П.БРАГИНСКИЙ, канд. биол. наук В.В.ГУРВИЧ /зам. ответственного редактора/, канд. биол. наук В.Н.ЛУКИНСКИЙ, канд. биол. наук И.П.КОРЕЛЯКОВА, канд. биол. наук П.Г.СУХОЙВАН.



**Редакция информационных изданий
Зав. редакцией В.И.Гилелых**

І. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

ВОДОХРАНИЛИЩА СССР И ИХ КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

А.И.Макаров

(Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники
им. Б.Е.Веденеева, Ленинград)

К началу 1971 г. в СССР находилось в фактической эксплуатации около 1000 водохранилищ всех назначений объемом, превышающим 1 млн.м³ каждое. Их суммарные показатели таковы: площадь зеркала, включая подпертые озера, - 11,6 млн.га, площадь затопленных земель - 5,8 млн.га, полная емкость - 831 км³, полезная - 406 км³. Около 800 из них составляют группу водохранилищ местного значения.

Решающее звено - группа из 204 водохранилищ, которая обеспечивает 99% общего эффекта всех водохранилищ страны по полезной емкости и на которые приходится более 97% всех затопленных земель. Каждое из них имеет полезный объем более 50 млн.м³ или площадь зеркала более 1 тыс.га. 115 водохранилищ из этой группы имеют гидроэнергетическое значение, причем в 86 случаях гидроэнергетика имеет ведущее значение. На эти 115 водохранилищ приходится 358,7 км³ полезной емкости и 5 млн.га затопленных земель. Вся эта группа может быть подразделена на 4 категории: гиганты, большие, средние и малые. Около 80% эффекта и ущербов приходится на 30 водохранилищ-гигантов с полезным объемом более 8 км³ и площадью затопления земель более 100 тыс.га каждое.

В число 204 водохранилищ входят также 14 водохранилищ при ТЭС и 65 водохранилищ, не имеющих энергетического значения. Из общего числа 10 введены в строй до 1900 г., 3 - за период 1900 - 1920 гг., 2 - за 1920 - 30 гг., 34 - за 1930 - 40 гг., 18 - за 1940 - 50 гг., 49 - за 1950 - 60 гг. и 88 - за 1960 - 1970 гг. Существующие водохранилища крайне неравномерно распределены по экономическим районам и бассейнам.

Гидроузлы при 115 водохранилищах, по проектным данным, имеют установленную мощность 20 млн.квт и позволяют вырабатывать 110 млрд.квтч электроэнергии в год. По этому назначению используется подавляющая часть водных ресурсов водохранилищ. 58 водохранилищ имеют транспортное значение. Они позволили коренным образом реконструировать основные водные пути по рекам Европейской части страны. Общая протяженность судоходных трасс по водохранилищам - 7400 км, спускопуски в нижние бьефы составляют около 5 км^3 в год.

Для водоснабжения используется 95 водохранилищ. Фиксированы отъемы воды только по 27 водохранилищам в объеме 6 км^3 в год. По оценке фактический отбор достигает 10 км^3 в год.

Для ирригации используется 78 водохранилищ, которые могут оросить 8 млн.га, фактически орошается менее 2,0 млн.га. Учтываемый в балансах отбор воды на эти цели из водохранилищ составляет $5,8 \text{ км}^3$ в год, кроме этого, в нижний бьеф производится пуск до 10 км^3 в год.

Для рыбного хозяйства используется 89 водохранилищ. Уловы рыбы из этих водоемов составляют около 1 млн.ц в год, хотя по проектным данным рыбопродуктивность этих водохранилищ - более 3 млн.ц/год.

Водохранилища - базы массового отдыха трудящихся. Значение этого факта нигде не учитывается. То же можно сказать и о смягчающем воздействии водохранилищ на наводнения, кормовой растительности и использовании других положительных свойств, органически присущих водохранилищам.

Большинство водохранилищ создано без особых ошибок в части их подготовки, хотя имеет место недоучет ряда отрицательных последствий их создания. Так, современное состояние научных исследований не дает возможности принять окончательные решения о методах экономической оценки затопляемых природных ресурсов (земля, лес, полезные ископаемые). Нет методов полного учета таких последствий в экономике, как изменение направления и коренного изменения условий и темп в развитии производительных сил в окружающих районах. Нет полной теоретической ясности в оценке затопляемых фондов и методах обоснования инженерной защиты, нет научно обоснованных методов оценки влияния фактора времени.

Одной из причин возникновения недостатков в связи с гидроэнергостроительством является практика финансирования всех меро-

прятий по созданию инфраструктуры в новых районах и в других отраслях народного хозяйства, связанных с водным хозяйством, за счет капитальных вложений, выделяемых в принципе только на гидроэнергетику. Это в первую очередь относится к практике определения и финансирования работ по созданию водохранилищ.

В целом имеет место:

а) существенное недоиспользование потенциальных мощностей и возможностей водохранилищ (кроме энергетического) по традиционным направлениям использования;

б) незнание конкретных путей использования водохранилищ (в первую очередь их мелководий и участков нижних бьефов) в части производства высшей водной растительности, птицеводства, для рекреационных целей и т.п.;

в) отсутствие методов учета ряда отрицательных последствий создания водохранилищ в условиях общего ухудшения качества воды в них.

Задачи дальнейшего перспективного развития народного хозяйства обуславливают необходимость расширения масштабов водохозяйственного строительства, а следовательно, и создание новых водохранилищ. Только 20 важнейших создаваемых в текущем пятилетии водохранилищ для гидроузлов энергетического назначения имеют суммарную полную емкость 290 км³, полезную емкость 115 км³, площадь затопленных земель 1350 тыс.га. Значительное число водохранилищ создается для технического водоснабжения тепловых электростанций, для ирригации, водоснабжения населения и промышленности.

К середине 80-х годов суммарный полезный объем водохранилищ в СССР увеличится до 950 км³, т.е. больше чем в 2 раза. На базе их использования будет вырабатываться до 340 млрд.квтч электроэнергии в год, отбор воды на водоснабжение увеличится до 70 км³, а на орошение 13 млн.га - до 90 км³ в год, длина судоходных трасс составит более 17 тыс.км, уловы рыбы - более 3 млн.ц в год. Может заметно возрасти роль водохранилищ в смягчении наводнений и улучшении санитарно-гигиенических условий, должны появиться результаты использования водохранилищ по новым назначениям, в том числе за счет использования подогретых обросших вод ТЭС.

Это теоретически предвидимые возможности. Их реализация возможна только в результате серьезных усилий работников эксплуатации, проектировщиков и ученых. Научные исследования должны быть направлены на углубление знаний о водохранилищах для более полно-

го учета всех последствий их создания, для более полного и эффективного использования всех положительных сторон их, т.е. на создание методов технико-экономической расфировки зоны неопределенности, обычно возникающей в связи с их созданием.

Специальное значение приобретают исследования закономерностей формирования и разработки методов регулирования качества воды в водохранилищах. Это направление должно включать работы по обоснованию методов оценки экономической эффективности таких мероприятий.

Основные научные исследования водохранилищ должны содержать, кроме выводов по конкретным разработкам, и метод (или предложения) оценки последствий их создания и прогнозирования использования на уровне 2000 года.

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ ЗА РУБЕЖОМ

А.Б. Авакян

(Институт водных проблем АН СССР, Москва)

За последние 20 - 25 лет число водохранилищ на земном шаре утроилось и объем их возрос в 5 раз. За эти же годы были созданы почти все самые крупные водохранилища мира. В настоящее время на Земле имеется свыше 10 тыс. водохранилищ, суммарным полным объемом около 5 тыс. км³ и площадью около 400 тыс. км².

Проблемы, связанные с созданием и комплексным использованием водохранилищ, в большинстве своем являются общими для всех стран мира. Это такие проблемы, как сохранение качества воды в условиях зарегулированного стока, избыточное "цветение" воды в водохранилищах, затопление земель, переустройство хозяйства, возмещение на природные и, в частности, на рыбные ресурсы, противоречия в требованиях к режиму уровней, пусков и многие другие. Все эти проблемы порождаются исключительной сложностью, многогранностью и внутренней противоречивостью водохранилищ. За последние годы они резко обострились из-за увеличения параметров водохранилищ и внесения ими изменений в природу и хозяйство больших, чем прежде, регионов, из-за усиления комплексности эксплуатации и все более широкого использования водохранилищ для водоснабжения и рекреационных целей.

Наряду с общими проблемами в разных группах стран и в отдельных странах имеются и свои специфические проблемы, вытекающие из:

- а) государственного строя и политического режима;
- б) недостатка капиталов, политической и экономической зависимости от других стран;
- в) отсутствия опыта в создании и эксплуатации водохранилищ;
- г) особенностей природных условий (например, бурное зарастание водохранилищ в странах тропического пояса растительностью, массовое переселение животных и т.п.).

Многие проблемы, возникающие при создании и комплексном использовании водохранилищ, могут быть разрешены или смягчены за счет:

а) усиления внимания при проектировании крупных водохозяйственных мероприятий к вопросам создания и комплексного использования водохранилищ. В центре внимания проектировщиков должно быть водохранилище, а не гидроузел, как это имеет место в настоящее время; переустройство хозяйства и переселение должны рассматриваться в свете возможностей переустройства экономической, а в некоторых развивающихся странах - и социальной структуры общества. Исследования всех аспектов проблемы создания и комплексного использования каждого водохранилища должны проводиться своевременно и быть всесторонними и детальными;

б) реальной оценки финансовых возможностей государства до начала строительства. Это относится в первую очередь к небольшим развивающимся странам;

в) создания специальных управлений в бассейнах крупных рек, в которых широко ведется гидротехническое строительство, и укомплектования их высококвалифицированной администрацией и опытными экспертами;

г) развертывания научных исследований и обобщения опыта создания водохранилищ в разных странах.

В нашей стране изучение опыта создания и комплексного использования водохранилищ за рубежом следует проводить с двумя целями:

а) для использования положительного опыта в отечественной практике;

б) в целях оказания квалифицированной помощи развивающимся странам.

ВОДОХРАНИЛИЩА И ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

А.Б. Авакян

(Институт водных проблем АН СССР, Москва)

Проблема использования земельных ресурсов в связи с созданием водохранилищ относится к числу наиболее сложных и спорных.

В рассматриваемой проблеме мы видим три основных аспекта: а) эффективность использования земель, занимаемых под водохранилища, до и после их создания; б) влияние водохранилищ на баланс земельных ресурсов в масштабе страны и основных экономических районов; в) методы компенсации земельных ресурсов, попадающих в различные зоны воздействия водохранилищ.

В сообщении основное внимание уделяется второму аспекту проблемы.

В настоящее время под водохранилища изъято 0,26% общей площади земельных ресурсов СССР и 0,46% площади сельскохозяйственных угодий.

В большинстве крупных экономических районов изъято менее 1% сельскохозяйственных земель. Наибольший ущерб причинен сенокосным и выгонно-пастбищным угодьям (Поволжье - 2,61%; Украина - 2,52%). Как правило, при создании водохранилищ затоплялись наиболее продуктивные заливные сенокосы.

Широко распространенное мнение о том, что изъятие сельскохозяйственных земель в основном происходит в связи с созданием водохранилищ, ошибочно. В действительности под водохранилища отводится 10-15% земли, изымаемой в целом из сельскохозяйственного оборота.

Наряду с отрицательным воздействием на земельные фонды, многие водохранилища позволяют увеличить земельные ресурсы, используемые в сельском хозяйстве, за счет орошения, уменьшения наводнений и т.п.

В отличие от земель, изымаемых под промышленные, транспортные и коммунальные нужды, земли, занимаемые под водохранилища, не полностью теряются для сельского хозяйства. В сельскохозяйственных целях могут использоваться мелководья (затопленные почвы на участках, не подвергавшихся эрозии и занесению песками, сохраняют свое потенциальное плодородие, а по некоторым показателям

даже повышают его) и земли, осушенные на водохранилищах много-летнего и сезонного регулирования. Немаловажное значение имеют рыбные ресурсы водохранилищ и водоплавающей птицы.

С точки зрения интересов сельского хозяйства водохранилища можно разделить на три группы:

а) водохранилища, ведущие к увеличению возможности использования земельных и биологических ресурсов (ирригационные, противопаводочные и водохранилища, создаваемые для территориальных перебросок стока);

б) водохранилища, не оказывающие сколько-нибудь существенно-го влияния на земельные и биологические ресурсы (многие комплексные водохранилища, имеющие ирригационное, противопаводочное и рыбохозяйственное значение);

в) водохранилища, существенно уменьшающие земельные и биологические ресурсы (большие энергетические и энергетическо-транспортные водохранилища, создаваемые на равнинах).

Рассмотрение и анализ материалов приводит к следующим выводам:

а) спорожение эксплуатируемых водохранилищ, предлагаемое отдельными специалистами, в настоящее время и в обозримой перспективе представляется неактуальным;

б) с точки зрения увеличения использования земельных ресурсов весьма желательно создание ирригационных и противопаводочных водохранилищ и водохранилищ для территориальных перебросок стока;

в) с рассматриваемых позиций создание на равнинах крупных водохранилищ энергетического и энергетическо-транспортного назначения в принципе представляется нерациональным; требуется тщательное и всестороннее рассмотрение каждого выдвигаемого объекта.

Основным принципом, которым следует руководствоваться при создании того или иного водохранилища, должно служить получение максимального народнохозяйственного эффекта от использования водных и земельных ресурсов на каждом прогнозируемом этапе развития народного хозяйства.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Л.Н.Шапиро

(Институт "Энергосетьпроект", Москва)

В СССР на многих реках созданы каскады сопряженных между собой гидроузлов, большинство которых предназначено для комплексного использования водных ресурсов. Все возрастающая тенденция использования гидроэлектростанций в качестве пиковых установок ведет к значительному увеличению суточной и недельной неравномерности сбросов воды в нижние бьефы гидроузлов.

В подпертых бьефах в зонах распространения суточного и недельного регулирования стока создается своеобразный режим расходов, уровней и течений, отличающийся как от естественного режима реки, так и от режима свободных нижних бьефов. Влияние этого режима на водопользователей, водопотребителей и санитарную обстановку до последнего времени недостаточно изучено и потому не в полной мере учитывается при установлении правил эксплуатации гидроузлов. В результате в подпертых нижних бьефах создаются часто сложные, иногда неблагоприятные условия использования водных ресурсов отдельными участниками водохозяйственного комплекса и неблагоприятная санитарно-гигиеническая обстановка.

Для водного транспорта в подпертых нижних бьефах создаются более благоприятные условия, чем на свободных нижних бьефах, однако, нередко появляется ряд осложнений в его работе, требующих осуществления специальных мероприятий или ограничения суточного и недельного регулирования. Эти ограничения направлены на уменьшение значительных по амплитуде и коротких по времени колебаний уровня воды в часы пропуска судов и проведения погрузочно-разгрузочных операций, а также ограничения размеров колебаний в зимний период в местах размещения затонов и ремонтных баз.

Значительные колебания уровней в течение суток и недели в период нереста рыбы приводят к периодическому временному затоплению и осушению береговой полосы, вызывая частичную гибель отложенной икры, а осенью и зимой неблагоприятно отражаются на заплывании и пребывании рыб в зимовальных ямах. Требуется выявить необходимые в эти периоды пределы ограничений суточного и недельного регулирования.

Снижение расходов воды или остановка гидроэлектростанции сопряжены в зоне неустановившегося режима со снижением скоростей отливного течения и возможностью возникновения обратных инерционно-волновых и ветровых течений. При пониженных скоростях течения загрязнения накапливаются в районе канализационных выпусков, а при возникновении обратных течений могут распространиться вверх по реке к водозаборам. На ряде водохранилищ, расположенных в паводковых районах, снижение скоростей течения способствует уменьшению процессов развития синезеленых водорослей. Во избежание указанных выше неблагоприятных явлений необходимо в каждом конкретном случае устанавливать санитарные выпуски, ниже которых расходы в течение суток снижаться не должны.

Особенно важное значение для поддержанных бьефов имеет уменьшение площади мелководий и строгий контроль за сбросом неочищенных сточных вод (опыт эксплуатации Камских и Днепровских гидроузлов, проект Переволококой ГЭС и др.).

Многие из затронутых здесь вопросов в настоящее время еще недостаточно изучены. Для научного обоснования режимов эксплуатации гидроэлектростанций при наличии поддержанных нижних бьефов необходимо обобщить опыт эксплуатации действующих комплексных гидроузлов и поставить ряд специальных исследований.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ ГЭС

Л.Г.-Горюлева

(Институт "Гидропроект", Москва)

Народнохозяйственный эффект от использования водных ресурсов в значительной мере связан с комплексным использованием водохранилищ. При этом водохранилища следует рассматривать большей частью не как самостоятельное предприятие, а как неотъемлемую часть комплексных гидроузлов.

Степень комплексного использования стока неодинакова для различных районов страны. Условно можно выделить водохранилища с преимущественно энергетическим или многоотраслевым значением.

Ведущая роль в комплексном использовании многих действующих водохранилищ принадлежит гидроэнергетике. При их строительстве, как правило, учитывались возможности развития ирригации, транспортные реконструкции рек и др.

Эффект от создания водохранилищ для отдельных отраслей народного хозяйства и водохозяйственных комплексов в разные периоды времени различен. По мере завершения каскадов в бассейне рек, освоения поймы и развития прибрежных отраслей хозяйства эффективность использования водных ресурсов претерпевает изменения. Народнохозяйственная значимость каждого из участников водохозяйственного комплекса (гидроэнергетика, рыбное хозяйство, орошение и др. отраслей) с течением времени будет меняться. На определенных этапах энергетика или водный транспорт могут уступить ведущую роль другим отраслям (орошению, водоснабжению) и отразить требования этих отраслей в режиме использования водных ресурсов. Это подтверждается изучением опыта эксплуатации ряда крупных водохранилищ, представительных по составу участников комплекса и находящихся в эксплуатации уже в течение длительного периода (15 - 20 лет): Цимлянского, Мингечаурского, Каховского, Кузнецовского, Волгоградского, Горьковского, Рыбинского и других. Динамика фактического освоения отраслевых эффектов этих водохранилищ показывает, что для таких участников водохозяйственного комплекса, как гидроэнергетика, экономический эффект реализуется сразу же или через короткий период времени после пуска гидроузла, а другие участники комплекса (иригация, водный транспорт, рыбное хозяйство) достигают этого в течение многих лет.

Наибольший экономический эффект водохранилища Волжско-Камского и Днепровского каскадов дает в настоящее время для энергетика. Экономическая оценка энергетического эффекта гидроэлектростанций этих двух каскадов водохранилищ производилась путем сопоставления затрат по каскадам ГЭС с затратами в заменяемые ТЭС и их топливную базу. Средние удельные капиталовложения, относенные на энергетика действующих днепровских и волжско-камских ГЭС, включая затраты по водохранилищам, составили соответственно 270 - 300 рублей на киловатт установленной мощности. По отчетным данным, средняя себестоимость энергии на ГЭС этих каскадов составила 0,17 коп/квтч.

Средневычисленные удельные капиталовложения в заменяемые ТЭС, включая затраты в топливную базу и транспорт топлива, составили бы не менее 200 рублей на установленный киловатт ТЭС. Себестоимость электроэнергии на ГЭС того времени составила в среднем 0,6 - 0,8 коп/квтч.

Таким образом, срок окупаемости в целом по существующим ГЭС Волжско-Камского и Днепровского каскада оценивается порядка 5 - 6 лет. Чистый доход, полученный от реализации выработанной на I.I.I971 г. электроэнергии в сумме по двум каскадам - 478 млрд. кВтч, перекрыл вдвое все капиталовложения, отнесенные на энергетику этих ГЭС.

Изучение энергетического использования этих и ряда других водохранилищ показало, что запроектированный энергетический эффект достигнут, но эксплуатация водохранилищ ГЭС сопровождается снижением гидроэнергетического эффекта, в связи с ростом водозаборов для других нужд и ограничением регулирования из-за удовлетворения требований рыбного и сельского хозяйств. Существующие условия работы энергосистем позволили, при имеющем место уменьшении выработки на ряде других ГЭС, не уменьшать используемую мощность ГЭС.

Опыт эксплуатации большинства водохранилищ показывает, что в дальнейшем для сохранения выработки и мощности ГЭС требуется проведение дополнительных мероприятий в низовьях Волги, Днепра и Дона в целях удовлетворения требований неэнергетических водопользователей и водопотребителей.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Г.О. Левит

(Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники, им. Б.Е.Веденеева, Ленинград)

Качество воды в реках и озерах в значительной степени определяется динамикой и структурой промышленных и коммунальных стоков. Некоторое влияние на качество воды оказывают мелководья. Отрицательное влияние мелководий в значительной степени определяется также уровнем сброса промышленных и коммунальных стоков в них.

Экономический потенциал водохранилищ и зарегулированного стока в значительной степени определяется степенью комплексности использования водных ресурсов и территориального размещения в условиях недостаточного увлажнения. Их значение обычно больше, для районов переменного и особенно избыточного увлажнения, как правило, меньше.

Непрерывный рост абсолютных и удельных капитальных вложений и эксплуатационных издержек в очистку воды предопределяется развитием водоемких предприятий и ростом коммунального водоснабжения.

Существенное повышение эффективности водоснабжения и водоотведения может быть достигнуто путем разработки оптимальных нормативов водопотребления различными отраслями народного хозяйства и в особенности промышленностью и сельским хозяйством. Одновременно должны быть разработаны методика оценки ущербов и соответствующие нормативы от недодачи воды с учетом динамики на обозримую перспективу и выполнены экономические исследования эффективности различных видов оборотного водоснабжения и воздушного охлаждения в связи с большим водопотреблением промышленностью и в особенности ТЭС и АЭС (для целей охлаждения).

Эффективность очистки промышленных и коммунальных стоков может существенно возрасти при выделении возможно более полного извлечения и использования в народном хозяйстве твердой фазы этих стоков. Экономический анализ результатов извлечения и использования твердой фазы промышленных стоков по данным отечественного и зарубежного опыта свидетельствует о быстрой (в пределах 2 - 3 лет) окупаемости дополнительных капитальных вложений в установки (устройства) извлечения и использования твердой фазы. Одновременно снижаются эксплуатационные издержки по водоотведению, что получит особенно четкое выражение после введения дифференцированных цен на воду.

Уменьшение размеров мелководий как на действующих, так и на строящихся водохранилищах может быть экономически эффективно решено путем сооружения затопляемых дамб, ориентированных на возможное затопление в пределах 2 - 5% обеспеченности. В отдельных случаях величина обеспеченности экономическим расчетом может быть определена иная.

Экономическое обоснование мероприятий по использованию вторичных водных ресурсов, включая твердую фазу промышленных и коммунальных стоков, должно осуществляться на базе широкого использования унифицированных стоимостных и натуральных укрупненных показателей, разработанных по данным отраслевых кадастров водоснабжения и водоотведения, водохранилищ и водно-мелиоративного.

В условиях экономической реформы необходимо установить твердые цены на воду, забираемую и сбрасываемую промышленностью в зависимости от ее качества.

Экономическое обоснование использования вторичных водных ресурсов требует применения унифицированных методов технико-экономических расчетов для всех компонентов водохозяйственного комплекса. Основные унифицированные методические положения и расчетные зависимости сформулированы в методике оценки фактической народнохозяйственной эффективности водохозяйственных комплексов, которые необходимо соответственно приспособить для проектной и плановой практики в рассматриваемой области.

П. С А Н И Т А Р Н О - Б И О Л О Г И Ч Е С К И Й Р Е Ж И М И К А Ч Е С Т В О В О Д Ы В О Д О Х Р А Н И Л И Щ

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ

С.М. Драчев, Н. В. Бутория

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

Регулирование речного стока водохранилищами существенно изменяет фактические свойства воды, солевой состав, содержание и формы биогенных элементов. Смена режима и изменение характеристик речных вод после зарегулирования стока вызвали формирование на отдельных участках водохранилища биоценозов озерного типа. Это особенно четко прослеживается по изменению микробного населения, состава и численности фитопланктона, а также по распределению зоопланктона и ихтиофауны.

Основой для формирования качества воды водохранилища является речной сток. В равнинных водохранилищах заполнение происходит за счет вод снеготаяния весной, в горных основную роль играют воды от таяния снега и ледников в летнее время. Несмотря на различие физико-географических условий, водохранилища заполняются мало минерализованной водой гидрокарбонатного типа с содержанием солей, не превышающим 0,5 г/л, довольно бедной по содержанию растворимого фосфора. В лесной зоне при невысоком содержании фосфатов и минеральных форм азота весенний речной сток

сильно обогащен растворимым органическим веществом. В более низких районах, особенно горных водохранилищах, отмечается бедность содержания органического вещества при довольно высоком содержании минерального азота.

При трансформации речного стока в водохранилищах происходит в первую очередь осаждение взвешенных веществ. Благодаря этому в предплотинных участках обычно высока прозрачность воды и мало содержание взвешенных веществ. В водохранилищах, заполненных водой, окрашенной природными органическими соединениями, в силу различных причин при длительном отстое уменьшается цветность воды. В крупных и средних водохранилищах не отмечено увеличения состава растворенных солей.

Замедление речного стока в общем положительно сказалось на кислородном режиме. Содержание растворенного кислорода во всех равнинных водохранилищах хотя и не достигает обычно полного насыщения, но остается на уровне, благоприятном для существования и развития растительности и животных организмов. Полное исчезновение кислорода наблюдается в придонных слоях при резко выраженной термической стратификации, которая в водохранилищах представляет собой редкое явление. Летом ее ограничивают ветровые волнения и течения, а зимой — усиленная обработка водохранилищ. Лишь в тех случаях, когда питание водохранилища или его отдельных участков происходит за счет обедненных или лишенных кислорода вод, возможно создание анаэробных условий. В качестве неблагоприятного фактора следует указать на избыточное пересыщение трофогенного слоя воды растворимым кислородом, что почти всегда наблюдается в евтрофированных водоемах.

В первые годы существования водохранилищ обычно отмечается обильное развитие фитопланктона и заметное ухудшение качества воды. Биогенные элементы, освобождаемые при распаде органического вещества с затопленной растительности и легко подвизного органического вещества затопленных почв, создают условия кратковременного евтрофирования водоема. В дальнейшем, при ежегодном заполнении водохранилищ речным стоком, в большинстве случаев отмечается снижение продукции органической массы фитопланктона и улучшения качества воды.

При замедленном водообмене отстой природной воды в водохранилищах в целом изменяет качество ее в сторону улучшения для большей части потребителей. Вместе с тем возникают значительные

затруднения при использовании воды для хозяйственно-питьевого и многих видов промышленного водоснабжения при питании водохранилищ речным стоком, содержащим повышенное количество соединений биогенных элементов за счет антропогенного воздействия.

Наибольшее значение для эвтрофирования водоемов имеют соединения азота и фосфора, в особенности последнего. Водохранилища, бедные по содержанию общего фосфора и фосфатов, оказались менее продуктивными по фитопланктону (Рыбинское, Горьковское, Мингечаурское). При близком содержании соединений азота водохранилища с более высоким содержанием общего фосфора значительно продуктивнее (Цимлянское). Разработка вопроса о связи содержания биогенных элементов, прежде всего фосфора, и продукции органической массы, об источниках поступления и превращения соединений фосфора в водохранилищах представляется одной из важных задач дальнейших исследований.

Поддержание качества воды в водохранилищах должно регулироваться теми же правилами, что и охрана речных вод, но с учетом особенностей их гидрологического режима и эксплуатации. Учитывая возможность накопления донных отложений при замедленном водообмене и вероятность вторичного загрязнения, повышенные требования должны быть предъявлены в отношении оброса с жезенных веществ. При контроле качества стоков необходимо учитывать содержание и формы основных биогенных элементов, и в первую очередь фосфора.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ВОДЫ

Т.Н. Филатова

(Государственный гидрологический институт ГУГМС, Ленинград)

В нашей стране работает большая сеть гидрометеобсерваторий и озерных станций, ведущих наблюдения над различными элементами гидрометеорологического режима внутренних водоемов. Получаемые при их наблюдениях данные не находят достаточного применения в исследованиях биологических и химических процессов во внутренних водоемах. По-видимому, одной из причин этого является значительная изменчивость элементов гидрометеорологического режима внутренних водоемов во времени и в пространстве и возникающие в свя-

зи с этим трудность в их обобщении, в частности при получении количественных характеристик, удобных для использования в уловных целях. На примере ряда водохранилищ и озер дается некоторые рекомендации по обобщению данных о температуре воды и характеристике вертикального и горизонтального обмена водных масс. Предоставляется целесообразными количественный и режимно-статистический учет гидрометеорологических характеристик при оценке качества воды всего водоема или его отдельных участков.

Данные о температуре воды для использования в указанных целях следует обобщать в виде кривых обеспеченности. Последние, в зависимости от распределения температуры по вертикали, строятся на основании ряда наблюдений для: 1) данных, осредненных по глубине; 2) температуры воды на поверхности или на некоторой заданной глубине; 3) вертикальных градиентов температуры. Последние две разновидности обобщения применяются только при вертикальных градиентах температуры 0,3 - 0,5 град/м и более.

При устойчивом температурном скачке его целесообразно характеризовать следующими количественными показателями: 1) длительностью непрерывного существования; 2) максимальным и средним за период существования вертикальным градиентом; 3) глубиной залегания его верхней и нижней границ в середине летнего периода; 4) средней скоростью опускания верхней и нижней его границ; 5) максимальной и средней месячной вертикальной устойчивостью; 6) изменением температуры гипolimниона в период стратификации; 7) коэффициентом турбулентной теплопроводности K (кал/см град.сек).

Важная характеристика горизонтального обмена - устойчивость течений - обобщается посредством роз повторяемости, полученным на основании длительных рядов наблюдений. Анализ роз повторяемости позволяет выявить в водоеме участки устойчивых, неустойчивых и преобладающих течений, а также области развития компенсационных течений в придонных слоях.

Использование комплекса указанных гидрологических показателей дает возможность повысить эффективность исследований биологических и химических процессов во внутренних водоемах, что будет способствовать нахождению путей улучшения санитарно-биологического режима водоемов.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПРОЕКТИРУЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

А.И. Денисова, Ю.Г. Майстренко

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Среди различных факторов, определяющих качество воды проектируемых и существующих водоемов, основное место занимают органические и биогенные вещества, поступающие в водоем с речным стоком, атмосферными осадками, промышленными и бытовыми стоками и накапливающиеся в нем в результате внутриводоемных процессов.

В формировании органических и биогенных веществ автохтонного происхождения большую роль играют: первичная продукция органических веществ, органические и биогенные вещества, поступающие в водоем из залитых почво-грунтов и при минерализации остатков древесной, луговой, высшей водной растительности и отмершего планктона.

Результаты экспериментальных работ по изучению разложения различных видов растительности (луговой, высшей водной, древесной) и планктона при их контактировании с природной водой и выщелачивания биогенных и органических веществ из залитых почво-грунтов позволяют рассчитать количество биогенных и органических веществ, поступающих в водохранилища Днепровского каскада из различных источников.

Основным фактором, определяющим содержание биогенных и органических веществ в воде Днепровских водохранилищ, являются органические и биогенные вещества питающих рек, доля которых в зависимости от ингредиентов колеблется от 40 до 97%, а в среднем составляет 70% от их общего содержания в воде.

Максимальное количество органических и биогенных веществ растительного и почвенного происхождения по основным показателям (органический углерод и азот, аммонийный и нитратный азот) накапливается в воде Днепровских водохранилищ, в первую очередь, вследствие разложения отмершего планктона (20 - 22%); второе место принадлежит почвам (14%), третье - разным видам водных растений (6 - 10%). Количество биогенных и органических веществ, попадающих в воду с атмосферными осадками, колеблется, в зависимости от климатических условий, от 1 до 6%.

Степень влияния различных факторов зависит также от физико-географических условий. Так, в водохранилищах Полесья (Киевское),

расположенных в условиях влажного гумидного климата на территории с густой речной сетью, лесистостью и заболоченностью бассейна, важную роль в формировании гидрохимического режима играет сток лесного и болотного покровов бассейна.

В водохранилищах Лесостепи (Кременчугское) и особенно Степи (Каховское) роль этих факторов уменьшается, и более существенное значение приобретают органические и биогенные вещества, образующиеся в результате внутриводоемных процессов.

ГЛАВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ

И.М. Паваню, М.Н. Тарасов

(Гидрохимический институт ГИМС, Новочеркасск)

На гидрохимический режим водохранилищ оказывает влияние физико-географические условия, внутриводоемные процессы, морфометрические особенности водохранилищ и многие другие факторы (до 40). Однако большая часть этих факторов либо вообще не поддается количественной оценке, либо их учет представляет большую трудность ввиду сложности проходящих в водохранилищах явлений. Вместе с тем многие факторы не имеют существенного значения в формировании гидрохимического режима водохранилищ, частично взаимноисключают друг друга и поэтому в ряде случаев ими можно пренебречь. В связи с изложенным возникает вопрос о выделении главных факторов, существенно влияющих на гидрохимический режим водохранилища.

К числу главных факторов следует отнести, прежде всего, средний водообмен водохранилища, минерализацию поступающей речной воды, величины атмосферных осадков, испарения и ледообразования. Заметное влияние, особенно в засушливых условиях, может оказывать засоленность почво-грунтов дна водохранилища в первые годы его существования. Среди перечисленных факторов наиболее существенная роль отводится водообмену.

В зависимости от водообмена водохранилищ можно выделить два типа их гидрохимического режима.

В проточных водохранилищах (водообмен больше I) гидрохимический режим близок к режиму реки, причем крайне в го-

довом цикле пределы минерализации воды водохранилищ приближаются к крайним пределам минерализации речных вод, наблюдаемым в среднем за многолетний период.

В водохранилищах многолетнего регулирования (водообмен, равный I, и меньше) минерализация воды приближается к минерализации рек, средневзвешенной по стоку, но увеличенной за счет испарения и образования льда. Эти общие соображения положены в основу методики быстрого ориентировочного гидрохимического прогнозирования.

Проверка, иллюстрация и количественная оценка общих теоретических положений проведена путем сопоставления гидрохимического режима 30 водохранилищ Советского Союза с режимом питания их рек. В результате анализа изменений гидрохимического режима рек при их зарегулировании установлены главные факторы и общие закономерности формирования гидрохимического режима водохранилищ и предложены методики ориентировочного гидрохимического прогнозирования. Более детальные исследования, количественная оценка факторов и степень влияния главных факторов на гидрохимический режим водохранилищ осуществлена путем многолетних детальных исследований на одном из типичных для засушливых условий водохранилищ - Оттавеновском.

Для водохранилищ многолетнего регулирования методика ориентировочного прогноза основана на известном уравнении водного и солевого баланса.

Для проточных водохранилищ методика прогноза средних (\bar{C}_g) и предельных (C_g^{min} и C_g^{max}) значений минерализации воды основана на связи указанных характеристики с аналогичными характеристиками реки (\bar{C}_p , C_p^{min} и C_p^{max}) и коэффициентами водообмена (κ).

Найденная связь выражается уравнениями:

$$\Delta C_g = C_g^{max} - C_g^{min} = \Delta C_p \left(0.96 - \frac{0.72}{\kappa} \right),$$

$$\bar{C}_g = \bar{C}_p \left(0.99 - \frac{0.26}{\kappa} \right),$$

$$C_g^{min, max} = \bar{C}_g \pm \frac{\Delta C_g}{2}.$$

Новый состав рек при их зарегулировании, как правило, остается неизменным. Об этом свидетельствуют совмещенные графики

связи ионного состава воды с минерализацией ряда рек Советского Союза и сооруженных на них водохранилищ.

МУТНОСТЬ КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ

Н.А. Зимина

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

Частицы различного генезиса, находящиеся в водоемах во взвешенном состоянии, оказывают существенное воздействие на физические, химические и биологические свойства вод водоемов. Количество взвешенных в воде частиц (мутность) является одним из важных показателей ее качества и строго регламентируется нормами ГОСТа при использовании водоемов для хозяйственно-питьевых нужд.

При поступлении речных вод, несущих терригенные частицы, в водохранилища происходят два противоположно направленных процесса: обогащение вод автохтонными взвесями и седиментация взвесей как поступивших с водосбора, так и образовавшихся в самом водоеме. Результирующий эффект одновременного действия этих процессов определяет режим мутности в водохранилище. Сезонная интенсивность осадконакопления и транспорт различных генетических типов взвесей, провакирование их в приплотинный участок и, в конечном итоге, годовой ход мутности в створе гидроузла зависят от сезонных изменений выла и степени гидродинамической активности водных масс.

В долинных водохранилищах сезонного регулирования основным видом гидродинамической активности водной массой являются оточные течения. Большая часть стока речных наносов проходит через эти водоемы транзитом. В межениный период образование автохтонных взвесей в значительной степени компенсирует уменьшение стока аллювиальных наносов. Годовой ход мутности характеризуется уменьшением весеннего пика и наличием эпизодических ее увеличений в течение лета и осени. В водохранилищах с большими озеровидными расширениями стоковые течения характерны для узких речных участков. В пределах этих участков и на выходе из них аккумулируются речные наносы. В безледоставный период в озеровидных расширениях происходит интенсивное образование автохтонных взвесей. Внутригодовой ход мутности таких участков резко отличается от речного:

для него характерны отсутствие весеннего пика, большие колебания и максимальные значения в безледоставный период.

Изменения в режиме мутности, вызванные регулированием стока, определяют трансформацию стока взвешенных наносов и рассматриваются на примере водохранилищ верхневолжского каскада. Во всех верхневолжских водохранилищах автохтонное взвешенное вещество играет роль ведущего приходного компонента в балансе взвесей. Сток речных наносов, поступающих в водохранилища, составляет 20 - 40% от общего прихода. Уменьшение среднего годового стока взвешенных наносов долиными водохранилищами сезонного регулирования - Ивановским, Угличским составляет всего 11 - 13%, тогда как Рыбинское водохранилище уменьшило средний годовой сток взвешенных наносов Волги на 70%.

О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В СВЯЗИ С ПРОЦЕССАМИ САМООЧИЩЕНИЯ

Л.А.Сиренко, М.И.Кузьменко, Л.Е. Афанасьева, Н.А.Саенко

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Влияние синезеленых водорослей на качество воды как доминирующей альгогруппы в условиях водоемов зарегулированного стока может быть рассмотрено на два различных этапа - очистительный (обусловленный процессом фотосинтеза и выделением активированного кислорода клетками, а также сохранением фотосенсибилизирующей активности хлорофилл-белковых комплексов и гетеротрофным усвоением растворенных в воде органических соединений) и загрязняющий (обусловленный принудительным выделением метаболитов и посмертным разложением больших скоплений органических веществ в зонах "цветения").

В начальный период развития синезеленых водорослей при биомассе их от 2 до 100 мг сухого вещества на литр доминирует их очистительная функция. Кислородная продуктивность колеблется в пределах от 0,2 до 2,5 мг/л, фотосинтезирующая углекислота - до 3,0 мг/л, происходит особенно интенсивное усвоение растворенных в воде органических веществ (до 13,7 мг $I-6-C^{14}$ - гликози на г сухого вещества).

Баланс обмена органического углерода в этот период сдвигнут в сторону поглощения его из воды клетками водорослей, причем

равяцца между интенсивностью поглощения водорослями органического углерода и его выделением достигает 1,75 мг углерода в литре за час экспозиции.

С накоплением биомассы фитопланктона выше 200 - 500 мг/л сухого вещества и особенно с появлением агрегированных скоплений водорослей (выше 500 - 1000 мг/л) начинает доминировать загрязнительная функция: снижается кислородная продуктивность, начинают превалировать процессы выделения органического вещества (прибыль органического углерода в воде, главным образом фитопланктонного происхождения, составляет минимум 2 мг/л за час). Это свидетельствует о высоких темпах биологического загрязнения.

Следовательно, разработка эффективных методов регулирования качества воды в водоемах должна предусматривать оптимизацию очистительной функции водорослей. Этому могут способствовать профилактические мероприятия, не допускающие усиленного размножения водорослей (усиление окислительных процессов за счет искусственной аэрации воды), а также своевременное изъятие избытка водорослевой массы из водоема с последующим хозяйственным использованием ее.

ВЛИЯНИЕ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ДНЕПРА

А.И. Денисова, М.Г. Майстренко, М.Б. Фельдман
Е.П. Нахшина, Г.А. Енаки, И.Р. Паламарчук

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

В пределах Украины река Днепр почти полностью зарегулирована. Создано пять водохранилищ, изучение гидрохимического режима которых проводится с момента заполнения до настоящего времени. Изучена сезонная и многолетняя динамика газов, органических и биогенных веществ, микроэлементов и главных ионов, характер донных отложений и их химический состав. Исследовано распределение макроэлементов по акватории и глубине. Рассмотрены условия формирования гидрохимического режима за весь период существования водохранилищ, влияние их друг на друга при каскадном расположении.

В головном водохранилище в формировании гидрохимического режима основное значение имеют питающие его реки, а также сток воды с поверхности водосбора, характеризующегося густой речной сетью, лесистостью и заболоченностью. В нижележащих водохранили-

цах роль этих факторов уменьшается и более существенное значение приобретают внутриводоемные процессы.

В первые годы существования водохранилищ значительную роль в формировании гидрохимического режима оказывают залитые почвы ложа, затем начинают превалировать внутриводоемные процессы. По мере становления водохранилищ изменяется количественный и качественный состав органических и биогенных веществ, сезонная и многолетняя динамика газового и солевого режимов. Отмечено накопление автохтонного вещества растительного и животного происхождения. В отличие от органического вещества Днепра оно характеризуется повышенным содержанием органического азота и, следовательно, более узким отношением $C:N$ а также более низкой цветностью воды.

Для Киевского водохранилища характерно высокое содержание биохимически устойчивых компонентов, что определяет высокие величины $C:N$ (8,0 - 22,0). В Кременчугском водохранилище, отличающемся замедленным водообменом, питающимся водами, трансформированными в Киевском водохранилище, органическое вещество представлено преимущественно соединениями планктонного происхождения ($C:N$ - 5,0-12,0). В Каховском водохранилище содержится еще более значительное количество биохимически доступных соединений ($C:N$). В аналогичном порядке распределяется и содержание аминокислот и сахаров. Так, в Киевском водохранилище содержание свободных аминокислот колеблется в пределах 2,4 - 11,6 мкг/л, связанных - 30,5 - 106,2 мкг/л, сахаров - 1,00 - 1,33 мг/л, а в Каховском соответственно содержание их составляет 6,8 - 46,0 мкг/л, 48,7 - 196,0 мкг/л и 1,47 - 3,05 мг/л.

Зарегулирование стока Днепра приводит и к изменению механического и химического состава грунтов дна. Заметно увеличиваются площади грунтов более тяжелого механического состава, особенно в замыкающем (Каховском) водохранилище. Вместе с тем в головном (Киевском) ясно выражен процесс аккумуляции влекомых речных наносов (песка) и размыв грунтов легкого механического состава. Донными отложениями водохранилищ извлекается и связывается часть минеральных и органических веществ.

Распределение тяжелых металлов в грунтах коррелируется с содержанием в них органического углерода. Концентрация цинка и меди в воде определяется процессом связывания их ионов донными

отложениями, марганца — биохимическими процессами и окончательно-восстановительными условиями среды.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ГРУПП ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ОСНОВНЫХ ПРОДУЦЕНТОВ (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ)

А.Д.Семёнов, В.А.Брызгалов, Т.С.Книжникова, А.Н.Повдалькова

(Гидрохимический институт ГУМС, Новочеркасск)

Роль отдельных групп органических соединений в круговороте веществ в водоемах почти не исследована. Для ее выяснения необходимы данные о содержании и сезонной динамике органических веществ в водоемах, а также знание количественных зависимостей между содержанием отдельных групп органических веществ, с одной стороны, и биомассой и интенсивностью процессов жизнедеятельности водных организмов — с другой.

Исследованы внутригодовые колебания содержания аминокислот и белковоподобных соединений, сахаров и углеводоподобных веществ, органических кислот, сложных эфиров и карбоновых соединений одновременно с оценкой динамики биомассы фитопланктона и бактериопланктона и интенсивности фотосинтеза в воде Цимлянского водохранилища и ряда прудов Ростовской области.

Концентрация растворенных органических веществ подвержена колебаниям в зависимости от процессов развития и распада определенного вида водных организмов: в период развития зеленых водорослей содержание аминокислот, белковоподобных веществ, органических кислот и карбоновых соединений значительно возрастает; повышенное содержание сложных эфиров отмечено в период преобладания синезеленых водорослей.

Внутригодовые колебания содержания свободных сахаров и сахаров в гидролизатах не носят характера четких закономерных изменений, что связано с участием углеводов в самых различных, протекающих с различной скоростью, биохимических процессах. Колебания суммарной концентрации сахаров могут являться показателем интенсивности этих процессов.

Зависимость количественного содержания некоторых групп органических веществ от физиологических фаз роста отдельных видов протокочных водорослей исследована в условиях лабораторного моделирования.

ВЛИЯНИЕ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
НА РЕЖИМ ОРГАНИЧЕСКИХ И БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ
МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

О.Е.Ланчикова, В.Т. Каплин

(Гидрохимический институт ГИМС, Новочеркасск)

Прогноз качества воды представляет сложную задачу и требует учета многочисленных факторов, влияющих на поступление и динамику органических и биогенных веществ в водохранилище.

В ряде случаев влияние почв и растительного покрова имеет решающее значение в процессах формирования гидрохимического режима водохранилищ, а также внутриводоемных процессах превращения и накопления веществ и энергии. Это влияние может иметь место при непосредственном контакте почв и растительности с водой, а также при омыве в водохранилище с водосборных площадей растительного опада.

Значение этих факторов для формирования качества воды определяется типом и мощностью почв водосбора и его растительного покрова и рядом других физико-географических условий, обуславливающих возможность мобилизации и доставки с водосбора в водохранилище биологически активных веществ.

Изучение небольших водохранилищ юго-востока РСФСР, не загрязняемых сточными водами и имеющих большое значение для поливного земледелия и рыбозаводства, позволило установить значительные сезонные изменения содержания в воде органических и биогенных веществ.

Весной (апрель) интенсивно протекающие процессы распада отмерших растительных остатков, сложных органических веществ почв и вымывание продуктов биохимического распада поверхностно-стоковыми водами в водохранилища обуславливают резкое увеличение содержания питательных веществ для биопродукторов: ионов аммония - до $19 \text{ мг } \text{NH}_4^+/\text{л}$, нитритах - $0,06 \text{ мг } \text{NO}_2^-/\text{л}$, нитратах - до $3,3 \text{ мг } \text{NO}_3^-/\text{л}$ и минерального фосфора - $0,3 \text{ мг}/\text{л}$.

Содержание свободных аминокислот возрастает до $140 \text{ мкг}/\text{л}$, летучих фенолов - до $150 \text{ мкг}/\text{л}$, редуцирующих сахаров - до $2 \text{ мг}/\text{л}$, величина БПК₅ достигает $6 - 7 \text{ мгO}_2/\text{л}$ и ХПК - $40 \text{ мгO}/\text{л}$. Концентрация кислорода падает в данный период до $4 \text{ мг}/\text{л}$, а величина цвет-

ности возрастает до 150°. К концу мая содержание органических и биогенных веществ значительно снижается.

В летнее время (конец мая – август) на гидрохимический режим водохранилищ оказывают влияние, главным образом, внутриводоемные процессы.

На отдельных водохранилищах хорошо прослеживается связь между содержанием минеральных форм азота и интенсивностью развития фитопланктона, о чем свидетельствует уменьшение содержания биогенных веществ в летний период почти до нуля и увеличение первичной продукции по сравнению с ранневесенним и осенним периодами.

Интенсивность развития микроорганизмов хорошо согласуется с величинами продукции и деструкции органических веществ в воде водохранилищ.

В течение вегетационного периода наблюдается, как правило, два максимума в развитии численности сапрофитов и общего количества микроорганизмов. Одним из причин увеличения численности сапрофитов в паводковый период (3700 клеток в I мл воды) является поступление в водохранилище извне растворимых органических веществ растительного и почвенного происхождения. В период максимального развития и отмирания фитопланктона (август) число сапрофитов возрастает до 32000 клеток в I мл.

Сравнение натурных наблюдений с результатами лабораторных опытов по изучению распада растительных остатков и почв позволяют дать ориентировочную оценку роли почвенного покрова и растительности в процессах продуцирования органических и биогенных веществ в водохранилищах.

Максимально наблюдаемое содержание органических и биогенных веществ относится к 20 – 30-м суткам после начала опыта и характеризуется концентрацией гуминовых кислот (для чернозема) – 845 мкгС/л, кремния (для листового опада) – 30 мг/л, фосфора минерального (для камеша) – 2,7 мг/л, сахаров редуцирующих (для коры сосны) – 4 мг/л.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ЛЬДА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩ

И.М. Кореновская, М.Н. Тарасов

(Гидрохимический институт ГИМС, Новочеркасск)

Процесс образования льда является одним из существенных факторов, формирующих химический состав воды водных объектов в зимний период года. Поэтому одной из задач при изучении химического состава льда поверхностных вод суши является выяснение влияния процесса образования льда на химический состав воды водохранилищ. Для ее решения проведены трехлетние полевые наблюдения на 76 прудах и 7 водохранилищах Северного Кавказа, отличающихся по величине минерализации ($102 - 63540$ мг/л) и химическому составу воды (от гидрокарбонатно-кальциевой до хлоридно-натривой), в лабораторные опыты по замораживанию чистых растворов солей и природных вод.

Гидрохимические съемки, выполненные на нескольких прудах и водохранилищах, свидетельствуют о неоднородности минерализации и ионного состава льда по акватории водоемов. При сравнительно однородной минерализации подледной воды и статическом типе образования льда намечается взаимосвязь между соотношением величин минерализации подледной воды и льда и соотношением глубины водоема в том или ином его районе и толщиной льда. К концу периода ледостава наблюдается уменьшение минерализации льда и увеличение минерализации подледной воды. На прудах и водохранилищах минерализация льда уменьшается в $2,3 - 6,2$ раза, а минерализация подледной воды возрастает в $1,2 - 1,7$ раза.

Для всех исследованных водных объектов установлена взаимосвязь между минерализацией льда и минерализацией воды, выражаемая уравнением регрессии $\sum a^4 = 0,12$, $\sum a^6 = 0,02$, которое можно использовать при гидрохимическом прогнозировании.

Относительное содержание всех ионов во льду в большинстве случаев остается таким же, как в воде, из которой образовался лед.

При замораживании чистых растворов солей в лабораторных условиях установлены зависимости концентраций различных ионов во льду от их концентраций в исходных растворах и от температуры замораживания. Эти зависимости оказались характерными и для типичных природных вод. Расчеты показали, что процесс образования

льда является существенным фактором, повышающим минерализацию подледной воды. За счет этого процесса минерализация воды изученных водных объектов увеличивается к концу зимы на 6 - 47%.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ И ГРУНТАХ ВОДОХРАНИЛИЩ ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА

М.Б. Фельдман, Е.П. Нахшина

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Исследование содержания и распределения микроэлементов в воде и грунтах водохранилищ Днепровского каскада было начато в 1967 г. на Киевском водохранилище и продолжено в 1968 - 1969 гг. на всех водохранилищах Днепровского каскада.

Содержание микроэлементов в воде головного в каскаде Киевского водохранилища определяется поступлением их с речным стоком, внутриводоемными процессами и степенью водообмена. Здесь происходит аккумуляция 47% внесенных реками тяжелых металлов, в основном марганца и цинка. В нижерасположенных водохранилищах большую роль в динамике и распределении тяжелых металлов приобретают внутриводоемные процессы.

Содержание марганца в воде водохранилищ Днепра изменяется в широких пределах: 0,0 - 483 мкг/л, средняя его концентрация уменьшается от головного водохранилища к последнему в каскаде (за исключением Днепродзержинского) и составляет: в Киевском водохранилище - I45 мкг/л, в Кременчугском - II3, Днепродзержинском - I50, Запорожском - II2, Каховском - 92 мкг/л.

Содержание цинка в воде всех водохранилищ каскада изменяется в довольно узких пределах: от 0,0 до 18,0 мкг/л в 1968 г. и 33 мкг/л в 1969 г. Для него характерна относительная стабильность средней концентрации как по сезонам, так и по акватории водохранилищ, что объясняется связыванием его донными отложениями водоемов.

Для меди, несмотря на аналогичное взаимодействие с грунтами, все же отмечена некоторая тенденция к увеличению средней концентрации от головного водохранилища (3,8 мкг/л) к конечному (15,5 мкг/л), что согласуется с данными о химическом составе почв УССР, для которых в этом же направлении отмечено повышение содержания подвижных форм меди.

В донных отложениях водохранилищ изучено распределение четырех элементов: марганца, цинка, меди и кобальта, вычислены средние концентрации каждого из них в грунтах различного типа.

Среднее содержание марганца в грунтах значительно превосходит содержание остальных металлов и составляет $10^{-2} - 10^{-1}\%$; содержание цинка - $2 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-3}$; меди - $2 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-3}$; кобальта - $7 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}\%$. Основным фактором, определяющим содержание цинка, меди и кобальта в донных отложениях водохранилищ, является содержание в них органического вещества; для марганца этот фактор не является основным.

Показана значительная роль донных отложений в самоочищении водоемов от ионов тяжелых металлов.

Во всех водохранилищах местами значительного концентрирования тяжелых металлов являются бухты и заливы, донные отложения которых наиболее богаты органическим веществом.

ИСТОЧНИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ И РЕЖИМ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Н.А. Трифонова

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

Основным источником поступления соединений азота в Рыбинское водохранилище является речной сток, составляющий в водном балансе около 90%. В связи с тем, что на долю весеннего стока в водохранилище приходится около 50% годового, а проточность водоема мала, химический состав вод, в том числе и содержание соединений азота, определяется в основном составом вод весеннего половодья. Вследствие региональных различий физико-географических условий площади водосбора, воды половодья, заполняющие водоем весной, характеризуются значительным разнообразием как в общем содержании, так и в отдельных формах азота. Содержание соединений азота в водах поверхностного стока с более населенной и освоенной в сельскохозяйственном отношении территории бассейна верхней Волги значительно превышает содержание их в стоке с лесенной, заболоченной и менее освоенной площади водосбора Шексны и Мологи.

На режим соединений азота в водохранилище всевозрастающее влияние оказывает антропогенный фактор. В Волжском плесе водохра-

нилица, наиболее подверженном антропогенному воздействию, содержание минерального и общего азота за последние 20 лет увеличилось примерно в 2 раза. Большая часть соединений азота, поступающего со сточными водами, находится в гидролизуемой форме. Органический азот легко гидролизуется и является доступным для водных организмов.

Большая площадь водохранилища, замедленный водообмен и особенности конфигурации водоема способствуют длительному сохранению в водохранилище обособленных водных масс, значительно различающихся как по общему содержанию азота, так и по его формам. Несмотря на многие различия, свойственные водам разного происхождения, существуют и общие для всего водоема закономерности. Содержание минерального азота минимально в летний период, когда концентрация нитратов обычно измеряется сотнями или тысячами долями мг/л, максимально - весной. Наибольшее содержание общего азота отмечается летом, при этом большая часть азота (в среднем 85%) находится в органической форме.

Значительное количество соединений азота оседает на дно водоема. Зимой со взвесьями на дно оседает в среднем $4,2 \text{ мг/м}^2$ в сутки. В период половодья абсолютное количество азота, оседающего на дно, увеличивается. Но в целом роль твердого стока в накоплении азота в донных отложениях сравнительно невелика. Большая часть азота, накопившегося в донных отложениях, образ залась в результате размыва берегов и ложа водохранилища, разрушения всплывших торфяников, разложения затопленной растительности. Одновременно с накоплением соединений азота в составе донных отложений происходит довольно интенсивное поступление его растворимых форм из илов в воду. Для большей части грунтов минимальная отдача общего азота приходится на весенний и осенний периоды, максимальная - летом. Средняя отдача азота дном равна $3,7 \text{ мг на } 1 \text{ м}^2$ в сутки.

В летний период содержание азота в водохранилище, определенное аналитически, значительно превышало величину, полученную путем балансовых расчетов. Это превышение не может быть объяснено ошибками баланса. Результаты сопоставления основных элементов азотного баланса и существование прямой корреляционной связи между содержанием азота и количеством фитопланктона позволяют предположить, что в Рыбинском водохранилище в вегетационный период имеет место процесс фиксации свободного азота. В количест-

венном выражении азотфиксация составляла около 20% от общего количества азота, содержащегося в водоеме к концу расчетного периода.

ПРИРОДНЫЙ И АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОРЫ РЕЖИМА СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА В ИВАНЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

А.А.Былинкина

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

В течение 1968-1970 гг. изучались источники поступления фосфора и скорость оборота растворенного фосфора в Иваньковском водохранилище. Режим биогенных элементов водохранилища в основном определяется стоком Волги и Тверцы, составляющим 82% общего притока. Основным источником поступления фосфора служат воды весеннего половодья, заполняющие водохранилище после зимней обработки. Воды весеннего поверхностного стока относительно богаты общим фосфором (60 - 100 мкг/л). Содержание растворенного и общего фосфора колеблется по годам, что связано с характером и высотой половодья. Концентрация фосфора в весенних водах определяет фоновый уровень содержания фосфора в течение вегетационного периода. Меженный сток Волги и Тверцы беден соединениями фосфора и понижает содержание общего и растворенного фосфора в водохранилище.

Сброс антропогенного фосфора, поступающего в верховье водохранилища в органической и минеральной форме, примерно в равных количествах составляет 63% от годового поступления с речным стоком Волги.

Для оценки интенсивности использования растворенного фосфора в водохранилище определялись время и скорость оборота фосфатов с помощью радиоактивного фосфора. Результаты определения в водах, различающихся по содержанию фосфора, показали, что чем выше уровень содержания растворенного фосфора, тем больше скорость его оборота. Растворенный минеральный фосфор антропогенного происхождения активно вступает в обменные процессы синтеза и распада органического вещества, интенсивность которых зависит от уровня содержания фосфатов.

САНИТАРНО-ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ
ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю.К.Гайдаш, А.К.Дыга

(Научно-исследовательский институт гидробиологии
Днепропетровского государственного университета)

Днепродзержинское водохранилище осуществляет в полном объеме в системе каскада днепровских водохранилищ с 1964 г.

В литературе имеются лишь некоторые сведения о результатах бактериологических исследований, характеризующих санитарный режим Днепродзержинского водохранилища (Столбунов, 1968, 1971). В 1968 г. впервые определялось санитарное состояние Днепродзержинского водохранилища по качественному составу, количеству и биомассе зоопланктона и макрофауны дна; исследования основывались на учете легко идентифицируемых индикаторных организмов.

В верхний участок Днепродзержинского водохранилища поступают сточные воды мясокомбината, кожевенного производства, вагоностроительного завода и хозяйственно-бытовые стоки населенных пунктов, расположенных на правом и левом берегах водохранилища. Поэтому наиболее неблагоприятное санитарно-гидробиологическое состояние водохранилища наблюдается в его верховье - у правого берега, ниже г.Комсомольска и в приустьевом участке р.Псел. Зоопланктон здесь в видовом отношении представлен довольно бедно, показатели численности и биомассы его низкие - 62000 экз/м^3 ($749,1 \text{ мг/м}^3$) и 8700 экз/м^3 ($67,764 \text{ мг/м}^3$) соответственно. Макрозообентос на замленном песке у правого берега водохранилища, ниже г.Комсомольска, представлен незначительной численностью форм олигохет (*Limnodrilus hoffmeisteri*) - 400 экз/м^2 , ($0,248 \text{ г/м}^2$) и личинок (*Chironomus f.l.plumosus* и *Procladius*) - 520 экз/м^2 ($0,4 \text{ г/м}^2$) - показателями α - мезосапробной зоны. В устье р.Псел макрофауна дна еще беднее: один вид олигохет (*L.hoffmeisteri*) и личинок хирономид (*Procladius*) - 40 экз/м^2 ($0,04 \text{ г/м}^2$).

По мере удаления от верхнего участка водохранилища происходят процессы самоочищения воды и медленное восстановление ценозов. Так, по направлению к Ворскляноскому заливу численность и биомасса зоопланктона резко увеличивается - 314000 экз/м^3 ($5285,72 \text{ мг/м}^3$). В составе зоопланктона преобладают β - мезоса-

проб: коловратки (*Keratella quadrata*) и ветвистоусые (*Chydorus sphaericus*). Из макробентических форм беспозвоночных обнаружены олигохеты, пиявки, моллюски, личинки хирономид, хотя видовое разнообразие их незначительно (I - 3 вида), а численность - не более 280 экз/м² (биомасса 0,48 г/м²). Все эти формы не могут рассматриваться как показатели олигосапробной зоны.

В нижней части Днепродзержинского водохранилища показатели численности и биомассы зоопланктона еще более возрастают; наблюдалось также изменение видового состава организмов: ведущая роль принадлежала фильтраторам - ветвистоусым рачкам. Массовое развитие ветвистоусых рачков в данной зоне свидетельствует о высокой самоочистительной способности водоема. Доказательством олигосапробности данного участка водохранилища является развитие дрейфовой, численность которых достигает 1880 экз/м², а биомасса - 668,8 г/м², а среди зарослей высшей водной растительности - гаммарид и оксифильных личинок насекомых.

ПРОТЕОЛИТИЧЕСКАЯ БАКТЕРИОФЛОРА КАК АГЕНТ САМООЧИЩЕНИЯ ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ВЛИЯНИЕ ЕЕ НА АКТИВНОСТЬ pH ВОДЫ

А.М. Карпушин

(Днепропетровский государственный университет)

Биологические процессы самоочищения в водоемах осуществляются ферментными системами гидробионтов, в первую очередь микроорганизмов, обладающих особенно активными и подвижными ферментными системами. Активность ферментов зависит от многих факторов среды, в том числе от pH воды, которая варьирует в водоемах в широких пределах.

По данным Цаллиной и Ковалевой (1968) протеолитические ферменты некоторых видов микроорганизмов сохраняют активность в широком интервале pH.

Нами исследовалась способность протеолитических ферментных систем водной сапробной бактериофлоры минерализовать сложные органические вещества белковой природы при различных значениях pH воды в естественных условиях водоема. Проведены также лабораторные исследования влияния pH среды на активность протеолитических ферментов водной сапробной бактериофлоры. Исследования

проводились на участках Днепродзержинского водохранилища с различной степенью органического загрязнения. Пробы для анализов отбирались в поверхностном слое воды.

Потенциальная протеолитическая активность (ППА) водной сапрофитной бактериофлоры оценивалась по степени разложения едкелатина за 48 часов при 26°C с последующим определением аммонийного азота методом формольного титрования (Плевков, 1968).

В результате исследований установлено, что протеиназы водной сапрофитной бактериофлоры сохраняли свою активность во всех взятых из водохранилища пробах воды. Высокой активности ППА достигала весной (12,4 - 26,3 мг азота в 10 мл пробы), когда pH воды колебалась от 7,3 до 7,8. Летом ППА уменьшалась до 3,8 - 16,9 мг азота в 10 мл пробы при одновременном увеличении pH воды до 7,6 - 8,3. Уменьшение ППА летом можно объяснить переработкой органических веществ в толще воды сапрофитной бактериофлорой.

Лабораторные эксперименты показали, что максимальная активность ППА лежит в интервале pH среды 7,00 - 8,04. Таким образом, интервал колебания pH воды весной и летом в Днепродзержинском водохранилище соответствует максимальной активности протеиназ водной сапрофитной бактериофлоры. Можно полагать, что этот химический фактор водной среды благоприятствует естественному самоочищению толщ воды водохранилища от органических веществ белковой природы.

ВЛИЯНИЕ "ЦВЕТЕНИЯ" ВОДЫ НА ГАЗОВЫЙ РЕЖИМ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н.П. Цыба

(Волгоградское отделение ГосНИОПХ)

Цимлянское водохранилище относится к типу высокоэвтрофных водоемов с большой тенденцией к воспроизводству кормовых и рыбных ресурсов. Рыбные богатства его определяются, в первую очередь, высокой первичной продукцией органического вещества, величина которой в среднем для водохранилища за период вегетации составляет примерно 1000 г O_2/m^2 .

В фитопланктоне преобладают синезеленые водоросли, составляющие в период апреля - октября 80 - 96% общей его биомассы. Интенсивное развитие их в летнее время приводит к ежегодному повто-

ряющемуся "цветению" воды, часто приобретающему большие масштабы. Содержание органического вещества в верхней пятиметровой толще может достигать 100 - 350 мг O_2 /л. Накопление в отдельные периоды избыточной продукции фитопланктона приводит к резкому снижению самоочищающей способности воды и ухудшению газового режима, несмотря на то, что изучаемый водоем отличается высокими скоростями распада и минерализации органического вещества.

В настоящее время дефицит кислорода в воде на глубинах ниже 10 - 15 м стал проявляться более резко. За последнее пятилетие явления глубокой кислородной депрессии с одновременным появлением сероводорода (до 2 - 5 мг/л) и других продуктов анаэробного разложения органического вещества на довольно больших площадях нижних отделов водохранилища повторились дважды - в 1967 и 1970 гг. В июле 1970 г. депрессия охватила площадь, составлявшую до 35 - 40% акватории этих плесов.

В докладе приводятся некоторые физико-химические и микробиологические показатели донных отложений, показано значение их в поглощении кислорода в придонных слоях воды в связи с накоплением автохтонного органического вещества на значительных площадях глубоководной зоны.

Анализ метеорологических условий за последнее пятилетие свидетельствует о большой роли их, в частности, ветрового, волнового и уровняного режимов, в обеспечении нормальных кислородных условий в период массового развития фитопланктона.

О РОЛИ ДОННЫХ ОРГАНИЗМОВ В ОСАЖДЕНИИ СЕСТОНА И КРУТОВОРОТЕ ВЕЩЕСТВ В ВОДОЕМЕ (НА ПРИМЕРЕ УЧИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)

Н.А. Соколова, А.А. Львова, Э.И. Извекова

(Московский государственный университет)

В бентосе Учинского водохранилища преобладают по биомассе дрейссены, а по численности - личинки хирономид. Биогенос дрейссены занимает около 40% площади дна в поясе глубин от 1,5 - 2 м до 7 - 8 м. Средняя численность моллюсков в биогенозе - 1000 - 1250 экз/м², биомасса - 0,5-0,6 кг/м².

Для определения количества осаждаемого дрейссеной сестона была использована методика В.П. Михеева (1967) в модификации А.А. Львовой. Сестон, осаждаемый дрейссеной в естественных условиях, ежедневно собирали, высушивали до постоянного веса, взвешивали, определяли в сестоне, фекалиях, агглютинатах и в теле дрейссены количество азота и органического углерода. При температуре 20°C моллюски в среднем на всю площадь водоема осаждают сестона 2,5 г/м²/сутки (7 г/м²/сутки в зоне распространения) в виде агглютинатов и фекалий, что в расчете на всю популяцию составляет 48,8 тонн/сутки.

С поправкой на температурные условия водоема за 6 месяцев активной фильтрационной деятельности (с мая по октябрь) количество осаждаемого в виде фекалий и агглютинатов сестона (при содержании сестона в воде 4 мг/л) составляет 1,86 г/м²/сутки, а популяция дрейссены в целом осаждает 36 тонн/сутки или 6500 тонн за весь упомянутый период. Энергетические расчеты пищевых потребностей дрейссены и калорийности агглютинатов подтверждают полученные результаты.

Были проведены также опыты по кормлению личинок хирономид-фильтраторов *Hydrotetodon albipennis* и *Glyptotendipes plebejus* хлореллой, меченой C¹⁴ (концентрация 3 мг/л в сухом весе). Количество воды, профильтрованной хирономидами в зарослях макрофитов, приходящееся на 1 мг живого веса личинок, осталось в среднем 5,13 л/сезон, а в расчете на средневзвешенную летнюю биомассу хирономид-фильтраторов зарослей - 16,650 л/м²/сезон. Хирономиды в целом осаждают около 150 тонн сестона в зарослях, потребляя из него около 33 тонн органического вещества.

Все население беспозвоночных животных вообще, считая зоопланктон, в Учинском водохранилище профильтровывает за сутки около 1/10 объема водохранилища.

Донные биоценозы в Учинском водохранилище расположены поясами, играющими, как и в море, роль естественных биофильтров и участвующих в процессах самоочищения водоема. По направлению от берега к центру водоема тянется пояс макрофитов, прерываемый песчаными плесами. Если в макрофитах фильтруют воду и осаждают сестон беспозвоночные, то в псаммофильном биоценозе помимо мелких интерстициальных животных роль фильтра играет сам песок (Францев и Лебедева, 1963; Эпштейн, 1963; Баклановская, 1963; Сахарова, 1963). Ниже расположен биоценоз дрейссены, эффект

влияния которого на процессы круговорота веществ очень велик. Еще глубже находится пелофильный биоценоз, в котором доминируют личинки *Chironomus anthracinus* - детрито- и фитофаги, способные к фильтрации и седиментации оседающего и особенно интенсивно утилизирующие его в период осенней и весенней гомотермии.

Ш. "ЦВЕТЕНИЕ" ВОДЫ,
ПРОБЛЕМА ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
БИОМАССЫ ВОДОРОСЛЕЙ
И СОПУТСТВУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ

"ЦВЕТЕНИЕ" ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ
И ПУТИ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

А.В. Топачевский, Л.А. Смирнов, А.Д. Приймаченко-Шевченко

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

"Цветение" воды, обусловленное массовым размножением синезеленых водорослей, является одним из наиболее распространенных нарушений процессов регуляции в водных экосистемах и отмечается в водоемах стран мира. Особенно значительные масштабы приобретает оно в водохранилищах, построенных на равнинных реках.

В днепровских водохранилищах "цветение" воды синезелеными водорослями имеет место в период июня - октября, причем в течение сентября эти водоросли составляют основную часть (80 - 90%) фитопланктона водохранилищ, а биомасса их в отдельных местах достигает нескольких кг/м³. Особенно значительные скопления водорослей, резко ухудшающие качество воды, образуются в прибрежных зонах, бухтах и заливах в результате ветровых нагонов.

Возникая в результате вмешательства человека в формирование естественных биоценозов реки, "цветение" воды не исчезает само по себе вследствие действия ряда объективных причин. Последние сложны, многогранны, взаимообусловлены и включают два комплекса факторов: внешние (абиотические) и внутренние (биологические и физиолого-биохимические).

Решение основных вопросов "цветения" воды синезелеными водорослями в связи с задачей сохранения ресурсов чистой воды в водохранилищах может осуществляться по двум главным направлениям.

1. Изменение проектных решений при создании водохранилищ. Необходимо строить водохранилища преимущественно руслового типа, проточные со скоростью течения не менее $0,1 - 0,2$ м/сек, с минимальной изрезанностью береговой линии, предельно сокращенной зоной затопления сельскохозяйственных угодий и доминированием глубины не менее $15 - 20$ м. Из практики гидростроительства следует исключить непрерывное каскадное расположение водохранилищ: они должны чередоваться с глубоководными проточными участками речного типа. Следует предусматривать заселение малководных водохранилищ гидрофитами с обязательной уборкой образующейся растительной массой. В водохранилищах следует обеспечивать максимальную протяженность зоны придонных участков, в которых степень насыщения кислородом составляет не менее $30 - 40\%$.

2. Снижение интенсивности "цветения" синезелеными водорослями до оптимальных пределов, обеспечивающих достаточное самоочищение в существующих водохранилищах. Для этого необходимо ограничить приток дополнительных ресурсов органических веществ и биогенных элементов в водохранилища за счет почвенных смывов, неочищенных сточных вод, разложения неубранных масс макрофитов. Снижение биомассы синезеленых водорослей может быть достигнуто также путем повышения уровня окислительных процессов в придонных слоях воды за счет дополнительной аэрации (для усиления процессов минерализации), локального изъятия иловых отложений, применения воздушной защиты бухт, гаваней, водозаборов и других гидротехнических сооружений, а также путем механического изъятия избыточной биомассы водорослей из водохранилищ, особенно в местах их массовых скоплений. Последнее весьма перспективно и с точки зрения использования синезеленых водорослей в народном хозяйстве как ценного растительного сырья для микробиологической промышленности, пищевое сырья для бродильной промышленности и получения многих ценных биохимических продуктов (аминокислот, витаминов, антибиотиков, эфирных масел, физиологически активных веществ и др.).

Только в водохранилищах Днепра суммарная биомасса синевогода в период "цветения" воды при единоразовом сборе может составить 200 тыс. т в сухом веществе (что соответствует около 80 тыс. т белка).

РАЗВИТИЕ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ СССР

К.А. Гусева, А.Д. Приймаченко-Шавченко, О.М. Коцова,
И.Д. Пырива, Н.А. Герасимова, М.С. Куков, В.М. Паларь

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок;
Институт гидробиологии АН УССР, Киев;
Лимнологический институт СО АН СССР, Иркутск;
Волгоградское отделение ГосНИОРТа;
Сибирский ботанический сад СО АН СССР, Новосибирск;
Ботанический сад АН Молдавской ССР, Кишинев)

Почти во всех водохранилищах гидроэлектростанций синезеленые водоросли развиваются до степени "цветения" воды.

Продолжительность периода "цветения", его интенсивность и роль синезеленых водорослей в общей массе фитопланктона обуславливаются в основном почвенно-климатическими условиями, морфометрическими и гидрологическими особенностями водохранилищ, их возрастом и положением в каскаде, в связи с чем в отдельных водохранилищах эти показатели очень различны.

В настоящее время синезеленые водоросли развиваются наиболее интенсивно в водохранилищах Днепра и Дона. "Цветет" 80 - 90% их акватории; биомасса синезеленых водорослей достигает 60 - 100 г/м² в днепровских водохранилищах и 35 - 50 г/м² - в Цимлянском и составляет соответственно 75 - 90 и 65 - 80% общей массы фитопланктона водохранилищ. "Цветение" продолжается в течение 3 - 4 месяцев.

Среди водохранилищ волжского каскада по интенсивности развития синезеленых водорослей следует различать верхневолжские, где "цветение" синезелеными наблюдается на протяжении не более 1 - 2 месяцев, и нижневолжские, где оно продолжается в течение 2 - 3 месяцев. Из числа верхневолжских наиболее интенсивное развитие синезеленых водорослей отмечается в Рыбинском водохранилище. В период наиболее интенсивного развития средняя биомасса этих водорослей достигает 4 - 11 г/м² и составляет 20 - 50% общей массы фитопланктона. Площадь, охватываемая "цветением", достигает 15 - 65% всей площади водохранилища. Из числа нижневолжских водохранилищ синезеленые развиваются наиболее интенсивно в Волгоградском. Средняя биомасса достигает 4 - 33 г/м² и составляет 26 - 60% общей массы фитопланктона, "цветение" распространяется на 30 - 65% акватории.

Из числа сибирских водохранилищ синезеленые водоросли вегетируют наиболее интенсивно в Братском. В отдельные годы отмечалось "цветение" на 90% акватории при средних значениях биомассы синезеленых 45 - 150 г/м². В Новосибирском водохранилище "цветение" наблюдается в основном в заливах и приплотинной части; в Иркутском оно практически отсутствует. Продолжительность периода "цветения" сибирских водохранилищ - 1,5 - 2 месяца.

В последние годы интенсивность развития синезеленых водорослей в днепровских водохранилищах возросла. В волжских и сибирских водохранилищах имеется тенденция к ее снижению.

На фоне отмеченных изменений в интенсивности развития синезеленых водорослей в водохранилищах, которые обусловлены изменением их трофических условий, отмечаются межгодовые колебания биомассы этих водорослей, связанные с колебаниями метеорологических и гидрологических условий. Последние особенно значительны в водохранилищах, наполняющихся речными водами.

БАЛАНС БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ВОЗМОЖНЫЙ ОБЪЕМ ИЗЪЯТИЯ СЕСТОНА ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩ ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА

Я.Н.Цево

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Для водохранилищ Днепровского каскада рассчитан баланс суммарного минерального азота, который признается лимитирующим фактором в развитии синезеленых водорослей. Баланс притока и стока азота рассчитан за вегетационный период (апрель - сентябрь), когда протекают процессы воспроизводства первичной продукции. Осенью и зимой происходит обогащение толщи водохранилищ биогенными элементами, содержание которых к началу половодья достигает максимальных значений.

Приходная часть баланса складывается из следующих элементов: а) запасы азота к началу вегетационного периода в остаточной емкости воды (25,1 км³) водохранилищ после зимней сработки, при среднем содержании его 2,5 мг/л, равны 62,8 тыс.т; б) приток азота с водосборной площади (естественный сток) верхнего и среднего Днепра в период половодья (при среднем содержании его 0,4 мг/л) составляет 12,96 тыс.т и в летний период - 3 тыс.т,

всего округленно - 16 тыс.т; в) поступление азота со сточными водами (расчитано по данным НННВО) составляет 14,5 тыс.т; д) поступление азота из грунтов водохранилищ рассчитано по данным Н.А.Трифоновой (1963), согласно которым из илистых грунтов в среднем поступает в воду 20 - 25 мг/м² азота в сутки (5 г/м² за вегетационный период) на всей площади водохранилищ (600 тыс.га) 30 тыс.т азота.

Итого приходная часть баланса азота за вегетационный период составляет 123,3 тыс.т (неучтенной остается прибыль азота за счет азотфиксации и выщелачивания из грунтов при абразии берегов).

Расходная часть баланса азота складывается из следующих элементов: а) сток минерального азота в нижний бьеф Каховского гидроузла за весенне-летний период (по А.И.Денисовой) - 25,8 тыс.т; б) извлекается с вылавливаемой рыбой (250 тыс.ц = 5 тыс.т в сухом веществе при содержании 11% азота) - 550 т; в) потеря азота с вылетающими хируномидами (при средней биомассе 2 г/м² за 3 вылета) на площади 600 тыс.га - 340 т (при содержании 11% сухого вещества и 8,5% азота); г) потеря азота со стоком органического вещества в нижний бьеф Каховского водохранилища - 37,4 тыс.т, а с учетом притока из верхнего и среднего Днепра (27,2 тыс.т) потеря его составит 10,2 тыс.т; д) остаточное количество минерального азота в воде водохранилища в конце вегетационного периода (при среднем содержании 0,3 мг/л) составляет 12 тыс.т. Всего расходная часть баланса азота составляет 48,89 тыс.т.

Приходная часть баланса азота водохранилища превышает расходную на 74,6 тыс.т; это количество его, очевидно, находится в органическом веществе планктона и вступает в круговорот в экосистемах водохранилища. Осенью и зимой в процессе отмирания организмов в результате деструкции азот высвобождается и частично захороняется в иловых отложениях.

По данным А.Д.Шевченко, в водохранилищах Днепра в августе запасом сестона в местах его массового скопления составляет 216 тыс.т сухой массой; это количество сестона содержит 15,1 тыс.т азота (при среднем содержании его 7%), что составляет 20% остатка положительной части баланса. Без ущерба для внутриводоемных процессов, обеспечивающих продуктивность водохранилища, допустимо изъятие 40% последней, т.е. возможна двукратная съемка "урока"

сестона, всего в размере 400 тыс. т сухой массы, содержащей около 160 тыс. т белка.

Съемка "урожая" биомассы сестона, при создании соответствующих технических средств, практически должна осуществляться непрерывно в течение июля, августа и сентября в тихую погоду в местах его массовых скопления. Изымалое при этом количество азота (30 тыс. т) компенсируется за счет естественного притока (16 тыс. т) и притока со сточными водами (14,5 тыс. т).

О САПРОБНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ "ЦВЕТЕНИЯ" ВОДЫ

М.В. Тоом, Я.В. Тоом

(Тартуский государственный университет,
Таллинский политехнический институт)

Появлению водорослей в массовых количествах способствуют одновременно многие факторы, которые являются благоприятными для развития этих организмов. Для установления связи между способностью вызывать "цветение" воды и сапробностью водорослей использованы данные о сапробности 52 возбудителей цветения и 273 видов, о которых этого не отмечено. Сведения нанесены на перфокарты и обработаны методом ридит-анализа (с весом 0,50), который предназначен для работы с распределениями эмпирического характера. По нашим данным можно предполагать:

1. Возбудители "цветения" и остальные таксоны распределяются по классам сапробности неравномерно (возбудители "цветения" - олигосапробы $\leq \beta$ - мезосапробы $> \alpha$ - мезосапробы $> \beta$ полисапробы; остальные виды - олигосапробы $> \beta$ - мезосапробы $> \alpha$ - мезосапробы $> \beta$ полисапробы).

2. Сапробность возбудителей "цветения" в отделах азгленовых (ридит сапробности $0,65 \pm 0,13$) и пирофитовых водорослей ($0,56 \pm 0,12$), очевидно, выше, чем сапробность остальных видов тех же отделов (соответственно $0,53 \pm 0,05$ и $0,48 \pm 0,09$).

3. В пределах зеленых ($0,41 \pm 0,07$) и синезеленых водорослей ($0,52 \pm 0,09$) сапробность возбудителей "цветения", очевидно, выше, чем у остальных представителей тех же группировок (соответственно $0,55 \pm 0,04$ и $0,61 \pm 0,06$).

4. Общая сапробность водорослей, развивающихся в массовых количествах ($0,49 \pm 0,04$), но и их распределение по классам

сапробности значительно не отличается от сапробности и распределения остальных видов ($0,50 \pm 0,02$).

Связь между "цветением" воды и ее сапробностью обычно косвенная, причем посредником можно считать сапрофитные микроорганизмы, являющиеся первыми обитателями высокосапробных вод (обогащают воду минерализованными биогенными элементами за счет разложения органических веществ). Вторичная же сапробность поступает после истощения биогенных элементов водорослями и их массовой гибели (так называемое вторичное загрязнение). При этом надо иметь в виду, что сапробность в некоторой степени всегда указывает на эвтрофные условия, а зона сапробности уточняет степень минерализации органического вещества. Поэтому наши данные не опровергают гипотезы о стимулирующем действии различных органических веществ на массовое развитие водорослей в водоемах вообще. Они лишь указывают, что эта тенденция не является преобладающей (напр. у синезеленых и зеленых водорослей). При решении данной проблемы надо учитывать и то, что высокосапробные виды не всегда обязательно употребляют органические вещества. Но, во всяком случае, резистентность такого таксона по отношению к повышенным концентрациям органического вещества в воде должна быть высокой.

Характер шкалы сапробности является более или менее условным. Поэтому наши выводы требуют обширной экспериментальной проверки.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНКТИЧЕСКИХ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ НА ДНЕ ДНІПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

К.С.Владимирова, Л.В.Скорик

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Синезеленые водоросли *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* и разные виды р. *Анхлеса*, вызывающие "цветение" воды в дніпровських водохранилищах, являются постоянным компонентом бентоса от уреза воды до максимальных глубин. Продолжительность пребывания этих организмов на дне водоема зависит от продолжительности вегетации их в толще воды. В конце вегетации они опускаются на дно и длительное время лежат в остатке бентоса. Максимальная концентрация этих водорослей на дне обусловлена интенсивностью "цветения" воды. Чем оно сильнее, тем больше кон-

центрируется синезеленых водорослей на дне. Эта зависимость четко проявляется в днепровских водохранилищах.

Пространственные различия в процессах накопления "зеленой" синезеленых водорослей на дне обуславливаются ветровыми волнениями, глубинами, водообменом и положением водохранилища в каскаде.

В первый год существования водохранилища, при слабом развитии фитопланктона, концентрация их на дне незначительна. В последующие годы со сменой руководящих форм (в первые годы *Arthrocnemum flavum*, а затем *Microcystis aeruginosa*) и о увеличением интенсивности "цветения" увеличивается и плотность этих водорослей в донных отложениях. На третьем и четвертом году существования водохранилища на дне образуются "залёжи" водорослей. Максимальное количество микроцистиса наблюдается в заливах и припотоковых участках водохранилищ.

Незначительная плотность синезеленых водорослей на дне Киевского и массовое скопление их в Кременчугском водохранилище зависит от водообмена (9-13 и 2,5-4 раза в году), глубины и многих других факторов.

При зимне-осеннем снижении уровня создавшееся течение способствует уносу клеток из придонного слоя. Оставшаяся масса синезеленых водорослей перезимовывает в виде небольших колоний или одиночных клеток. Синезеленые водоросли в условиях длительного пребывания на дне водоема не теряют своей жизнеспособности и при благоприятных условиях быстро восстанавливают свои фотосинтетические функции. Поэтому даже при небольшом количестве водорослей, сохранившихся после зимовки, их численность быстро возрастает, что и является предпосылкой для их массового развития в верхних горизонтах воды.

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Е.И.Квасников, И.П.Стогний, И.Ф.Шелюнова, Т.П.Травчук,
Т.М.Клишникова, Т.П.Остапченко, Н.В.Чаленко

(Институт микробиологии и вирусологии АН УССР, Киев)

Синезеленые водоросли, развивающиеся в водохранилищах Днепровского каскада, непригодны для непосредственного скармливания сельскохозяйственным животным, так как содержат токсические вещества. Проведены исследования по разработке режимов гидролиза

биомассы синезеленых водорослей соляной и серной кислотами и изучен состав гидролизатов. Показано, что выход редуцирующих веществ (РВ) зависит от концентрации кислоты, времени гидролиза, величины гидро модуля и давления.

При "мягком" и "жестком" режимах гидролиза наблюдается повышение выхода РВ (от абсолютно сухого веса водорослей) с увеличением времени гидролиза и концентрации кислоты. Содержание сахаров в гидролизатах снижается при повышении величины гидро модуля. Наибольшее количество сахаров содержится в гидролизатах с гидро модулем 10^0 .

В условиях опытов для обоих способов гидролиза наиболее оптимальным является гидролиз 2%-ной соляной кислотой с гидро модулем 10^0 при "мягком" - в течение трех часов, при "жестком" - в течение двух часов и давлении 2 ат. Концентрация сахаров в таких гидролизатах составляет соответственно 1,8 и 3,4%.

В гидролизатах синезеленых водорослей, полученных в жестких условиях гидролиза, содержится большее количество азотистых веществ. Количество фосфора в "мягких" и "жестких" гидролизатах близко. При жестком режиме увеличивается содержание фурфурола и бромлируемых веществ; однако по отношению концентрации фурфурола к РВ полученные гидролизаты являются достаточно качественными.

В "мягких" и "жестких" гидролизатах обнаружены галактоза, глюкоза, манноза, ксилоза, рибоза, рамноза и три быстроспасающихся идентифицированных сахара. В гидролизатах имеются все основные витамины группы В - тиамин, пиридоксин, никотиновая кислота, биотин и витамин B_{12} .

В предварительных опытах установлено, что при обоих режимах гидролиза токсические вещества водорослей разрушаются. Необходимо проведение прямых опытов по изучению эффективности вскармливания животных высушенными гидролизатами.

Полученные гидролизаты содержат все компоненты, необходимые для развития гетеротрофных кормовых микроорганизмов, применяемых для производства белково-витаминных концентратов. Они могут быть использованы как самостоятельное сырье при выращивании дрожжей, так и в качестве дополнительного источника питания при культивировании микроорганизмов на средах, бедных компонентами азотного и витаминного питания. Гидролизаты синезеленых водорослей являются ценным непищевым сырьем для использования их в спиртовой промышленности. Внесение в питательную среду с сахаром-сырцом

1,5% "мягкого" или 2,0% "жесткого" гидролизатов стимулирует процесс спиртового брожения, и выход спирта при этом возрастает более чем в два раза. Очерчиваются и другие пути возможного использования гидролизатов синезеленых водорослей в народном хозяйстве.

ВИРУСЫ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ "ЦВЕТЕНИЯ" ВОДЫ

В.А. Горюшина

(Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К.Заболотного,
АН УССР, Киев)

При исследовании воды из зон массового развития синезеленых водорослей и придонных отложений в днепровских (Кременчугском, Днепродзержинском, Днепровском и Каховском) водохранилищах и более мелких водоемах нами выделено свыше 20 изолятов вирусов синезеленых водорослей.

Путем отбора стерильных пятен, образуемых при высеве водорослей с вирусом на твердую среду методом агаровых слоев, получено несколько чистых линий вирусов синезеленых водорослей, отличающихся по кругу хозяев, физико-химическим свойствам и морфологии. Наиболее интересными среди них оказались вирусы одноклеточных синезеленых водорослей *Microcystis aeruginosa*, *Anacystis nidulans* и *Synechocystis aquatilis*, а также нитчатых синезеленых водорослей родов *Anabaena*, *Lyngbya* и *Phormidium*.

Температура инактивации выделенных вирусов синезеленых водорослей варьирует от 43 до 60°. Они сохраняют активность при температуре 25° более 1 месяца и более 6 месяцев при температуре 4°. Большинство исследуемых вирусов синезеленых водорослей сохраняют активность в пределах pH от 6 до 11, некоторые от 2 до 13.

Распространенный в днепровских водохранилищах вирус, лизирующий одноклеточные синезеленые водоросли *M. aeruginosa* и *A. nidulans*, имеет головку, представляющую собой нестигматик в проекции с расстоянием между гребнями около 800 Å, и отросток, длина которого превышает диаметр головки и несколько варьирует. Вирус, лизирующий, кроме *A. nidulans*, синезеленые водоросли *Anabaena cylindrica*, *A. variabilis* и *A. hawaii*, имеет головку с расстоянием между гребнями около 700 Å. Отростка до сих пор не

удалось обнаружить. У другого обнаруженного на Украине вируса, вызывающего синезеленые водоросли *Anacyctis nidulans* и

Anabaena cylindrica, имеется головка с расстоянием между гранями около 800 - 900 Å и отросток длиной около 600 Å. Вирусные частицы адсорбируются на клеточной стенке синезеленой водоросли своим отростком и внедряют в клетку свои ДНК.

Проведены первые опыты по изучению действия вирусов на синезеленые водоросли в условиях, близких к природным (в бассейнах на берегу Кременчугского водохранилища) с природным *aeruginosa*. Результаты обнадеживающие.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУШКИ РАСПЫЛЕНИЕМ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

А.А. Долинский, С.У. Ландома, Я.И. Коренберг

(Институт технической теплофизики АН УССР, Киев)

Синезеленые водоросли, в составе которых преобладали *Microcystis aeruginosa*, подвергались сушке распылением, так как такой метод обезвоживания является наиболее приемлемым для биологических термочувствительных продуктов. В результате получены порошки темно-зеленого цвета, различных оттенков в зависимости от температуры сушки. Определены главные физико-механические свойства порошка. Исследования влияния температуры сушки на белковый состав показали явную зависимость количества белка в сухих водорослях от температуры. Установлено, что температура в зоне сушки не должна превышать 100°C.

Разработан рабочий проект сушильной установки производительностью 100 кг/час испаренной влаги и технический проект установки на 5000 кг/час.

Проведено исследование технико-экономических показателей процесса сушки с.з.в. для всех возможных исходных параметров (начальная концентрация, длительность рабочего сезона, производительность установки).

Себестоимость сухих синезеленых водорослей при крайних значениях исходных параметров изменяется в широких пределах.

ТОКСИЧНОСТЬ *MICROCYSTIS AERUGINOSA* ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ БИОМАССЫ

В.М.Орловский, М.А.Кирпенко

(Киевский научно-исследовательский институт
общей и коммунальной гигиены МЗО УССР)

Вопрос о целесообразности и рациональном использовании водорослевой биомассы не может быть разрешен без изучения ее токсичности и способов детоксикации.

В связи с изложенным мы изучали токсические свойства биомассы *Microcystis aeruginosa* и ее водной вытяжки при кипячении (5 мин), замораживании, разрушении ул. тразвуком 50 кгц (10 мин) и в течение 6 дней полуанаэробного распада. Высушенную биомассу *Microcystis aeruginosa* заливали водой в соотношении 1:1. Водную вытяжку получали путем вакуумного фильтрования. Биомасса и водная вытяжка вводились белым крысам в желудок при помощи зонда и дозировались в мл на 1 кг веса животного. Результаты острого опыта обрабатывались графическим методом пробит-анализа по Литчфилду и Уэлкинсону.

В итоге оказалось, что при введении холодной 24-часовой водной вытяжки и биомассы белым крысам LD_{50} составило соответственно 14,3 (12,5 + 16,3) мл/кг и 8 (6,72 + 9,55) мл/кг; LD_{50} горячей вытяжки и биомассы - 8,5 (5,65 + 12,75) мл/кг и 21,6 (17,3 + 27,0) мл/кг; LD_{50} вытяжки и биомассы после замораживания - 5,4 (4,12 + 7,08) мл/кг и 3,7 (2,94 + 4,66) мл/кг; LD_{50} после обработки ультразвуком 50 кгц (10 мин) вытяжки и биомассы - 9,7 (6,7 + 14,0) мл/кг и 6,0 (4,45 + 8,1) мл/кг

Наиболее токсичной оказалась вытяжка и биомасса после замораживания; термическая обработка при 100°C в течение 5 мин (кипячение) снижает токсические свойства биомассы и увеличивает токсичность водной вытяжки.

ОБЛИГАТНО ФОТОТРОФНЫЕ СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ И КИСЛОРОД

М.В. Гусев

(Московский государственный университет)

дыхание облигатно фототрофных синезеленых водорослей является сложным многоступенчатым процессом, состоящим из различных по своему физиологическому смыслу реакций.

Известно, что развитие таких водорослей в темноте невозможно. Проходящее в этом случае в темноте дыхание для развития не является "полезным". Различные окислительные реакции динамично сменяют друг друга по мере удаления от периода освещения, причем доля участия O_2 в неакцепторных процессах повышается.

На ответу и в первые послесветовые моменты происходит быстрое окисление различных по химической природе компонентов вследствие нонизации O_2 фотосинтетическим электронным транспортом. Следствием такого поглощения O_2 является потеря энергии и восстановления.

На последующих этапах темноты начинают действовать более медленные длительные послесветовые дыхательные реакции. В достаточно истощенных пребыванием в темноте клетках увеличивается доля реакций, катализируемых монооксигеназами.

Облигатно фототрофные синезеленые водоросли не могут быть отнесены, таким образом, к формам с примитивным дыханием, для которых характерно постоянное преобладание какой-то одной, энергетически бесполезной, дыхательной реакции. Вместе с тем их нельзя отнести и к микроорганизмам с развитым энергетичным дыханием.

В эволюционном ряду с этими двумя полюсами облигатно фототрофные синезеленые водоросли занимают промежуточное положение, иллюстрируя тот факт, что именно воздействие света в процессе эволюции микроорганизмов провоцировало образование хаотического каскадоскопа реакций взаимодействия с O_2 , из которого затем отобрался и стабилизировался наиболее совершенный тип, единый для всех высокоорганизованных форм жизни среди растительного и животного царств.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЭРАЦИИ ВОДЫ КАК МЕТОДА БОРЬБЫ С "ЦВЕТЕНИЕМ"

В.М. Орловский, Т.В. Бей, З.И. Молдакова

(Киевский научно-исследовательский институт
общей и коммунальной гигиены ИЗО УССР)

Влияние аэрации на санитарный режим водоема при интенсивном "цветении" воды изучалось на экспериментальной Тясминской базе Института гидробиологии АН УССР. Подопытный водоем аэрировался

15 - 20 минут в сутки при подаче воздуха в количестве 30 л на 1 м^3 воды. Контрольный водоем по величине и естественным условиям соответствовал подопытному.

Пробы воды отбирались поздним вечером, т.е. в период наибольшего потребления растворенного в воде кислорода синезелеными водорослями, спустя сутки после предыдущего аэрирования; в отдельных случаях - непосредственно после аэрирования. Санитарный режим водоема изучался по санитарно-химическим и санитарно-бактериологическим показателям.

В подопытном водоеме наблюдалось увеличение растворенного в воде кислорода, более низкие окисляемость и ВПК по сравнению с контрольным. Так, содержание растворенного кислорода в придонном слое опытного водоема составляло в среднем 3 - 4 мг/л при отсутствии в контрольном. Перманганатная окисляемость воды - 20 - 25 мг/л O_2 в подопытном водоеме вместо 25 - 30 мг/л O_2 в контрольном, ВПК от I до 20 суток в опытном водоеме было ниже в 2 - 3 раза, чем в контрольном. Это свидетельствует о положительном действии аэрации на кислородный режим водоема и процессы самоочищения.

По бактериологическим показателям аэрация воды в изученном режиме не привела к заметным нарушениям процессов самоочищения водоема. В первые сутки после аэрирования наблюдалось незначительное угнетение роста сапрофитных микроорганизмов, сменившееся на 3 - 5-е сутки интенсивным развитием микрофлоры в результате отмирания синезеленых водорослей и поступлением органических веществ в воду.

Разрушение синезеленых водорослей при аэрации и высвобождение при этом органических веществ привело к увеличению числа аммонификаторов в воде опытного водоема. Это также служит подтверждением нормального протекания процессов самоочищения в аэрируемом водоеме.

Проведенные исследования показали, что аэрация способствует освобождению водоема от синезеленых водорослей и улучшает его санитарный режим.

К ОБОСНОВАНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ "ЦВЕТЕНИЯ" ВОДЫ
В ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

А.И.Макаров, О.С. Лигун

(Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники,
им. Б.Е.Веденеева, Ленинград)

Проблема повышения качества воды водохранилищ Днепрового каскада должна решаться в первую очередь на основе разработки мероприятий по регулированию "цветения" воды. Решение этой проблемы требует глубоких научных исследований и вложения значительных затрат для осуществления намечаемых мероприятий.

На первом этапе работы должен быть составлен прогноз изменения качества воды в водохранилищах Днепрового каскада (включая "цветение"), с учетом планируемого расширения сброса и очистки сточных вод, попадающих в водохранилища, а также намечаемых мер по изменению технологии производств (включая сельскохозяйственное) в бассейне водохранилищ. В результате этого прогноза должны быть указаны количественные показатели качества воды, которые появятся к расчетному сроку, если не осуществлять мероприятий по повышению качества воды непосредственно в водохранилищах.

Такой прогноз по днепровским водохранилищам уже сделан. Он показал, что к расчетному сроку качество воды здесь будет значительно ниже нормативного. Это дает принципиальную основу для осуществления самих мероприятий по повышению качества воды и регулирования "цветения" в данных водохранилищах.

К настоящему времени обоснован ряд принципиально различных предложений о методах предотвращения и ограничения вегетации синезеленых водорослей и использования их биомассы в народном хозяйстве. Выбор метода для практического применения должен определяться наилучшей экономической эффективностью его по сравнению с другими методами.

Установление экономической эффективности этих мероприятий должно сводиться к сопоставлению вариантов, дающих одинаковый производственный эффект (конечный результат осуществления мероприятий). Как показатель сравнительной экономической эффективности капитальных вложений рассматривается минимум приведенных затрат.

Приведенные затраты по каждому варианту представляют собой сумму текущих затрат и капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности.

Эффективность варианта А в общем виде считается доказанной, если

$$U_A + eK_A \leq U_B + eK_B \dots, \quad (I)$$

где K_A, K_B - капитальные вложения по каждому варианту; U_A, U_B - соответствующие им ежегодные издержки; e - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Основным мероприятием, обеспечивающим повышение качества воды в водохранилищах каскада в целом, является ликвидация избыточного "цветения" воды путем регулярного изъятия синезеленых водорослей (вариант А). В качестве заменяемого варианта может быть принят комплекс мероприятий, обеспечивающий достижение нормативного качества воды в системах организованных водозаборов и нормальных жизненных условий населения в береговой зоне, включая зоны отдыха (вариант Б).

При осуществлении варианта А, помимо общего улучшения качества воды, возникает дополнительный эффект, получаемый в смежных отраслях: увеличение рыбопродуктивности водоема и другой биопродукции за счет использования изъятых масс синезеленых водорослей, увеличение степени рекреационного использования водохранилища².

Для выравниваемого производственного эффекта к затратам варианта Б следует прибавить следующие дополнительные затраты на мероприятия, обеспечивающие получение такого же количества дополнительной продукции:

строительство рыбоводных прудов и заводов соответствующей мощности / K_B, U_B /;

увеличение сельскохозяйственного производства, дающее соответствующее количество кормовых единиц / K_B, U_B /;

дополнительное благоустройство новых территорий берегов с целью организации мест отдыха / K_B, U_B /.

При конкретных расчетах капитальные вложения по вариантам А и Б, если они осуществляются в разные сроки, приводятся к

² В затратах по варианту А должны быть учтены также затраты на переработку синезеленых водорослей до конечного продукта использования / U_A, K_A /.

расчетному году путем применения известных коэффициентов приведения.

Эффективность варианта А с учетом дополнительного эффекта и с учетом приведения затрат может быть доказанной, если

$$\sum C_A + e \sum K_A \leq \sum C_B + e \sum K_B. \quad (2)$$

Г. У. МЕЛКОВОДЬЯ ВОДОХРАНИЛИЩ И ИХ КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УРОВЕННЫЙ И ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МЕЛКОВОДНЫХ ЗОН РЕЧНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

З.А.Викulina, Т.Д.Камникова

(Государственный гидрологический институт, Ленинград)

Мелководной зоной речных водохранилищ условно названа их периферийная область, периодически полностью обмываемая и ограниченная по внутреннему периметру глубиной, равной высоте сливной призмы данного водохранилища.

На примере ряда водохранилищ показала динамика размеров (площадей, глубин) мелководных зон, обусловленная характером уровняго режима водохранилищ различного хозяйственного назначения (энергетических, комплексных, ирригационных). Применительно к этим водохранилищам описаны формы проявления специфических черт уровняго режима (агонно-пагоные колебания, длинные волны, резкое изменение уклона водной поверхности и др.) в их мелководных зонах.

На основании материалов массовых наблюдений на разных водохранилищах выявлены отличительные черты термического режима их мелководных зон (опережение фаз нагревания и охлаждения, более высокая амплитуда суточных колебаний температур воды, быстрое истощение теплозапасов и др.).

Оценена роль временных изъятий воды на оседание льда на берегах в водном балансе водохранилищ при резком сокращении мелководных зон в период зимней работы.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕЛКОВОДНОЙ ВОДОХРАНИЛИЩ В РЕЗУЛЬТАТЕ АБРАЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Д.П. Финаров

(Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники,
Ленинград)

В результате абразионно-аккумулятивных процессов в водохранилищах образуется значительная мелководная зона, достигающая на многих водохранилищах до 200 – 300 м ширины. Она представлена отмелями различного характера – абразионными, абразионно-аккумулятивными и аккумулятивными. Установлены особенности формирования отмелей в водохранилищах, различающихся по эксплуатационному режиму и приводным особенностям.

На равнинных долинных водохранилищах с устойчивым положением уровня в безледоставный период абразионно-аккумулятивные процессы происходят в пределах одной и той же сравнительно узкой по высоте зоне волнового воздействия и колебаний уровня. Поэтому формирование устойчивых береговых отмелей и всего профиля динамического равновесия берега происходит интенсивно и относительно быстро. Подвижный аккумулятивный (преимущественно песчаный) слой на абразионной части отмели обычно имеет небольшую мощность, в первые 10 – 12 лет обычно не превосходит величины колебаний уровня в безледоставный период (до 0,8 – 0,9 м). На равнинных долинных водохранилищах со значительной сработкой уровня формирование отмелей, представляющих собой мелководную зону, происходит в значительной по высоте зоне. Неравномерные и значительные колебания уровня обуславливают ступенчатый характер отмели и формирование сравнительно мощного подвижного аккумулятивного слоя на отмели, который претерпевает не только сезонные изменения, но также изменения, связанные с колебаниями уровня от года к году.

На котловинных озерных водохранилищах возможны два наиболее типичных случая формирования мелководной зоны и берега. Если береговая линия совпадает с береговыми отмелями древних озерных водоемов, то переформирование их происходит по аккумулятивному типу при наличии рыхлых отложений. В случае, когда уровень находится на уступе древних террас, переформирование берега происходит по абразионно-аккумулятивному типу. Наиболее интенсивно про-

цесс перестроения мелководий и берега проявляются в при-
устьевых частях рек.

На горных долинных водохранилищах преобладают вертикальные
размывы в связи со значительными колебаниями уровня. Формирует-
ся крутая ступенчатая отмель, преимущественно абразивного типа,
обычно лишенная аккумулятивных отложений. Заливание водохранилищ
приводит к снижению абразии и отложению песчано-глинистых на-
носов на отмели.

Формирование мелководий в заливах также имеет значительные
отличия. Можно выделить четыре основных типа заливов по характе-
ру перестроения в зависимости от их планового строения и
гидрологического режима водохранилищ.

Хозяйственное использование мелководий должно быть основано
на районировании мелководной зоны по особенностям формирования
и их строения.

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МЕЛКОВОДИЙ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Ф.Д.Мордухай-Болтовской, В.А.Экзерцев

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

Мелководная прибрежная зона в волжских водохранилищах пред-
ставляет собой верхнюю (до глубины 2 - 3 м от НПГ) часть области
временного затопления, ежегодно обнажающейся на длительное вре-
мя при "сработке" уровня. Характер этой зоны зависит прежде все-
го от степени ее защищенности от волнений, а также от configura-
ции водохранилища и режима уровней. У незащищенных от волн бере-
гов грунты размываются до песков (иногда и камней) и водная рас-
тительность отсутствует. Планктон и бентос под влиянием постоян-
ного прилива и недостатка пищи чрезвычайно обеднены (их средняя
биомасса обычно - доли грамма на 1 м, 1 м³ и 1 м²).

У защищенных от волн берегов (в заливах за островами и т.п.)
грунты не размываются и зарастают высшей водной и земноводной
растительностью. Защищенные мелководья разчленяются по вертика-
ли на верхний горизонт, с глубиной до 1,5 м, на котором локали-
зуется основная масса растений, при достаточно долгом стоянии
уровня образующих сплошные заросли, и нижний горизонт, на кото-
ром растения разрежены или почти отсутствуют. Среди зарослей

верхнего горизонта развивается богатая фауна, сильно отличающаяся по составу и значительно большему богатству от фауны за пределами мелководий. Зоопланктон и бентос здесь в несколько раз богаче, чем в открытом плесе водохранилища, а кроме них развивается очень богатая специфическая фитопланктонная фауна.

Нижний горизонт мелководий по фауне занимает промежуточное положение между верхним горизонтом и открытой областью водоема.

Богатство фауны защищенного побережья объясняется, главным образом, обилием детрита, образующегося при отмирании водной (или земной, разрастающейся после обнажения) растительности. В волжских водохранилищах, как и во многих других мелководных водоемах, трофические связи складываются по гетеротрофному "почточному" типу, при котором основной кормовой базой для беспозвоночных служит аллохтонный прибрежный детрит. Поэтому значение мелководий в водохранилищах заключается не только в их роли для размножения и развития молоди рыб, но и в том, что они являются источником пищи для планктона и бентоса. Этим и объясняется то, что водохранилища с сильно развитым защищенным зарастающим побережьем (до 10 - 15% площади всего водоема, как в Иваньковском и Угличском) значительно богаче фауной (в частности, биомасса бентоса около 10 г/м^2), чем водохранилища со слабым зарастанием (1 - 2% площади водоема), как Рыбинское, Горьковское, Кузнецкое, в которых биомасса бентоса в среднем $2 - 3 \text{ г/м}^2$).

Таким образом, изрезанность береговой линии (обилие бухт и островов), незначительный волновой размыв берегов и поздня "сработка" уровня способствуют развитию прибрежных зарослей и повышению вторичной продукции водохранилищ в бассейне Волги.

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МЕЛКОВОДИЙ ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

И.Л. Корелякова, Я.Я. Цеев

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Особенности гидробиологических процессов на мелководьях водохранилищ определяются географическим положением их и размещением в каскаде, характером уровенного режима, типом мелководья, обусловленным комплексом экологических факторов (глубина, характер течения и зарастания, степень изоляции от плеса и т.д.).

Мелководья днепровских водохранилищ, образовавшиеся на различных геоморфологических элементах затопленной части речной долины (пойма, отдельные участки 2-й бортовой террасы) не однотипны, на их характере отражается экологическая зональность поймы, мезо- и микрорельеф и растительные ландшафты затопленных территорий.

Одним из основных компонентов биоценозов мелководий является высшая водная растительность, степень и характер зарастания в значительной мере определяют экологический режим мелководий. Растительный покров всех днепровских водохранилищ в настоящее время находится в стадии формирования. Основными группировками, создающими фон на мелководьях всех водохранилищ, являются заросли рогоза узколистного, тростника, манника водного, рдеста прозеннолистного и некоторые др. Границей зарастания в большинстве случаев является 2-метровая изобата. Формирование растительного покрова состоит из нескольких процессов, протекающих одновременно. Общее направление развития растительности днепровских водохранилищ идет в основном по линии разрастания рогозовых и тростниковых зарослей, чему весьма способствует переменный уровеньный режим; это явление особенно резко проявляется в более густых водохранилищах. Заросли погруженной растительности формируются при относительно устойчивом режиме уровня.

На мелководьях днепровских водохранилищ хорошо развиваются донные (бентические) водоросли. Битомикробентос мелководий представлен в основном эвгленовыми, зелеными, синезелеными и диатомовыми водорослями, а нитчатые водоросли — кладофорой, спирогирой, эдогоннумом, мушкетером, гидрохлором и др. Особенно интенсивное развитие нитчатых происходило в первые годы существования днепровских водохранилищ.

В распределении различных группировок высших растений и нитчатых водорослей наблюдается четкая приуроченность их к определенным типам мелководий и биотопов.

Состав и развитие фитопланктона на мелководьях водохранилищ определяется в первую очередь степенью изоляции мелководья от основного плеса водохранилища и характером растительного покрова. Наиболее продуктивными по развитию фитопланктона являются более или менее защищенные мелководья с относительно разреженным растительным покровом. На открытых не зарастающих мелководьях может нередко наблюдаться явление "цветения".

Средняя величина валовой первичной продукции кислорода на мелководьях составляет для фитопланктона около 1,2 - 2,3, для фитомикробентоса - 1,3 - 1,7, для нитчатых водорослей - около 3 г O_2/m^2 в сутки.

При сравнении показателей, характеризующих в целом первичную продукцию мелководной и глубоководной зон (на примере Киевского водохранилища) обнаружено, что продуктивность 1 m^2 площади мелководий в 2,6 раза выше, чем в глубоководной зоне.

На мелководьях в зарослях высшей водной растительности развивается богатая фауна беспозвоночных животных (зоофитос и зоопланктон), представляющая кормовую базу для личинок и молоди рыб. Биомасса зоопланктона в зарослях погруженной растительности в десятки раз больше, чем на открытых, лишенных зарослей участках, величина ее колеблется от нескольких граммов до 500-600 г/ m^3 . Основные запасы кормового зоофитоса и зообентоса также сосредоточены в зарослях погруженной растительности. В густых зарослях воздушно-водной растительности зоопланктон, кормовой зоофитос и зообентос значительно беднее. На осушаемых участках мелководий биомасса бентоса в 5 - 10 раз беднее, чем в глубоководной зоне вследствие отрицательного воздействия зимней сработки уровня или зимних заморов. Однако благодаря развитию кормового зоопланктона и зоофитоса на участках с относительно разреженной растительным покровом кормовые условия и кормовая биомасса значительно лучше и выше в целом на мелководьях, чем в глубоководных зонах водохранилищ.

Положительное влияние мелководий на биологический режим водохранилища проявляется в следующем: 1) продукция органического вещества на мелководьях в 2 - 2,5 раза больше, чем на такой же площади пелагали; 2) на умеренно заросших мелководьях развивается богатая кормовая база для рыб; 3) зарастающие мелководья являются основными местами нереста, здесь же происходит нагул молоди и взрослых фигофильных рыб; 4) высокая растительность, нитчатые водоросли и фитомикробентос при умеренном развитии играют роль мощных биофильтров и способствуют процессам самоочищения как от промышленно-бытового, так и от вторичного (биологического) загрязнения; 5) растительные компоненты биоценозов мелководий, обогащая воду кислородом, способствуют улучшению качества воды водохранилищ; 6) заросли высшей растительности, развиваясь у размываемых и абразионных берегов, могут полностью

гасить волнобой, чем предохраняют берега от дальнейшего разрушения; 7) мелководные участки водохранилищ имеют большое значение в охотничьем хозяйстве, являясь местами обитания многих водоплавающих птиц и ценных млекопитающих.

Наряду с этим мелководья оказывают и отрицательное влияние на биологический режим и санитарное состояние водохранилищ, что обусловлено следующим: 1) на сильно заросших мелководьях с малыми глубинами (0 – 1 м) создается очаги для размножения паразитов рыб, водоплавающей птицы, домашних животных и человека, чему способствует наличие большого количества промежуточных хозяев паразитов – личинок моллюсков и личинок насекомых. Неблагоприятная паразитологическая ситуация сложилась на мелководьях верхней части Киевского и в меньшей степени Кременчугского водохранилищ; 2) определенные типы мелководий, в основном заболоченные, с густыми зарослями воздушно-водной растительности являются бесполезными в кормовом, рыбохозяйственном и сельскохозяйственном отношении, а избыточная фитомасса при разложении способствует процессам заболачивания с целым комплексом отрицательных последствий.

При оценке экономической эффективности мелководий необходимо учитывать их неоднородный характер.

Наиболее продуктивными по состоянию кормовой базы и по роли в воспроизводстве рыбных запасов являются мелководья, расположенные на затопленной пойме в пределах прирусловой и центральной зон, а также мелководья, возникшие на затопленных территориях ступи 2-й террасы. Именно для этих типов мелководий характерно умеренное развитие зарослей высшей растительности.

Мелководья, образовавшиеся в пределах притеррасной зоны поймы и на заболоченных территориях развитой второй террасы, требуют немедленного вмешательства человека с целью повышения их рентабельности и ослабления их отрицательного воздействия на биологический режим водохранилищ путем проведения комплекса мелиоративных мероприятий, особенно в пределах глубин от 0 до 1,5 м.

ЗНАЧЕНИЕ МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ РАВНИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ СССР ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ИХ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ

Л.Г. Сухойван

Институт гидробиологии АН УССР,
(Лев)

Одной из важных задач комплексного использования водохранилищ нашей страны является получение максимальной рыбопродукции высокого качества. В настоящее время со всей площади водохранилищ СССР, составляющей 5,5 млн. га, добывается 550 тыс. ц рыбы в год при средней промысловой рыбопродуктивности 10 кг/га. При этом свыше 90% годового улова рыбы дают равнинные водохранилища.

Воспроизводство рыбных ресурсов в водохранилищах осуществляется главным образом за счет естественного размножения рыб. Доля искусственного воспроизводства в пополнении рыбных запасов этих водоемов по сравнению с естественным остается пока незначительной.

Мелководная зона водохранилищ с глубинами до 2,0 - 2,5 м при НПУ имеет весьма важное значение для рыбного хозяйства. В пределах этой зоны воспроизводится около 85 - 90% общих рыбных ресурсов равнинных водохранилищ. За счет ее происходит обогащение кормовой базы рыб, нагуливавшихся на более глубоководных открытых участках водохранилищ. Однако не все участки мелководной зоны используются рыбами в одинаковой степени.

Наибольшую ценность для естественного воспроизводства рыб имеют защищенные от волнения воды и зарастающие мелководья верхних островно-проточных частей водохранилищ и крупных заливов, расположенных в средних и нижних частях водохранилищ. Эти мелководные участки представляют собой естественные рыбопитомники, где происходит нерест, инкубация икры и нагул молоди фитофильных рыб.

За оптимальную для естественного воспроизводства запасов фитофильных рыб (нереста и нагула молоди) площадь мелководной зоны с глубинами до 2 м при НПУ в небольших и неглубоких водохранилищах (до 50 - 100 тыс. га со средней глубиной до 3 - 5 м) можно принять площадь мелководий, составляющую 15 - 20% общей площади водохранилища, а в более глубоководных средних и крупных - 10 - 15%. Площадь зарастания при умеренном развитии зарослей в обоих случаях должна составлять примерно 50% всей площади мелководья, или 7 - 10% общей площади водохранилища в первом случае и 10-15% - во втором.

С целью улучшения режима мелководной зоны, условий размножения и зимовки рыб, качества воды, санитарного состояния, паразитологической и эпизоотической ситуации в водохранилищах необходимо: 1) ежегодно осуществлять частичное летование мелководных участков, обрабатывая уровень воды на 0,7 - 1,5 м ниже НПУ; 2) максимально уменьшить амплитуду колебаний уровня воды в нерестовый период и величину зимней обработки водохранилищ; 3) проводить в мелководной зоне мелворативные работы по разреживанию зарослей жесткой подпогруженной растительности и изъятию излишней ее биомассы, расчистке и углублению рукавов, протоков и каналов (не реже одного раза в пять лет); 4) обваловать излишние мелководья, в том числе и некоторые заливы, используя их под товарные рыбные хозяйства; 5) создать кустарниково-древесные лесные полосы по берегам водохранилищ; 6) не допускать сброса в водохранилища и их притоки неочищенных сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, отходов нефтяной промышленности, а также ядохимикатов, применяемых в сельском и лесном хозяйствах для уничтожения вредителей и сорняков.

ЗНАЧЕНИЕ МЕЛКОВОДИЙ В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВЕРХНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Л.К.Ильина, Н. А. Гордеев

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

В большинстве водохранилищ мелководья являются основной продуцирующей зоной. Размножающиеся в прибрежье волжских водохранилищ виды рыб составляют 73,2 - 99,5% уловов.

Продуктивность водохранилищ зависит от соотношения площади прибрежной и открытой зон водоема. Фактическая площадь эффективных нерестелищ значительно меньше, чем общая площадь мелководий. Даже зарастающие участки вырастают не более чем на 30%, из которых используется для откладки икры только 19 - 20%.

Зарастающее зарыбленное мелководье наиболее богато кормовыми беспозвоночными. Так, в Рыбинском водохранилище средняя биомасса зоопланктона в августе составляет 3,6 г/м³. Биомасса бентоса на заросших зарыбленных участках литорали достигает 15 - 24 г/м², а вместе с фитопланктонной фауной зарослей - 26 - 60 г/м². На этих

70 - 80 см. Это связано с тем, что низкая прозрачность воды в прибрежной зоне ограничивает распространение погруженных растений, составляющих периферийный пояс растительности.

Слабое развитие растительности на крупных болотных водохранилищах ограничивает их роль в жизни водоемов. Как поставщики органического вещества растения имеют значение только в районах зарастающих участков литорали. Наиболее существенна роль растений на нерестовниках, где они служат субстратом для откладки икры. В водохранилищах северных районов страны в связи с поздней вегетацией для этой цели служат прошлогодние части растений. Поэтому желательно, чтобы в фитоценозах преобладали растения, не полностью разлагающиеся за зиму. Пример Рыбинского водохранилища показывает, что такие растения (осоки, злаки, земноводное разнотравье) лучше развиваются при неустойчивом режиме уровня.

С целью улучшения нерестовников в Горьковском водохранилище целесообразно провести эксперимент с изменением летнего режима уровня.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ПОДТОПЛЕНИЯ УЧАСТКА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ СПЕКТРУ ТРАВСТОЯ

Л.С. Балашев

(Институт ботаники АН УССР, Киев)

Экологический анализ растительного покрова естественных угодий с разной степенью увлажнения показывает определенную закономерность соотношений экоморф в травостоях различных типов растительности.

Выделены следующие ступени подтопления: I - полоса чрезмерного подтопления (уровень залегания грунтовых вод во второй половине лета не выше 0 - 15 см); 2 - полоса сильного подтопления (25 - 60 см); 3 - полоса умеренного подтопления (75 - 80 см); 4 - полоса слабого подтопления (100 - 120 см и более).

В зависимости от степени подтопления меняется процентное соотношение экоморф в составе травостоев залежей. Для территории чрезмерного подтопления характерно резкое преобладание трех экологических групп: гидрофитов, мезогидрофитов и гидро-мезофитов. В полосе сильного подтопления преобладают гидромезофиты и мезофиты. В полосе умеренного подтопления доминируют ме-

зофиты и довольно большое участие принимают коеромезофиты. Наконец, в полосе слабого подтопления преобладают коеромезофиты при большом количестве мезофитов.

Установление степени подтопления имеет большое значение для определения характера хозяйственного использования подтопленных площадей, границы активного влияния водохранилища на травостой и типа группировки, которая сформируется в данных условиях. Обилие, преобладание определенных видов индуцирует только участки с чрезмерным подтоплением (Балашев, 1969).

Экологические спектры показывают, что для полосы подтопления Киевского водохранилища, характеризующейся в основном легкими почвами, в условиях незначительного затопления и чрезмерного подтопления формируются болота, при сильном подтоплении — болотистые дуга, при умеренном подтоплении — настоящие дуга, а при слабом подтоплении существенных изменений не происходит.

Границей активного влияния водохранилища на травостой является четвертая группа. При хозяйственном освоении прибрежий водохранилищ необходимо строго учитывать степень подтопления.

ОСУШАЯ ЗОНА ВОДОХРАНИЛИЩ И ДРЕЙССЕНА

М. Я. Кирпиченко

(Куйбышевская станция Института биологии
внутренних вод АН СССР, Тольятти)

В процессе формирования водохранилищ дрейссена по биомассе занимает первое место среди беспозвоночных. Благодаря огромной фильтрационной способности этого моллюска его всестороннее положительное влияние на качество водной среды весьма существенно. Большую роль дрейссена играет в формировании фауны обрастаний, а в период размножения численность ее личинок в зоопланктоне достигает 600 тыс. экз. в 1 м^3 воды.

Оптимальные условия для жизни дрейссена находит в мелководьях водохранилищ: здесь раньше весной прогревается вода, создается наиболее благоприятный кислородный режим и находятся твердые субстраты для прикрепления ее поствелigerных стадий индивидуального развития. В мелководьях наблюдается высокий темп ее роста, за вегетационный период она вырастает до 16 мм длиной.

В Куйбышевском водохранилище не менее половины оседающих личинок моллюска поселяется в мелководьях осушной зоны.

Осевшие за вегетационный период в осушной зоне моллюски живут на разных стадиях развития. К весне, в результате сработки уровня воды, дрейссены накрываются льдом и после осушки погибают. Это является примером того, как адаптации животных, выработанные в естественных условиях в течение истории их развития, становятся нерациональными в условиях, создаваемых человеком (искусственные осушаемые мелководья и т.п.). Несмотря на огромную "расточительность" природы, каковым является массовое размножение дрейссены в водохранилищах, осушная зона является "домашней", ограничивающей ее количественное развитие.

При хозяйственном освоении осушной зоны и создании здесь рыбных хозяйств в местах, где имеются скопления дрейссены, можно организовать ее заготовку с целью получения дополнительных высококачественных белковых кормов. Как корм для рыб, домашней и дикой водоплавающей птицы дрейссена весьма эффективна, а использование ее для подкормки других домашних животных может быть весьма перспективным.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ БЕНТОСА МЕЛКОВОДИЙ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н.Д. Бородин

Куйбышевская станция Института биологии
внутренних вод АН СССР, Тольятти)

В Куйбышевском водохранилище в связи с большим - до 5 м - колебанием уровня воды ежегодно к весне осушается 35,0 - 42,5% площади дна водоема. Это обуславливает ряд особенностей развития бентоса мелководий и его бедность.

Изучение видового состава и количественных показателей бентической фауны проводилось на открытых и защищенных островах мелководьях, а также в заливах, в зонах I, 3 и 5 м.

На обширных открытых участках, подвергавшихся разрушительному действию волн, в результате которого они превратились в песчаные пляжи (зона с глубинами I - 3 м), население исключительно бедно. Здесь в небольшом количестве встречаются поамфилиды, околбонитные виды хирономид и ракообразных. Биомасса их очень мала и составляет десятые доли грамма. В зоне с глубиной 5 м

происходит частичное отложение детрита, встречается замленный песок и население становится более разнообразным. Особенно возрастает роль малощетинковых червей.

На мелководье, частично защищенном островами, условия существования организмов более разнообразны. Видовой состав населения здесь богаче, чем на открытом участке (61 против 38). Общая биомасса гидробионтов очень мизера и обычно не превышает 1 г/м^2 .

В заливах, широко соединенных с водохранилищем, в зоне с глубиной $1 - 3 \text{ м}$ доминируют личинки хирономид. Общая биомасса бентоса составляет $1,7 - 5,78 \text{ г/м}^2$. В зоне с глубиной 5 м заметно повышается роль олигохет, биомасса определяется организмами этих двух групп.

На мелководьях глубоко вдающихся заливов, изолированных от разрушительного действия волн и зарастающих подводной и надводной растительностью, в верхнем горизонте особенно обильно развиваются фитオフィльные организмы. Биомасса бентоса определяется хирономидами и достигает $9,5 \text{ г/м}^2$. В нижнем горизонте (5 м) наблюдается сильное замление и повышение роли пелофильных организмов, особенно малощетинковых червей.

Население осушной зоны, составляющей в Куйбышевском водохранилище до 42% площади дна, очень бедно. Наиболее перспективной для нее группой гидробионтов являются каспийские перкарпиды — *Parameusia ullakui*, *Cerophium Sowinskyi* и акклиматизированная *P. intermedia*, численность которых возрастает. Развитие этих ракообразных улучшает условия питания рыб, особенно в осеннее время, когда осушная зона с площадью около 2400 км^2 из-за осенне-зимней обработки уровня оказывается почти полностью лишней макро- и мезобентоса.

РЕСУРСЫ ВОДОПЛАВАЮЩЕЙ ЛИЧ. И ОСНОВЫ ВЕДЕНИЯ ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА НА КИЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В.А.Мельничук

(Киевский государственный университет)

Зарегулирование стока равнинных рек ведет к образованию обширных акваторий, привлекающих на отдых и кормежку пролетающую дичь. Киевское водохранилище располагается севернее других искусствен-

ных водоемов Днепровского каскада и первым принимает осенних мигрантов, ежегодно в большом количестве задерживающихся здесь до глубокой осени.

В наиболее удобной для дичи верхней части Киевского водохранилища расположены четыре охотничьих хозяйства, которые ведут работу по воспроизводству и увеличению продуктивности утиных угодий.

При заполнении водохранилища на реках в верховьях водоемов этого типа образуется мелководная островная зона, которая служит местом концентрации вытесненных с залитой поймы гнездящихся водоплавающих птиц.

Исследования на территории Киевского водохранилища в течение семи лет существования показали, что численность уток на островах по разным причинам снижается, а в последние годы плотность заселения островов оказалась катастрофически малой.

Неблагоприятное положение с дичью в мелководной островной зоне водохранилища можно ликвидировать при соблюдении режима абсолютной заповедности на воспроизводственных участках - с одной стороны, и улучшении условий гнездования - с другой. Последнее достигается с помощью искусственных гнездовий. Работа в этом направлении ведется охотничьими хозяйствами на акватории Киевского водохранилища и кафедрой зоологии позвоночных Киевского университета уже два года. Первые результаты дают право говорить о целесообразности применения искусственных гнездовий из ивовых и осяковых веток (как наиболее рентабельных) на островах с недостаточными защитными условиями.

Различные типы созданных убежищ для уток занимают преимущественно кряквой - видом с наибольшей экологической пластичностью. В некоторых случаях птицы даже предпочитают искусственные гнездовья естественным пригодным для них местообитаниям.

Главным препятствием на пути вторичного заселения водоплавающими островной зоны исследуемого водоема является разорение кладок серой вороной. Охотничьи организации должны очень серьезно взяться за уничтожение этого хищника в местах его гнездования на водохранилище и в смежных районах, на пути полета к охотничьим территориям и, конечно, на последних.

Только при соблюдении заповедного режима на воспроизводственных участках и истреблении серой вороны можно надеяться на успех в деле привлечения уток на Киевское водохранилище с помощью искусственных гнездовий.

ИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛКОВОДНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ ЗА РУБЕЖОМ

Г.В. Ногорельцева, В.А. Шарапов

(Институт водных проблем АН СССР, Москва)

Мелководья занимают в среднем 10 - 20% площади водохранилищ. Согласно имеющимся подсчетам, площадь водохранилищ мира составляет 350 - 400 тыс. км², следовательно, площадь мелководий исчисляется многими миллионами гектаров. Существенная их часть может использоваться в интересах сельского, рыбного хозяйства и др.

В экономически развитых странах с высокой плотностью населения и ограниченными земельными ресурсами, где стоимость земли высока, при создании водохранилищ значительных площадей мелководий, как правило, не образуется вследствие тщательного выбора параметров водохранилищ и широкого применения инженерной защиты земель от затопления (примеры - водохранилища на Роне, Дунае, Изаре, Теллессе, Миссури и др.); обвалованные участки используются, как правило, по прежнему назначению.

Ознакомление с литературой по зарубежным водохранилищам показывает, что работ по использованию мелководий водохранилищ опубликовано очень мало. Вместе с тем очень обширна литература, посвященная рыбохозяйственному использованию естественных мелководных водоемов (озер, лиманов и др.) и прудов. Неоравненно слабее освещено использование мелководных водоемов в интересах сельского хозяйства. Опыт использования прудов и озер, несмотря на существенные различия их гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режима от режима водохранилищ, может быть весьма полезным для определения путей использования мелководий водохранилищ.

Анализ зарубежных источников показывает также почти полное отсутствие данных об интенсивном, экономически эффективном использовании мелководий водохранилищ за рубежом, не считая таких общих видов использования мелководий, как нерест и нагул рыбы, возникновение зарослей кормовых водных растений, рекреационное использование и т.д.

Из рассмотренной литературы можно сделать вывод о том, что наиболее перспективным путем использования мелководий является их обвалование для разведения рыбы, с применением удобрений и

подкормки, водных кормовых растений, уток. Поэтому значительный интерес представляет опыт Болгарии, где разработана схема использования мелководий водохранилищ и начато создание обвалованных мелководий с регулируемым уровнем режимом. На таких мелководьях глубиной 0,3 - 2,5 м, разделенных поперечными дамбами на отсеки, получают в среднем 15 ц рыбы с 1 га, то есть в 3 - 4 раза больше дохода, чем с тех же земель до затопления. Более малая прибрежная полоса отделяется от рыбоводных прудов валом и используется для посевов риса (урожайность 60 ц/га).

Использование обвалованных мелководий водохранилищ с регулируемым режимом, если на них применить опыт использования рыбоводных прудов, может быть весьма эффективным. В Японии, Израиле, США, Венгрии, Чехословакии с 1 га прудов получают в среднем до 30 - 50 ц/га и более рыбы.

Все большее значение приобретает использование водохранилищ для отдыха и спорта. В результате этого сужаются возможности использования ряда мелководных участков и некоторых водохранилищ в целом для других целей.

Учитывая наличие в нашей стране большой площади мелководий и важное народнохозяйственное значение их интенсивного использования, следует обратить внимание на необходимость тщательного научения зарубежного опыта в этой области.

У Р Ь Н Ы Е З А П А С Ы И П О В Ы Ш Е Н И Е Р Ы Б О П Р О Д У К Т И В Н О С Т И В О Д О Х Р А Н И Л И Щ

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПОДГОТОВКА И ПУТИ НАПРАВЛЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

В.К.Киселев

(Главрыбвод, Москва)

За последние два десятилетия в СССР построено более 120 водохранилищ, площадь которых составляет около 5 млн.га. В перспективе площадь водохранилищ значительно возрастет.

Водохранилища нельзя рассматривать обособленно от бассейнов в целом, так как в связи с зарегулированием реки значительно

ухудшаются условия воспроизводства рыбных запасов во всем бассейне и особенно на участках ниже гидроузлов, в дельтах рек, а рыбному хозяйству при этом наносится существенный ущерб.

Водохранилища явились новым рыбохозяйственным фондом, использование которого при своевременном выполнении необходимых рыбоводно-мелиоративных мероприятий и благоприятном уровне режиме представляет для народного хозяйства большой интерес. Вылов рыбы в водохранилищах СССР возрос с 381 тыс.ц в 1962 г. до 545 тыс.ц в 1968 г. В 1970 г. вылов рыбы составил 564 тыс.ц.

Согласно проектным проработкам и биологическому обоснованию научно-исследовательских организаций, проектные уловы рыбы по водохранилищам СССР при выполнении намеченных мероприятий по воспроизводству, охране рыбных запасов и мелиорации, а также при полной ликвидации загрязнения их промышленными и коммунальными стоками и упорядочении уровня режима должны были достигнуть 1500 тыс.ц, а в последующие годы, с увеличением площади водохранилищ, уловы должны увеличиться до 2 млн.ц.

Опыт эксплуатации водохранилищ показал, что на формирование рыбных запасов в водохранилищах отрицательно воздействует ряд факторов, которые сдерживают рост рыбопродуктивности и увеличение уловов ценных видов рыб. Особенно отрицательное влияние оказывает загрязнение водохранилищ сточными водами промышленных и коммунальных предприятий. В результате этого имеют место многочисленные случаи массовых заболеваний и гибели рыб.

Другим отрицательным фактором, действующим на формирование рыбных запасов в водохранилищах, является уровень режима, который приспособлен к требованиям гидроэлектростанций и судоходства, но не отвечает интересам рыбного хозяйства. Ухудшение гидрологического режима, неблагоприятные условия зимовки рыб приводят к заболеваниям и гибели ослабленной рыбы. Массовая гибель сазана по этим причинам имела место в Цимлянском, Каховском, Волгоградском, Веселовском водохранилищах.

Несмотря на отрицательное воздействие указанных факторов, в отдельных водохранилищах сформировались устойчивые рыбные запасы, превосходящие запасы рыб в исходных водоемах. Значительную роль в направленном формировании рыбных запасов и достижения высокой рыбопродуктивности сыграли выполненные органами рыбоохраны, совместно с научными рыбохозяйственными организациями, большие ра-

боты по зарыблению водохранилищ ценными видами рыб, а также по охране рыбных запасов и регулированию рыболовства.

За 1967 - 1969 гг. в водохранилища СССР выпущено 2,2 млн. производителей, около 79,1 млн. шт. молоди, свыше 600 млн. личинок и икры сиговых, осетровых, частиковых и других видов рыб; 248 млн. шт. кормовых организмов. Для систематического пополнения водохранилищ молодь промысловых рыб при них создаются нерестово-выростные хозяйства. Большинство действующих рыбоводных предприятий при водохранилищах расположены на Волжском и Днепроваком каскадах.

Следует отметить, что все хозяйства построены и введены в эксплуатацию значительно позже образования водохранилищ, поэтому они не смогли оказать существенного влияния на формирование рыбных запасов. Многие предприятия имеют большие строительные и проектные дефекты. В настоящее время на водохранилищах страны действует 12 нерестово-выростных хозяйств. В 1968-1969 гг. ими выпущено 208 млн. шт. молоди сазана, растительноядных рыб, леща, щуки и др. рыб (против 378 млн. шт. по проекту).

В результате мероприятий, проведенных на водохранилищах, рыбопродуктивность на некоторых достигла почти проектной. Так, в Камышанском водохранилище рыбопродуктивность в 1968 г. достигла 15 кг/га и улов рыбы 120 тыс. ц, в Каховском - рыбопродуктивность 44 кг/га и улов рыбы - 90 - 100 тыс. ц, в Усть-Манычском, Веселовском, Пролетарском, Днепродзержинском водохранилищах рыбопродуктивность составляет 25 - 28 кг/га. Если взять для сравнения озера, то рыбопродуктивность в водохранилищах, особенно равнинного и некаскадного расположения, превосходит их в 2 - 3 раза и более.

В большинстве других водохранилищ, построенных в послевоенные годы, - Горьковском, Куйбышевском, Волгоградском, Дубоссарском, Бухтарминском, Братском, Новосибирском, Иркутском и др., - формирование рыбных запасов продолжается, и уловы рыбы еще не достигли расчетных показателей как по количеству, так и по видовому составу.

Мероприятия по повышению рыбопродуктивности водохранилищ должны осуществляться в следующем направлении:

упорядочение уровня режима таким образом, чтобы обеспечивались благоприятные условия для естественного воспроизводства рыбных запасов;

проведение работ по мелiorации естественных нерестелищ, а также ежегодное применение на водохранилищах максимально возможного количества искусственных нерестилищ, на которые не оказывает отрицательное влияние колебание уровня воды;

выполнение систематических мероприятий по уменьшению загрязнения водохранилищ сточными водами;

обеспечение в кратчайшие сроки строительства рыбодомных предприятий при водохранилищах для ежегодного выпуска в них подращенной молодки ценных рыб;

продолжение на водохранилищах работ по увеличению кормовой базы путем вселения кормовых организмов для рыб, а также по улучшению ассортимента рыб путем акклиматизации новых форм и поддержания запасов местных промысловых рыб с одновременным подавлением малоценных рыб;

улучшение работы нерестово-вырастных хозяйств и обеспечение систематического пополнения водохранилищ молодькю промысловых рыб;

усиление охраны рыбных запасов и улучшение регулирования рыболовства на водохранилищах;

усиление научных рыбохозяйственных исследований факторов, влияющих на рыбопродуктивность водохранилищ;

значительное улучшение подготовки зоны затопления водохранилищ и рыбопромысловых участков.

ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБНЫХ ЗАПАСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ

Г.В. Никольский, А.Г. Поддубный

(Институт эволюционной морфологии и экологии животных
АН СССР, Москва; Институт биологии внутренних вод
АН СССР, Борск)

Интенсификация рыбохозяйственного использования водохранилищ - важный источник дополнительного белкового питания растущего населения и сырьевых ресурсов развивающейся промышленности. Рыбохозяйственный фонд водохранилищ в ближайшем будущем превысит семь млн.га и должен обеспечить съем не менее 2 - 2,6 млн.ц рыбной продукции. Проблема повышения рыбопродуктивности водохранилищ теснейшим образом связана с другой важнейшей народнохозяйственной проблемой "чистой воды", и ее решение прямо зависит от масштаба

и эффективности работ по ликвидации последствий загрязнения водохранилищ, оптимальному согласованию интересов водопользователей и внедрению в практику достижений науки в области управления процессом воспроизводства рыбного населения.

Ихтиофауна водохранилищ формируется за счет воспроизводства местных видов рыб, населявших до зарегулирования стока соответствующий участок реки и водоемы поймы, за счет акклиматизации новых видов, их иммиграции из смежных водоемов и рыборазведения. Значение отдельных элементов формирования видового состава неравноценно.

В большинстве водохранилищ новые виды рыбы и приживаются, но не достигают промысловой численности и основную по объему рыбную продукцию дает ограниченное число представителей местной фауны, способных размножаться в менее проточной, чем речная, воде.

Большинство равнинных водохранилищ умеранной зоны проходит три этапа формирования: первичной эвтрофикации, трофической депрессии и вторичной эвтрофикации. На каждом этапе формирования создаются специфические условия воспроизводства и промыслового использования рыбного населения, определяющие уровень рыбопродуктивности водоема и дальнейший ход формирования сообществ растений и животных на типичных биотопах. Почти все крупные водохранилища СССР, имеющие высокие рыбопродукционные возможности, находятся в настоящее время в конце второго или в начале третьего этапа формирования.

Основное значение в жизни рыб водохранилищ приобретают две категории биотопов - защищенные от волнения заросшие прибрежные мелководья и участки открытых плавов с интенсивным напластованием. Эти биотопы, как правило, занимающие лишь 10 - 20% акватории, воспроизводят и обеспечивают почти 73 - 98% рыбного населения водохранилища. Численность промысловой ихтиофауны в водохранилищах в настоящее время ниже оптимальной. Имеются свободные экологические ниши, недоиспользуется ряд видов корма.

Основное неблагоприятное воздействие на ход естественного воспроизводства ихтиофауны водохранилищ оказывает комплекс факторов, связанных с загрязнением промышленными и бытовыми стоками, режимом наполнения и сброски уровня воды, необеспеченностью фитофильных и реофильных рыб нерестилищами, нерационально ведущимся промыслом. Условия воспроизводства рыб и воздействие на них комплекса факторов среды различны в водохранилищах разных

географических зон, озерного и руслового типов, разного взаимного положения в каскаде.

Значительное (в несколько раз) повышение рыбопродуктивности водохранилищ возможно при обязательном выполнении трех основных условий: 1) стабильном сохранении физико-химических свойств воды и грунтов водоемов в параметрах, обеспечивающих массовое развитие водной флоры и фауны; 2) постоянно более высоком уровне естественного воспроизводства рыбного населения; 3) увеличении объема искусственного рыборазведения и упорядочении форм эксплуатации рыбных запасов.

Интенсификация естественного воспроизводства может быть достигнута путем: 1) охраны от вылова нужного для нормального воспроизводства популяции запаса производителей; 2) увеличения площади и улучшения качества приходных нерестилищ; 3) создания искусственных нерестилищ и обвалованных нерестово-выростных хозяйств; 4) поддержания в период нереста, развития икры и молоди рыб необходимого уровня воды; 5) предупреждения гибели молоди в отекуровавшихся водоемах при сработке уровня и от попадания в водозаборы.

Искусственное разведение основных промысловых видов в создаваемых при водохранилищах комплексных нерестово-выростных рыбодоводных хозяйствах должно компенсировать недостаточность естественного воспроизводства и обеспечить замену в промысловой ихтиофауне малопродуктивных местных видов новыми, более продуктивными. Объем работы рыбодоводных хозяйств должен быть согласован с масштабами естественного воспроизводства и состоянием кормовой базы водохранилища.

Основные задачи упорядочения форм эксплуатации рыбных запасов заключаются в изыскании средств селективного облова популяций неохраняемых видов рыб и регулировании рыболовства с учетом специфики ихтиофауны конкретных водохранилищ.

В условиях комплексного использования водных ресурсов водохранилищ высокоэффективное рыбное хозяйство возможно только при строгом соблюдении всеми без исключения водопользователями и водопотребителями суммы требований, предъявляемых рыбохозяйственной наукой и практикой.

ЗАРЕГУЛИРОВАНИЕ СТОКА РЕК КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ИХ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

П.А. Пирожников
(ГосНИОРХ, Ленинград)

Данные многолетних работ по гидробиологическому изучению водохранилищ, опубликованные в монографиях и многочисленных статьях, свидетельствуют о весьма значительном увеличении кормовых для рыб ресурсов на подпертых участках рек, но несколько различном в пелагиали и бентали. Повышение плотности и биомассы зоопланктона в водохранилищах является следствием массового развития в этих водоемах бактерио- и фитопланктона, которое, в свою очередь, связано с поступлением в водохранилища больших количеств органических веществ и биогенов из залитых почв.

Почти полное устранение на подпертых участках рек таких факторов, как сильное течение, турбулентность потока и минеральные взвеси, способствует резкому повышению выживаемости зоопланктонов - фильтраторов и седиментаторов. В благоприятных трофических и тепловых условиях это обеспечивает высокий уровень воспроизводства "мирных" видов коловраток, ветвистоусых и веслоногих ракообразных. Благодаря высокому темпу размножения и роста ветвистоусых, общая биомасса и продукция зоопланктона на подпертых участках возрастает в сотни и тысячи раз по сравнению с тем, что характерно для незарегулированных рек. Преобладание, доступность и высокая калорийность ветвистоусых делают зоопланктон очень ценной кормовой базой для всех трофических групп рыб, поскольку бентофаги и хищные виды на первом году жизни питаются зоопланктоном.

Массовое развитие в водохранилищах коловраток, веслоногих и, в особенности, ветвистоусых создает, в сочетании с замедленным течением, благоприятные условия для хорошего роста и повышенной выживаемости молоди фитофильных и других рыб, но численность этих рыб также зависит от условий и эффективности нереста, которые в большинстве водохранилищ не являются оптимальными.

Массовое развитие планктона и замедленное течение, особенно у дна, повышают темп илообразования за счет планктогенного и аллохтонного детрита. Это способствует формированию в водохранилищах пелофильного бентоса, состоящего из немногих видов, но с высокой плотностью и значительной биомассой.

Видовой состав донного населения водохранилищ, созданных на различных реках, отражает зоогеографические особенности фауны соответствующих рек. Это имеет то или другое биопродукционное и рыбохозяйственное значение. На базе богатого (по сравнению с незарегулированными реками) бентоса и в связи с факторами, указанными выше, в водохранилищах формируются мощные стада бентосоядных рыб, но этот процесс сдерживается пониженной эффективностью нереста большинства видов этих рыб.

Положительные биопродукционные последствия гидростроительства на крупных и средних реках позволяют считать перекрытие рек и зарегулирование их стока вполне допустимым способом повышения рыбопродуктивности средних рек.

При уточнении планов энергетического использования средних (по длине и водному стоку) рек подлежат рассмотрению намечаемое местоположение створов гидроэлектростанций, площадь заливаемых угодий (по видам), водообмен, возможная биопродуктивность, вероятность формирования популяций ценных промысловых рыб, реальность годовых уловов не ниже 50 кг/га.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ

ц.и. Иоффе

(ГосНИОРХ, Ленинград)

При проведении намеченных рыбоводных мероприятий водохранилища по прогнозу ГосНИОРХ на 1980 г. должны давать более 1 млн. ц рыбы.

Основными промысловыми рыбами в водохранилищах являются лещ, судак, чехонь и др. Существенное влияние на их запасы наряду с условиями размножения оказывает состояние кормовой базы, особенно для бентофагов, составляющих подавляющую часть ихтиофауны.

Одним из основных мероприятий по повышению в водохранилищах биопродуктивности является обогащение кормовой базы для рыб путем акклиматизации беспозвоночных.

За двадцатилетний период (1947-1967 гг.) акклиматизационные работы с кормовыми объектами проведены в 51 водохранилище. Из них 70,6% относятся к малым (до 25 тыс.га), 11,8 - к средним (от 25 до 100 тыс.га) и 17,6% - к крупным (от 100 тыс.га и более).

Для вселения использованы 49 видов беспозвоночных, в том числе 4 вида полихет, 10 видов моллюсков, 1 вид декапод, 9 видов мизид, 7 видов кумачей и 18 видов амфипод.

Из 51 водохранилища, в которые вселялись новые виды, в 33 перевезенные беспозвоночные прижились, в том числе в 19 натурализовались. Положительные результаты получены на водохранилищах бассейнов Днепра, Дона, Волги, Днестра, Немана и др. Осуществленные акклиматизационные мероприятия с беспозвоночными значительно улучшили кормовые условия для рыб разных трофических комплексов; при этом не отмечено угнетающего воздействия вселенцев на численность и биомассу местных ценных беспозвоночных.

Рыбопродукция в водохранилищах за счет проведенной акклиматизации беспозвоночных ориентировочно составляет ежегодно около 80 тыс. ц, в том числе в Цимлянском водохранилище — 20 тыс.ц.

Наряду с достигнутыми результатами работы по повышению биопродуктивности проводятся еще не в полной мере и распылены по малым второстепенным водохранилищам.

Основными причинами, тормозящими развитие указанных работ, являются: а) медленная и недостаточная разработка биологических обоснований; б) слабая изученность акклиматизационного фонда, особенно для водохранилищ южной полосы СССР и Сибири; в) недооценка внутривидовой биологической неоднородности беспозвоночных; г) недостаточность наблюдений за ходом приживания вселенцев и их заменителей в новых условиях; д) отсутствие разработок о нормах посадки нового кормового объекта.

В ближайшие годы усилия по обогащению кормовой базы целесообразно сосредоточить на водохранилищах, имеющих наиболее существенное рыбохозяйственное значение. В качестве возможных объектов акклиматизации уже могут быть использованы 30 видов беспозвоночных, относящихся к нескольким фаунистическим комплексам нашей страны. Беспозвоночные каспийского комплекса перспективны для вселения в водохранилища, расположенные не выше 58 — 60° северной широты. Севернее этой границы их вселение не эффективно. Представители северного реликтового комплекса могут служить акклиматизационным фондом для водохранилищ с большими глубинами, хорошим кислородным режимом и летними температурами в гипolimнии, не превышающими 10°; для мелководных участков и заливов — байкальские сорные виды. Последние могут быть использованы и для ряда водохранилищ европейской части. Есть основания полагать,

что для водохранилищ, расположенных выше 50 - 55° северной широты, перспективными объектами могут являться камчатские виды.

Намеченные работы по вселению беспозвоночных в 12 оредних и крупных водохранилищ после завершения процесса натурализации вселенцев, по приблизительным расчетам, смогут обеспечить получение рыбопродукции порядка 150 - 170 тыс.ц.

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОХРАНИЛИЩ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Э.А.Бервальд, Р.Т. Поткова

(Институт водных проблем АН СССР, Москва)

За последние два десятилетия в СССР проведены большие работы по зарегулированию стока рек. Водоохранилища затопили большие участки плодородных земель. Естественным было желание восполнить нанесенный сельскому хозяйству ущерб повышением рыбопродуктивности вновь создаваемых водохранилищ. Повсеместно принимались активные меры по направленному формированию кормовой базы и ихтиофауны, но средний вылов рыбы рыболовецкими бригадами держался только на уровне 10 - 15 кг/га. Вылов рыбы многочисленными рыбаками-любителями и браконьерами, очевидно, также выражается цифрами 10-12 кг/га.

Резкие колебания уровня воды в нерестовое время, нарушающие условия размножения рыб, большая зимняя сработка уровня и осушение от 24 до 60% площади водохранилищ, сбор большого количества промышленных и бытовых стоков, снижают возможную численность промысловых рыб и продуктивность водохранилищ.

В толще воды водохранилищ пассивно развиваются фитопланктон и бактериопланктон, а на базе их - зоопланктон и бентос (Иаллева, Бервальд и Романичева, 1969).

По многочисленным наблюдениям (Пирожников, 1961; Иоффе, 1961; Яковлева, 1969), кормовая база для рыб в водохранилищах, особенно зоопланктон, достигает 0,7 - 6,1 г/м³, что во много раз превышает биомассу зоопланктона незарегулированных рек. Поэтому в водохранилищах целесообразно выращивать планктофагов - пестрого толстолобика, белого толстолобика, пелядь и других ценных рыб - и добывать численность стад этих рыб до размера, отвечающего рациональному использованию кормовой базы толщи воды.

При обилии рыб-бентофагов биомасса бентоса в водохранилищах обычно снижается до $0,5 - 1,0 \text{ г/м}^2$, что не обеспечивает хорошего нагула рыб. Поэтому на всех водохранилищах необходимо принимать меры по повышению численности хирономид.

Нам предложен метод выращивания рыб с применением садкового устройства "Рыбоводная ферма". Эти фермы, в отличие от садков, имеют усники и направляющие крылья как у ставных неводов, позволяющие управлять заходом и выходом рыб. Для сброса фекальных частиц "Рыбоводные фермы" должны быть снабжены иловоскопителями, из которых по шлангу ил может быть откачен. Кроме того, "Рыбоводная ферма" снабжается газгольдером, обеспечивающим хороший кислородный режим в ферме. Внедрение "Рыбоводных ферм" позволит повысить общую рыбопродуктивность до $10 - 20 \text{ ц/га}$, т.е. сравняться с рыбопродуктивностью прудов.

На базе мелководий в водохранилищах можно организовать разведение дальневосточного и канадского дикого риса (Синявская, 1958), который способствует улучшению газового режима, может извлекать растворенные биогенные вещества, а также снижать размывающее действие волн, задерживать наносы, смыаемые с берегов и склонов водохранилищ, и давать высокую кормовую биомассу, которая идет на корм скоту. Молодые побеги и падающие зерна риса поедаются водоплавающей птицей и рыбами.

При планомерном проведении интенсификационных мероприятий, перед рыбным хозяйством в водохранилищах открываются широкие перспективы.

СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КАСКАДА И ВОЗМОЖНОСТИ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА

Я.Д. Гильденблат

(Институт "Гидропроект", Москва)

на Волге и Каме сейчас эксплуатируются девять водохранилищ, суммарная площадь зеркала которых при нормальных подпорных уровнях составляет 21150 км^2 . Возраст этих водохранилищ от 2 до 30 с лишним лет: возраст большинства из них приближается к 15 годам и превышает срок рыбохозяйственного освоения водохранилищ. Самое молодое - Саратовское водохранилище, наполненное до проектной отметки НПУ в 1939 г., а первое водохранилище каскада - Иваньковское - было впервые наполнено до НПУ весной 1938 г.

Все водохранилища каскада ведут сезонное, недельное и суточное регулирование стока, наполняясь ежегодно весной в половодье и срабатываясь к концу зимы. Для своевременных условий характерен однократный режим работы водохранилищ, с сосредоточением основной сработки водохранилища на зимний период. При таком режиме получается максимальный народнохозяйственный эффект для основных водопользователей комплекса - водного транспорта и энергетики, но автоматически не обеспечиваются благоприятные условия для развития других отраслей водохозяйственного комплекса, и в частности, рыбного хозяйства.

Исходя из необходимости соблюдения нормальных условий нереста, нагула и зимовки наиболее ценных промысловых рыб, рыбохозяйственные научно-исследовательские институты (ГосНИОРХ и др.) стали предъявлять требования к режиму уровней каждого водохранилища волжско-камского каскада. Эти требования следующие. Непременное условие для периода нереста рыб - стабильность уровня водохранилища или постепенный медленный подъем его, но ни в коем случае не спад: колебания уровня даже в 10 см в этот период губительны и наносят ущерб. По окончании периода нереста необходимо сразу же освобождать из-под воды луговую растительность, для чего следует сработать водохранилища на 1 - 1,5 м при интенсивности сработки порядка 1 м в месяц. Признается необходимым ограничить предельную сработку ряда водохранилищ в зимний период.

Сопоставление этих требований рыбного хозяйства с данными эксплуатации водохранилищ волжско-камского каскада показывают, что они не вписываются в современный режим. Обеспечение требований рыбного хозяйства приведет в ряде случаев к нерациональному использованию водных ресурсов и, в итоге, к потерям выработки энергии на ГЭС; для выяснения размеров этих потерь энергии необходимо проведение соответствующих водоэнергетических и энергоэкономических расчетов.

Можно полагать, что в наиболее благоприятных условиях, обеспечивающих малые потери энергии, находятся три водохранилища: Горьковское и Саратовское на Волге и Воткинское на Каме. Эти водохранилища следует превратить в опытно-показательные, на которых отработать более четко требования к режиму рыбного хозяйства, а с весны 1972 г. внести необходимые уточнения в "Основные положения правил использования водных ресурсов" этих водохранилищ.

РЫБНЫЕ РЕСУРСЫ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Л.А. Кудерский
(ГосНИОРХ, Ленинград)

Созданные на Волге водохранилища к настоящему времени приобрели существенное рыбохозяйственное значение. Общие уловы рыбы в них во много раз превосходили объемы добычи, наблюдавшиеся в реке в доводохранилищный период. Однако достигнутые уловы рыбы не соответствуют возможной рыбопродуктивности волжских водохранилищ и далеки от показателей, предусматривавшихся в первоначальных проектах. Последнее обусловливается рядом как субъективных (завышенные прогнозы возможной рыбопродуктивности), так и объективных (неблагоприятный для рыбного хозяйства уровень режим, загрязнение, незначительный объем рыбоводных работ и т.д.) причина. Кроме того, промышленность не полностью использует имеющиеся рыбные запасы (неинтенсивный промысел мелкого частика).

Динамика уловов рыбы в волжских водохранилищах с момента образования каждого из них и по настоящее время обусловливается ходом формирования рыбных запасов. Анализ динамики уловов и биологических материалов позволяет наметить основные направления процесса становления промысловой иктиофауны этих водоемов.

На протяжении ряда лет в каждом из водохранилищ наблюдается закономерная смена ведущих видов среди хищных и мирных рыб. Параллельно этому, отмечается изменение показателей рыбопродуктивности. Для волжских водохранилищ можно наметить три основные фазы изменения рыбопродуктивности: а) фаза роста; б) фаза максимума; в) фаза стабилизации или снижения. При этом направленность последней фазы в существенной степени зависит от выполнения достаточного по объему комплекса рыбоводно-акклиматизационных мероприятий.

В водохранилищах, по сравнению с исходными речными условиями, значительно изменилось соотношение ведущих групп кормовых рыб для организмов (бентос, планктон, сорная рыба). В частности, произошло резкое увеличение запасов кормового зоопланктона и мелкой рыбы. В связи с этим появились благоприятные предпосылки для роста численности рыб — планктонофагов и хищников. Однако эти возможности остаются в потенции и до сих пор естественным путем реализоваться не могут. Проникший в ряд водохранилищ сибирский карась-сметок многочислен; не наблюдается значительного на-

копления запасов сища. Точно так же продолжает оставаться ограниченной численность ценных хищных рыб. Таким образом, отмечается явно выраженное несоответствие между наличными кормовыми ресурсами и потребляющими их рыбами.

Основу в волжских водохранилищах (кроме Иваньковского) составляют такие ценные рыбы, как лещ, судак и щука.

Значительный удельный вес ценных рыб в уловах является прежде всего следствием предпочтительности их лова. Такая односторонняя направленность промысла сдерживает рост запасов ценных видов и одновременно покровительствует мелкочастиковым рыбам. В связи с этим предстоит разработать мероприятия по усилению отлова в ряде водохранилищ малоценных рыб, а также увеличению численности хищников.

Формирование запасов основных промысловых рыб волжских водохранилищ определяется прежде всего особенностями уровня режима конкретного года. Однако несмотря на имеющиеся указания уровеньный режим устанавливается, как правило, без учета интересов рыбного хозяйства.

Водохранилища р. Волги имеют самостоятельное рыбохозяйственное значение. Поэтому объем и сроки сброса воды в энергетических и судоходных целях, а также пуски в низовья Волги следует планировать таким образом, чтобы свести к минимуму нарушения воспроизводства рыбных запасов в водохранилищах.

ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБНЫХ РЕСУРСОВ В ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

П.Г. Сухойван

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

По состоянию кормовых ресурсов для рыб и вылову рыб с I га площади водного зеркала днепровские водохранилища (как и Цимлянское водохранилище) относятся к числу наиболее продуктивных водохранилищ нашей страны. Общая площадь их составляет 625 тыс.га, с которых в настоящее время ежегодно добывается 172 - 195 тыс.ц рыбы. При этом более половины годового улова (55 - 60%) приходится на леща, судака и сазана. Средняя промысловая рыбопродуктивность днепровских водохранилищ за последние пять лет (1966-1970) составила 30 кг/га, в том числе по Каховскому - 40, по Кремен-

чугскому - 34, по днепродзержинскому - 27, по Запорожскому - 14 и по Киевскому - 5 кг/га.

Рыбные ресурсы в днепровских водохранилищах пополняются в основном за счет естественного воспроизводства рыб. Условия размножения рыб в каждом водохранилище специфичны и зависят прежде всего от уровня и температурного режима, гидрографических особенностей, степени загрязнения и возраста водохранилищ. На состояние рыбных запасов весьма существенное влияние оказывают многолетние изменения условий размножения рыб, связанные с изменениями режима уровня водохранилищ, и заморные явления.

Среди промысловых рыб, населяющих днепровские водоемы, наименее приспособленными к размножению в условиях неустойчивого уровня режима водохранилищ являются генеративно-стагнофильные виды (щука, сазан, карась, линь, красноперка). Неблагоприятные условия сложились также и для естественного воспроизводства генеративно-реофильных рыб (жерех, подуст, рыбец, стерлядь, белоглазка, язь, сибец, чехонь). Наиболее приспособленными к размножению в условиях днепровских водохранилищ оказались генеративно-стагно-реофильные рыбы (лещ, судак, плотва, густера, уклей, окунь, тухляк).

Мероприятия по увеличению рыбных ресурсов в днепровских водохранилищах должны быть направлены в первую очередь на улучшение условий естественного воспроизводства и зимовки рыб и санитарного состояния этих водоемов путем регулирования уровня режима водохранилищ в интересах рыбного хозяйства, мелководной зоны, посадки кустарниковых ив на побережьях мелководий, запрета на сброс в водохранилища и их притоки неочищенных промышленных и хозяйственно-бытовых стоков и на применение ядохимикатов на полях и лесных массивах, прилегающих к водохранилищам и их притокам. Необходимо также увеличить масштабы и число объектов искусственного рыборазведения и совершенствовать его биотехнику, запретить обвалование мелководий, на которых находятся основные нерестилища и места нагула молодых ценных промысловых рыб. Важным источником повышения рыбопродуктивности днепровских водохранилищ может быть посадка в них на нагул молодых белого толстолобика, питающегося фитопланктоном. В Киевском и Днепродзержинском водохранилищах можно обваловать около половины мелководий под товарные рыбные хозяйства прудового типа для выращивания столовой рыбы, что дало бы дополнительно десятки тысяч центнеров высококачественной рыбной продукции.

**СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ
КРЕМЕНЧУТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

А.Н.Волков, Л.И.Витчина, Л.Г. Симонова,
В.С.Танасийчук, Л.Н.Танасийчук

(Украинский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства, Киев)

Запасы рыб Кременчугского водохранилища формировались под влиянием особенностей гидрологического режима водоема и обусловленной им динамикой кормовой базы рыб. Общие уловы рыбы до 1971 г. нарастали, что связано как с увеличением ее запасов, так и с интенсификацией промысла.

Запасы леща к 1971 г. составили II поколения, из которых 6 было высокоурожайных, 3 - слабых и 2 - средних. Кормовая база леща избыточна, что обеспечивает хороший его рост и высокую плодовитость. Запасы судака нарастали слабо. Из II поколения высокоурожайных было 3, слабых - 2. Потенциально судак мог образовать относительно большой промысловый запас, но усиленное промысловое изъятие его незрелым в виде прилова не обеспечивало этой возможности. Сазан имел 3 урожайных и 6 неурожайных поколений. Условия воспроизводства его в водохранилище неблагоприятны. В то же время, в отличие от других рыб, интенсивность промысла сазана недостаточна. Чехонь, как и сазан, имела 3 урожайных года и 5 лет со слабым выходом молоди, причем размах колебаний ее численности очень велик. Эта рыба размножается на течениях и требует определенных гидрологических условий. Поколения чехони изымались быстро, часто еще незрелыми. Интенсивность изъятия плотвы и густеры из водоема недостаточная. Эти рыбы, как и лещ, имеют 6 урожайных и 3 неурожайных поколения. Между тем, в погоне за лимитируемыми рыбами, промысел не использует преднерестовые концентрации плотвы и густеры и облавливает их только в летне-осеннее время.

Промысловая рыбопродуктивность водохранилища, по данным статистики, в 1971 г. составила 43 кг/га (на залитую площадь). Фактически не значительно превысила эту цифру, так как большое количество лимитируемой из водоема рыбы не учитывается (любительский лов и др.).

В целях повышения запасов рыбы в водохранилище следует:

I) прекратить дальнейшую интенсификацию промысла. Упорядочить любительский лов и учитывать его объем при определении величин

изъятил рыбы из водоема; 2) разработать и внедрить сроки и объемы специализированного лова сазана, плотвы и густеры в период преднерестовых концентраций и чехони - летом; 3) увеличить интенсивность работ по густой посадке нвы по берегам водохранилища и у его островов. Расширить объем выращивания в НВРГ сазана и щуки и запланировать выращивание белого толстолобика и черного амура.

ОПЫТ ОПТИМИЗАЦИИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОПУСКОВ в НИЖНИЙ БЬЕФ ВОДОХРАНИЛИЩА

В.Г.Дубинина, С.В.Козлитина

**Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
Ростов-на-Дону)**

В условиях регулируемого стока и возрастающей напряженности рыбохозяйственного баланса с особой остротой ощущается необходимость оптимизации водного режима рек, гарантирующей возможно большую степень природного равновесия в период активного преобразования стока. В отношении рыбного хозяйства первоочередная задача заключается в определении объема и сроков водоподачи в нижний бьеф водохранилища.

В работе количественно обосновываются требования рыбного хозяйства к гидрографу попусков из Цимлянского водохранилища с целью увеличения естественного воспроизводства рыб в Азовско-Донском районе. Задача решалась экологическим методом и методом статистического моделирования биогидрологических систем на ЭМ. В качестве биологического тест-объекта избран судак, являющийся генобантом и представителем наиболее массовой популяции цимляных рыб Азовского моря. Требования к воде, предъявляемые судаком, удовлетворяют условиям воспроизводства и других проходных и полупроходных видов рыб.

Анализировались следующие взаимосвязанные этапы размножения: заход на нерестилища производителей, их нерест, развитие икры, нагул личинок и молоди на нерестилищах и их скат в море. Результативность выделенных этапов и суммарный эффект размножения (по промышленному возврату поколений) исследовались в зависимости от различных параметров водного, термического режима, динамики вод, осеанности и количества производителей, идущих на нерест (всего 13 факторов). Полученное уравнение достаточно хорошо аппроксимирует процесс воспроизводства и может быть использовано

для фонового прогноза урожайности судака. Дана количественная оценка относительной роли факторов в процессе воспроизводства.

В результате исследования были разработаны биологически обоснованные требования к объему и режиму водоподачи и построен гидрограф рыбохозяйственных попусков из Цимлянского водохранилища. Опыт реализации гидрографа в 1966 и 1970 гг. дал положительные результаты. При построении гидрографа учитывались интересы ведущих участников водохозяйственного комплекса.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

Г.Б.Мельников, С.Н.Тарасенко, В.Л.Булахон

(Научно-исследовательский институт гидробиологии
Днепропетровского государственного университета)

Ихтиофауна Запорожского водохранилища в настоящее время состоит из 39 видов. Наиболее многочисленными видами в промышленном комплексе ихтиофауны являются плотва, лещ, густера, окунь относительная численность которых в весенний период соответственно колебалась в пределах 24,0 - 32,7%, 20,7 - 26,4, 8,6 - 19,1 и 5,6 - 23,8%. Все большее значение в уловах занимает тарань, показатели которой с 3,7% в 1966 г. повысились до 15,0% в 1970 г. Относительная численность таких видов рыб как сазан и судак за период исследований (1966 - 1970 гг.) оставалась примерно на одном уровне и соответственно составляла 1,2 - 1,9% и 1,6 - 2,3%. В таком же состоянии находятся язь - 0,9 - 1,9%, щука - 0,6 - 1,6%, линь - 0,6 - 1,5%, красноперка - 0,5 - 1,5%, карася - 0,3 - 0,9%, сом - 0,04 - 0,3%. Значительно снизилась численность сивца с 15,7% в 1966 г. до 0,06% в 1970 г., чехони с 4,3% до 0,13%. Такие виды рыб как сиг, рыб-лец, класец, голавль, налим встречаются единично. Только и ук-лея в контрольных уловах весеннего периода немногочисленна. Значительная концентрация их отмечается осенью в верховье водохрани-лища, Самарском заливе и некоторых банках нижней части водохранилища.

Состояние запасов перечисленных видов рыб в Запорожском водохранилище очень напряженное. Общая рыбопродукция по водохрани-лищу в 1970 г. вдвое снизилась по сравнению с 1963 г. и соста-

вида всего 3,5 тыс.ц. Резкое снижение рыбодобычи произошло в основном за счет уменьшения запасов леща, сазана, густеры, чехони. Так, удельный вес леща в промысле снижился с 52,0% до 6,7%, сазана - с 10,4% до 3,7%, густеры - с 38,0% до 12,2%, чехони - с 13,2% до 1,8%. Удельный вес судака в уловах составлял 4,3 - 6,5%. С 1969 г. отмечается тенденция к снижению его уловов, что, вероятно, связано с его массовой гибелью в 1968-1969 гг. вследствие загрязнения водоема. Также значительно снижались уловы таких видов рыб как щука, окунь, сом и др.

Изучение возрастной, половой и размерной структуры популяций основных промысловых видов рыб показало, что в уловах преобладают младшие возрастные группы и особи, впервые нерестующие. Так, неполовозрелый лещ составляет 30,8%, сазан - 66,0%.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что по Запорожскому водохранилищу необходимо проведение мероприятий, способствующих увеличению рыбного стада. Такими неотложными мерами для восстановления рыбных запасов и повышения их продуктивности могут быть: организация искусственного воспроизводства рыб; обеспечение нормальных условий для естественного воспроизводства; ликвидация загрязнения водоема; рациональная организация промысла.

КОРМОВАЯ БАЗА КАХОВСКОГО И КРЕМЕНЧУГСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБОЙ

Г.Л. Мельничук

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Кормовая база рыб Каховского и Кременчугского водохранилищ состоит в основном из рачкового планктона, трех групп бентосных организмов (олигохет, моллюсков (мелких) и личинок насекомых, преимущественно хирономид). Развитие этих групп кормовых организмов в водохранилищах на протяжении ряда лет было неодинаковым. В первые годы существования водохранилищ запасы рачкового планктона исчислялись: в Каховском - 1490 тыс.т в 1957 г. и 661,3 тыс.т в 1963 г., в Кременчугском - 496,0 тыс.т в 1961 и 1963 гг. В последующие годы его количественное развитие сильно сократилось: в первом до 79,9 тыс.т в 1967 г. и до 238,8 тыс.т в 1969 г. и во-втором соответственно до 64,9 и 141 тыс.т в те

на годы. Аналогичное положение наблюдалось и в развитии бентосных и кормовых организмов.

Запасом личинок хирономид в Каховском водохранилище, начиная с 1963 г., возрастали и находились на уровне 26 - 59 тыс.т. Значение червей в бентосе было примерно одинаковым и запасы их находились на уровне 12,7 и 13,8 тыс.т. Продукция моллюсков в последние годы нарастала и достигла уровня 257,2 - 327,2 тыс.т.

В Кременчугском водохранилище в первые годы продукция бентоса равнялась 103,2 тыс.т, а после создания Киевского водохранилища она увеличилась примерно в полтора раза и равнялась 148,5 - 172,6 тыс.т. Затем в последние годы она уменьшилась в 2 - 4 раза.

Основными потребителями рачкового планктона являются молодь всех видов рыб, а также синец, тилька, уклей и в некоторой степени чехонь. Молодь основных промысловых и массовых видов рыб и тилька потребляет в Каховском водохранилище в год от 986,1 до 6515,2 т рачкового планктона. На долю тильки приходится 70% и более. Тилька потребляет преимущественно крупных ветвистоусых раков *Daphnia*, *Diarphanosoma* и *Leptodora*, поэтому в последние годы в планктоне преобладают мелкие формы ракообразных (*Bosmina*, *Chydorus*).

В связи с изложенным в Каховском водохранилище кормовая база (рачковый планктон) может потенциально обеспечить нагул молоди рыб и их планктофагов в количестве 43,3 кг/га.

Бентофаги потребляют личинок хирономид (преимущественно) и других насекомых, олигохет и моллюсков.

На Каховском водохранилище ввиду большой его глубины нагульные площади бентофагов составляют только 65% от всей площади или 133250 га. На этой площади запасы кормового бентоса насчитываются в 207 - 779 кг/га, 80% из которых составляют моллюски. После создания Кременчугского и Днепродзержинского водохранилищ биомасса личинок хирономид и дрейссены существенно возрастает. Уже в 1963 - 1966 гг. запасы бентоса увеличились до 595 - 2267 кг/га. В основном это увеличение произошло за счет дрейссены.

Условия нагула сазана, плоты и ерша были хорошие, так как они потребляют в основном моллюсков и личинок хирономид. Для леща условия нагула были хуже из-за все возрастающей его численности и недостаточного количественного развития хирономид.

Общая рыбопродуктивность по бентосу в Каховском водохранилище составит 48,7 кг/га.

В Кременчугском водохранилище вся рыбопродуктивность молодого рыб и планктофагов может равняться 53,3 кг/га. Бентофаги обеспечены кормом несколько лучше, особенно сазан, однако лещ, как и в Каховском водохранилище, обеспечен кормом недостаточно. Об этом можно судить по его темпу роста и по потреблению 50% и более детрита. Общая рыбопродуктивность по бентосу в Кременчугском водохранилище может выразиться в 68,1 кг/га.

Таким образом, суммарная потенциальная рыбопродуктивность после учета ряда факторов в Каховском водохранилище может выражаться в 92,0 кг/га (без хищников), а в Кременчугском — 121,4 кг/га.

ФИТОФИЛЬНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ КАК КОРМОВАЯ БАЗА РЫБ В ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Л.Н.Зимбалева

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

По данным О.И.Кудринской и Г.Л. Мельничука (1970) фитофильные беспозвоночные являются важным, а очень часто и незаменимым компонентом пищи личинок и молоди карповых рыб, что было показано на примере Кременчугского и Каховского водохранилищ. Удельный вес фитофильных беспозвоночных в составе пищевого комка таких промысловых рыб, как лещ и сазан, может измениться в зависимости от мест нагула в пределах водохранилища и от гидрометеорологических условий года, но почти всегда остается высоким.

Набор видов, наиболее потребляемых рыбами, невелик и определяется массовыми видами зоопланктона и зоофитоса в условиях водохранилищ. Такими являются ветвистоусый рачок *Sida crystallina*, личинки хирономиды *Cricotopus* gr. *silvestris*, личинки ручейников, молодь моллюска *Dreissena polymorpha*, хотя и в целом зоопланктон и зоофитос в зарослях высшей водной растительности днепровских водохранилищ представляет собой богатую естественную кормовую базу.

Концентрация зоопланктона в зарослях обычно в десятки и даже сотни раз выше, чем на мелководьях, лишенных растительности. Наиболее богат зоопланктон в зарослях погруженной, мяг-

кой растительности. Основные запасы наиболее потребляемого рыбами вида *S. cristallina* сосредоточены в зарослях рдестов, преимущественно пронзеннолистного. Биомасса этого рачка в рдестах в Киевском, Кременчугском и Каховском водохранилищах составляет от 14 до 86% биомассы зоопланктона в целом. Монокультура *S. cristallina* при биомассе в сотни грамм в 1 м^3 может быть использована как дополнительный корм при искусственном рыбоводстве. Размах изменений величин биомассы и фитофильного зоопланктона в разные годы в днепровских водохранилищах велик — от нескольких мг до сотен грамм под 1 м^2 .

Основные запасы кормового зоофитоса сосредоточены также в зарослях погруженной растительности, где он составляет от 68 до 100 биомассы зоофитоса, которая изменяется в пределах от сотен мг до сотен г на 1 м^2 . Среди полупогруженной растительности наиболее богаты кормовым зоофитосом разреженные заросли тростника — 29 — 52% общей биомассы. Кормовая ценность зоофитоса возрастает в разлагающейся полупогруженной растительности, стимулирующей также и интенсивное развитие зоопланктона.

На современном этапе существования днепровских водохранилищ наблюдается обеднение кормовой базы для рыб среди зарослей на верхних их участках, что обусловлено застоянием их преимущественно полупогруженной растительностью, а также наибольшими сбросами уровней. Наиболее интенсивное развитие кормовой базы происходит в средней и нижней частях водохранилища, что нашло отражение на лучших показателях роста леща на этих участках в условиях Кременчугского водохранилища. Роль же верхних участков водохранилищ как основных нерестилищ и нагульных площадей остается очень важной. Обогащение кормовой базы на них можно производить за счет скашивания полупогруженной растительности при проведении мелiorативных работ.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА КОРМОВУЮ БАЗУ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ КАХОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С.Н.Пробатов, Н.Г.Савьянков

(Укрaинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
Киев)

Каховское водохранилище (площадь 215 тыс.га, объем воды 18,2 км³, средняя глубина 8,5 м) является важнейшим рыбохозяйст-

венным водоемом Украины. Уловы рыбы в нем в 1967-1968 гг. составляли 96 - 88 тыс. центнеров (44 - 41 кг/га), из которых на долю леда, а также судака, сазана, сома и других ценных видов приходилось более половины. Значительную часть улова (до 30%) составляет только, заменившая в этом водоеме более ценных планктофагов - синца и чехонь.

В 1969-1970 гг. наметилась тенденция к снижению уловов рыбы, особенно леда (в 1967 г. его поймано 43,7 тыс.ц, в 1969 г. - 38,8 тыс.ц, а в 1970 г. - только 28,6 тыс.ц). Последнее в значительной степени связано с ухудшением условий размножения и миграции рыбы в результате интенсивного загрязнения Каховского водохранилища, особенно его верхней части, промышленными и бытовыми сточными водами. Только в районе г.Запорожья в водохранилище сбрасывается около 1200 тыс.м³/сутки сточных вод. Основными загрязнителями являются предприятия черной и цветной металлургии, а также коммунального хозяйства. Около половины всего объема сточных вод поступает в водохранилище без предварительной очистки. Эти воды содержат ряд вредных веществ (аммиак, фенолы и др.), содержание которых в десятки раз превышает предельно допустимые концентрации для рыбохозяйственных водоемов. В водохранилище поступает большое количество взвешенных веществ. Запорожский железорудный комбинат сбрасывает в водохранилище ежегодно около 100 тыс.м³ высокоминерализованных вод (общее содержание солей до 14 ‰, из них хлоридов 6 - 8 ‰). Загрязнению подвергаются и другие участки водохранилища.

В результате загрязнения верхней части водохранилища сточными водами почти потеряли свое значение около 4 тыс.га нерестилищ, где размножались лед, судак, сазан, сом, плотва, густера и другие рыбы. На нерестовых субстратах (корневища тростника, рогов, рдесты и другие) отмечен слой железистых взвесей толщиной 2 - 3 мм; налет взвесей отмечался на хвостах рыб. Отмечена повышенная гибель икры и молоди рыб (особенно на ранних этапах развития). В зоне загрязнения сократилась концентрация производителей и молоди рыб (судя по контрольным ловам).

По данным Э.И.Ульянова, в верхней части водохранилища биомасса мягкого (кормового) бентоса сократилась в 4 - 5 раз, а в средней части - в 2 - 3 раза. Это сокращение произошло, главным образом, за счет хирономид - основного корма леда и других бентофаговых рыб. Темп роста леда сократился, что привело к сниже-

нию его уловов на 4 - 5 тыс.ц. Сократилась численность сеголетков рыб: если в 1969 г. их вылавливали 142 экз. на один зачет тканки, то в 1970 г. - только 62 экз. (из них леща соответственно 3,6 и 1,7 шт. на зачет). В результате сокращения численности леща в водохранилище его уловы упали на 9 - 10 тыс.ц.

Отмечена и прямая гибель рыб (сом, судак, лещ и др.), вызываемая залповыми обродами сточных вод. Особенно отрицательно эта гибель сказалась на запасах сома, уловы которого в 1970 г. стали в 5 раз меньше, чем в 1968 г.

Если в ближайшее время не будет принято действенных мер по сокращению сброса сточных вод в Каховское водохранилище, а также по очистке этих вод, то уловы рыбы будут по-прежнему сокращаться, особенно в верхней части водоема.

СИНЕЦ - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ РАЗВЕДЕНИЯ ДЛЯ ЗАСЕЛЕНИЯ ИМ ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Н.А.Завилова, П.М.Коновалов

(Украинский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства, Киев)

В связи с особенностями уровня режизм водохранилищ в большинстве из них возникли неудовлетворительные условия для размножения синца - ценной промысловой рыбы. Особенно плохо сложились эти условия в Каховском водохранилище, не имеющем открытой вершины и притоков. По этой причине синец, как промысловый объект, здесь совершенно потерял свое промысловое значение.

В Кременчугском водохранилище современные условия воспроизводства синца несколько лучше, однако в ближайшие годы в связи с вступлением в строй Каневской ГЭС и здесь она также резко ухудшится.

На протяжении последних нескольких лет УкрНИИРХ ставил опыты по разработке методов разведения этого вида в условиях нерестовыврастных хозяйств. Опыты первых лет положительного результата не дали, так как в них использовались производители только сетного лова. А, как оказалось, синец обладает повышенной чувствительностью к любым механическим повреждениям, особенно в период, непосредственно предшествующий нересту.

В последующих опытах, когда для рыбоводных целей стали использовать производителей, добытые неводами или содержавшиеся

то или иное время в прудах рыбоводного хозяйства, потомство синца удавалось сравнительно легко получать как прудовым, так и заводским методом (применялась гипофизарная инъекция по общепринятому в рыбоводстве способу).

Опытами установлены основные бионормативы разведения синца применительно к условиям днепровских нерестово-выростных хозяйств. Наиболее перспективным оказался прудовый метод разведения. Пруды должны отвечать следующим требованиям: размеры от 0,5 до 100 га и более, они должны быть умеренно заросшими. Наилучший субстрат на мелководьях - полевица подзучая. Пруды должны быть полностью спусковыми и оборудованы перед водоштавной системой щебенчатыми фильтрами.

В 1970 г. в Кременчугском нерестово-выростном хозяйстве по разработанной нами методике было выращено в пруду более миллиона экземпляров молоди синца со средними размерами 11 см и весом 14 г. Прудовые синцы по показателям роста в 2 - 3 раза обгоняют своих сверстников из водохранилищ.

Таким образом, в настоящее время открыта перспектива регулярного заселения днепровских водохранилищ молодью синца, получаемой в нерестово-выростных хозяйствах.

ВЛИЯНИЕ ПАРАЗИТОВ НА ТЕМП ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

Н.А. Изюмова

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

Формирование паразитофауны рыб в водохранилищах неразрывно связано с общим процессом формирования фауны водоема, а также с физико-химическим и гидрологическим режимом его.

В первые годы после заполнения нового водоема наблюдается более обеднение паразитофауны рыб - главным образом за счет сокращения количества паразитов со сложным циклом развития, в силу разрыва связей между окончательными и промежуточными хозяевами. В дальнейшем эти связи восстанавливаются, и количество паразитов данной группы начинает увеличиваться. Паразиты с прямым циклом развития уже в первые годы существования водоема находят благоприятные условия для развития. В результате складывается совершенно определенная паразитофауна рыб с характерным комплексом

преобладающих видов, которые вызывают опасные заболевания рыб и человека - миксоспоридиоз, диплостоматоз, тетракотилез, триенофроз, лигулез, дифиллоботриоз, эргасиоз и др.

Паразиты рыб в условиях водохранилищ становятся безусловным фактором, влияющим на численность рыб и воспроизводство рыбных запасов. Особого внимания заслуживает лигулез. В ряде водохранилищ - Рыбинском, Горьковском, Цимлянском, Кахвском и др. заражение карповых рыб лигульдами началось уже на второй - третий год существования водоема и быстро нарастало в последующие годы. Это нарастание достигало определенного максимума на седьмой - восьмой год, а затем наблюдалась определенная стабилизация заражения. В годы нарастания лигулеза на Цимлянском водохранилище, по данным А.В.Решетниковой, лещ был заражен до 96%. Паразиты не только механически воздействуют на рыбу, но и оказывают отрицательное влияние на рост и упитанность рыбы, а главное - вызывают частичную, а иногда и полную ее кастрацию.

Не меньшее значение имеют диплостоматоз и тетракотилез. Диплостоматиды, локализуясь в глазах рыб, часто вызывают катаракту глаз, а иногда и полную слепоту рыб. Тетракотилиды часто заполняют гонады самок и такие рыбы не дают полноценного потомства.

Снизить потери рыб можно путем правильной организации отлова больных рыб и проведения необходимых профилактических мероприятий на водохранилищах.

ИНВАЗИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РЫБ ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В.П. Бачинский

(Украинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства, Киев)

Рыбопродуктивность водохранилищ гидроэлектростанций, как и других водоемов, используемых с рыбохозяйственной целью, в значительной мере зависит от их эпизоотического состояния. Помимо прямого ущерба вследствие гибели рыб в период эпизоотии, большие убытки рыбное хозяйство терпит от снижения веса и упитанности и нарушения воспроизводительной способности у рыб, зараженных возбудителями тех или иных болезней.

Как показывают исследования, среди рыб днепровских водохранилищ широко распространены возбудители многих опасных инвазион-

ных болезней, таких как ботриоцефалез, диплустоматоз, постодиплустоматоз и некоторые другие.

Ботриоцефалез зарегистрирован у сеголетков сазана в Каховском и Кременчугском водохранилищах. В 1964 г. в Кременчугском водохранилище отмечена значительная гибель сеголетков сазана от этой инвазии. При этом экстенсивность заражения ботриоцефалезом сеголетков составляла 81,8%, интенсивность максимальная - 162 паразита у одной рыбы, минимальная - 1, средняя - 36.

Диплустомоз был установлен у двухлетков леща в Кременчугском водохранилище (экстенсивность заражения - 60,6%, интенсивность максимальная - 9 паразитов, минимальная - 1, средняя - 3,4). Массовой гибели молоди леща, зараженной возбудителем этой инвазии, не регистрировали. Снижение в последующие годы этого вида в уловах рыб дает основание полагать, что больные рыбы стали добычей рыбоядных птиц.

Диплустоматоз среди рыб водохранилища распространен довольно широко. Возбудитель заболевания обнаружен у 24 видов рыб. Наибольшая экстенсивность заражения отмечена у синца (93,3%), густеры (83,8%), карася (64,2%), плотвы (60%), леща (56,8%), щуки (46,8%). Наличие возбудителя диплустоматоза в водохранилищах представляет серьезную угрозу для выращиваемой в вересово-выростных хозяйствах молоди ценных видов рыб.

Постодиплустоматоз, встречающийся в предыдущие годы сравнительно редко, в последнее время распространяется все более широко. Одновременно с этим отмечено повышение интенсивности заражения рыб возбудителями этого гельминтоза.

АКЛИМАТИЗАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОДНЫХ РЫБ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА

И. К. Малицкий, А. И. Балан

(Запорожский рыбокомбинат, Украинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Киев)

Акклиматизация растительноядных рыб в водохранилищах днепровского каскада была начата в 1963 г.

По своей направленности и масштабам проведенных работ весь процесс акклиматизации можно подразделить условно на следующие этапы.

Первый этап - разработка биотехники получения и выращивания потомства растительноядных рыб применительно к условиям существующих нерестово-выростных хозяйств. Проводились многолетние работы по разработке и усовершенствованию биотехники получения от производителей икры, молок, отработке процессов инкубации икры и выдерживания личинок, проектированию более усовершенствованных типов инкубационных чехов и аппаратуры. В частности, были сконструированы универсальные аппараты, плавающие фильтры и системы подогрева воды. При этом уделялось особое внимание разработке биотехники выращивания живестойкой молоди в относительно больших выростных прудах (площадью 30 - 100 га).

Второй этап - опытно-промышленное зарыбление растительноядными рыбами некоторых водохранилищ, в частности, Каховского, Кременчугского и Киевского. Наиболее успешно эти работы были проведены в Каховском водохранилище. Так, в 1967 г. в последнее было введено 2,0 млн. штук сеголетков белого толстолобика. С 1970 г. эта рыба начала осваиваться промыслом (в течение 1970 и 1971 гг. ее поймано около 300 ц в водохранилище и 800 ц в Белозерском лимане).

Третий этап - изучение биологических особенностей растительноядных рыб в новых для них экологических условиях (характер пищевых взаимоотношений, темп роста, созревание половых продуктов, миграционные пути, районы нагула и зимовки). Исследования показали, что молодь белого и пестрого толстолобиков, как правило, зимует в заливах, где условия зимовки наиболее благоприятны по гидрохимическому режиму. Кормовые миграции с возрастом меняются. Начиная с трехлетнего возраста, толстолобики нагуливаются в открытых частях водохранилища.

ПОВЫШЕНИЕ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПУТЕМ ВСЕЛЕНИЯ ТОЛСТОЛОБИКА

А.Ф. Мухамедова

(Волгоградское отделение ГосНИОРХ)

Цимлянское водохранилище отличается чрезвычайно интенсивным развитием фитопланктона, создающего в процессе фотосинтеза огромную первичную продукцию. Основным продуцентом органического вещества, особенно в летний период, являются синезеленые водо-

росли. По исследованиям различных авторов, годовая валовая продукция фитопланктона в цимлянском водохранилище выражается величинами порядка 1,3 - 1,6 млн. т сухого органического вещества, которое используется далеко не полностью из-за отсутствия среди рыбного населения водоема непосредственных потребителей водорослей.

Сокращение пищевой цепи в водоеме путем введения в ихтиофауну фитопланктофагов должно привести к более рациональному использованию богатейших кормовых ресурсов цимлянского водохранилища и, в конечном итоге, повысить его рыбопродуктивность. Наиболее перспективным в этом отношении является белый толстолобик. Выпуск в водохранилище отдельных небольших партий молоди проводился в 1959 г., но массовое регулярное вселение в водохранилище подращенной молоди толстолобика осуществляется с 1968 г., с момента производственного получения личинок и выращивания молоди на Цимлянском рыбоводном заводе. За период 1968-1970 гг. выпущено около 22 млн. сеголетков весом от 4,5 до 11,0 г.

Отдельные случаи поминки толстолобика выпуска трех последних лет показали, что в условиях Цимлянского водохранилища толстолобик повсеместно обеспечен пищей и имеет неплохой темп роста. Так, при посадке сеголетков весом до 10 г прирост веса толстолобика в водоеме на второе лето нагула составляет от 350 до 500 г. Ведущим компонентом в его пище являются синезеленые водоросли. Об этом свидетельствует анализ питания сеголетков белого толстолобика в прудах Цимлянского рыбоводного завода. Потребление толстолобиком этих водорослей, вероятно, не относится к разряду случайных явлений, так как и в самом водохранилище в период массового развития синезеленых их интенсивно используют также чехонь, синец и некоторые другие виды рыб (Коган, 1962, 1968).

В настоящее время толстолобик в водохранилище еще не достиг товарных размеров, а концентрация его пока мала, чтобы начать промышленное освоение. Для создания промысловой популяции белого толстолобика в Цимлянском водохранилище необходим регулярный выпуск жизнестойкой молоди в больших количествах.

ВЛИЯНИЕ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ *Microcystis aeruginosa* (Cyl. aeruginosa) НА РЫБ.

А.Я. Маларевокая, Т.И. Биргер, О.М. Арсан, В.Д. Соломатина
(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

В исследованиях 1964–1968 гг. на Каховском и Кременчугском водохранилищах, проведенных с рыбами различных видов (окунь, лязь, судак, карась) в лабораторных и полевых условиях, изучено влияние различных концентраций (0,03 – 5,0 г/л) синезеленых водорослей (в основном, *Microcystis aeruginosa*) на биохимический состав рыб (содержание сухого и органического веществ, зола, азота, липидов, витамина В₁ и активность тиаминазы) и на их обмен веществ (газообмен и обмен азота).

Исследования показали, что даже небольшие концентрации синезеленых водорослей (0,03 – 0,3 г/л) небезразличны для рыб. Для поддержания процессов жизнедеятельности в условиях влияния неблагоприятных факторов среды, вызванных синезелеными водорослями, организму рыб требовались дополнительные затраты энергии сверх той, которую они получали из усвоенной пищи.

В связи с этим при внесении синезеленых водорослей в среду, где находились рыбы, у них отмечены потери азота и жира (при расчете на одну рыбу) по сравнению с контролем. У рыб наблюдалось также уменьшение содержания сухого вещества и увеличение количества зола. Под воздействием синезеленых водорослей у рыб снижалась интенсивность обмена веществ, о чем свидетельствуют показатели интенсивности дыхания и обмена азота.

Опыты по оценке влияния летальных для рыб концентраций синезеленых водорослей (от 0,6 до 5 г/л) позволяли установить зависимость времени их гибели от ряда факторов, основными из которых являлись концентрации синезеленых водорослей в воде и их состояние (живые, разлагающиеся). Под влиянием этих количеств синезеленых водорослей уменьшается содержание сухого вещества в теле рыб и липидов, играющих существенную роль в энергетическом обмене организма. При расчете на единицу веса показано снижение количества зола, органических веществ и белка, причем эти изменения более значительны, чем при воздействии нелетальных количеств водорослей.

О глубоких нарушениях белкового обмена под влиянием летальных количеств синезеленых водорослей свидетельствуют изменения аминокислотного состава их тела.

Гибель рыб под воздействием синезеленых водорослей сопровождается резким падением общего содержания тиамина (от 48 до 63% по сравнению с контролем) и увеличением активности тиаминазы на 39 - 59%. Клиническая картина, которая возникает у рыб под влиянием летальных концентраций живых и разложившихся синезеленых водорослей, напоминает B_{12} -авитаминоз.

Таким образом, влияние синезеленых водорослей на рыб проявляется в нарушении сложного комплекса обменных процессов, вымывлении пластического обмена за счет усиления энергетических процессов, направленных на поддержание жизнедеятельности организма, и нарушении некоторых звеньев ферментных систем.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

стр.

I. Общие вопросы комплексного использования водохранилищ

А.И.Макаров. Водохранилища СССР и их комплексное использование.....	3
А.Б. Авакян. Проблемы создания и комплексного использования водохранилищ за рубежом	6
А.Б. Авакян. Водохранилища и вопросы использования земельных ресурсов	8
Л.Н. Шапиро. Влияние режимов работы гидроэлектростанций на использование водных ресурсов	10
Л.Г.Горудева. Некоторые вопросы экономической эффективности водохранилищ ГЭС	11
Г.О. Левит. Экономические проблемы повышения качества воды в водохранилищах	13
II. Санитарно-экологический режим и качество воды водохранилищ	
С.М. Драчев, Н.В. Бутория. Факторы, влияющие на качество воды водохранилищ	15
Т.Н. Филатова. Некоторые вопросы использования гидрологических данных при исследовании факторов, определяющих качество воды	17
А.И. Демисова, Л.Г. Майстренко. Факторы, влияющие на качество воды существующих и проектируемых водохранилищ	19
И.М. Павелюк, И.Н. Тарасов. Главные факторы формирования химического состава воды водохранилищ	20
Н.А. Зимникова. Мутность как один из показателей качества воды водохранилищ	22
Л.А. Сиренко, М.И. Кузьменко, Л.Б. Афанасьева, Н.А. Савенко. О функциональной активности симбиотических водорослей в связи с процессами самоочищения ...	23

А.М. Денисова, М.Г. Майстренко, М.Б. Фельдман, Е.П. Нахичева, Г.А. Еваки, М.К. Паламарчук. Влияние зарегулирования на гидрохимический режим Днепра	24
А.Д. Семенов, В.А. Брызгалов, Т.С. Кликинова, А.Н. Позднякова. Сезонная динамика некоторых групп органических веществ и их основных продуцентов (на примере отдельных водоемов)	26
О.Е. Данчикова, В.Т. Капани. Влияние почв и растительного покрова на режим органических и биогенных веществ малых водохранилищ	27
И.М. Кореновская, М.Н. Тарасов. Влияние процесса образования льда на химический состав воды водохранилищ.	29
М.Б. Фельдман, Е.П. Нахичева. Распределение некоторых микроэлементов в воде и грунтах водохранилищ Днепровского каскада	30
Н.А. Трифонова. Источники поступления и режим соединений азота в Рыбинском водохранилище	31
А.А. Белякина. Природный и антропогенный факторы режима соединений фосфора в Иваньковском водохранилище ..	33
А.К. Гайдаш, А.К. Дыга. Санитарно-гидробиологический режим Днепродзержинского водохранилища	34
М.М. Карпушин. Протеолитическая бактериофлора как агент самоочищения Днепродзержинского водохранилища и влияние ее на активность рН воды	35
А.Д. Цыба. Влияние "цветения" воды на газовый режим Цимлянского водохранилища	36
А.М. Соколова, А.А. Львова, Э.И. Извекова. О роли донных организмов в оседании sestона и круговороте веществ в водоеме (на примере Учинского водохранилища)	37
А. "цветение" воды, проблема его регулирования и использование в народном хозяйстве биомассы водорослей и сопутствующих микроорганизмов.	
А.А. Хошачевский, А.А. Сиренко, А.Д. Приймаченко-Шевченко. "Цветение" воды в водохранилищах и пути его регулирования	39
А.А. Русева, А.Д. Приймаченко-Шевченко, О.М. Кожова, И.А. Цырина, И.А. Герасимова, М.С. Вукон, В.А. Шавалов. Развитие синезеленых водорослей в водохранилищах гидроэлектростанции ДСЭ	41

Я.Я. Цеб. Баланс биогенных элементов и возможный объем изъятия сестона из водохранилищ Днепровского каскада	42
М.В. Тоом, Я.В. Тоом. О сапробности возбудителей "цветения" воды	44
К.С. Владимирова, Л.В. Скорик. Распределение планктических синезеленых водорослей на дне днепровских водохранилищ	45
Е.И. Квасников, И.П. Стогний, И.Ф. Шелокова, Т.П. Травчук, Т.М. Клишникова, Т.П. Остапченко, И.В. Чаленко. Некоторые пути использования гидролизатов синезеленых водорослей в народном хозяйстве	46
В.А. Горюшин. Вирусы синезеленых водорослей и возможности их применения для регулирования "цветения" воды.	48
А.А. Долынский, С.У. Дандсман, Я.И. Коренберг. Возможность использования сушки распылением для обезвоживания синезеленых водорослей	49
В.М. Орловский, Ю.А. Кирпенко. Токсичность <i>microcystis aeruginosa</i> при различных способах обработки биомассы	50
М.В. Гусев. Облигатнофототрофные синезеленые водоросли и кислород	50
В.М. Орловский, Т.В. Бей, З.И. Молдакова. Гигиеническая оценка аэрации воды как метода борьбы с "цветением"	51
А.И. Макаров, О.С. Дигун. К обоснованию экономической эффективности мероприятий по регулированию "цветения" воды в днепровских водохранилищах	53
IX. Мелководья водохранилищ и их комплексное использование	55
З.А. Видулина, Т.Д. Кашинова. Уровневый и термический режим мелководных зон речных водохранилищ	55
Д.П. Финаров. Формирование мелководий водохранилищ в результате абразивно-аккумулятивных процессов ..	56
Ф.Д. Мордухай-Болтовской, В.А. Экзершев. Гидробиологический режим мелководий и их значение для продуктивности водных водохранилищ	57

И.А. Корелякова, Я.Я. Цеев. Гидроэкологический режим мелководий днепровских водохранилищ	58
П.Г. Сухойван. Значение мелководий зоны равнинных водохранилищ СССР для естественного воспроизводства их рыбных запасов	62
- Л.К. Ильяна, Н.А. Гордеев. Значение мелководий в воспроизводстве рыбного населения верховолжских водохранилищ	63
Т.Н. Кутова. Особенности формирования и состава растительности на мелководьях водохранилищ с разным режимом уровней	65
Л.С. Балашев. Определение степени подтопления участка по экологическому спектру травостоя	66
- М.Я. Кирпиченко. Осушная зона водохранилищ и дрейссена....	67
- Н.Д. Бородин. Особенности развития бентоса мелководий Кузнецовского водохранилища	68
В.А. Мельничук. Ресурсы водоплавающей дичи и основы ведения охотничьего хозяйства на Киевском водохранилище	69
Г.В. Погорельцева, В.А. Шарапов. Из опыта использования мелководий водохранилищ за рубежом	71
У. Рыбные запасы и повышение рыбопродуктивности водохранилищ	72
В.К. Киселев. Рыбохозяйственная подготовка и пути направленного формирования рыбных запасов в водохранилищах	72
- Г.В. Никольский, А.Г. Поддубный. Воспроизводство рыбных запасов водохранилищ.	75
П.А. Пирожников. Зарегулирование стока рек как способ повышения их рыбопродуктивности	78
И.М. Иоффе. Итоги и перспективы повышения биопродуктивности водохранилищ	79
Э.А. Барвальд, Р.Т. Попова. Вопросы повышения рыбопродуктивности водохранилищ комплексного назначения.	81
Я.Д. Гильденблат. Современный режим работы водохранилищ Волжско-Камского каскада и возможности удовлетворения требований рыбного хозяйства	82
Л.А. Кудерский. Рыбные ресурсы волжских водохранилищ	84

П.Г. Сухойван. Воспроизводство рыбных ресурсов в днепровских водохранилищах	85
А.Н. Волков, Л.И. Вятчанна, Л.Г. Симонова, В.С. Тана- сийчук, Л.Н. Танасийчук. Состояние запасов ос- новных промысловых рыб Кременчугского водохра- нища	87
В.Г. Дубинина, С.В. Козлятина. Опыт оптимизации рыбо- хозяйственных попусков в нижний бьеф водохрани- лища	88
Г.Б. Мельников, С.Н. Тарасенко, В.Л. Булахов. Современ- ное состояние ихтиофауны Запорожского водохра- нища и пути повышения его рыбопродуктивности	89
Г.Л. Мельничук. Кормовая база Каховского и Кременчугско- го водохранилищ и ее использование рыбой	90
Л.Н. Зимбадеевская. Фитофильные беспозвоночные как кормо- вая база рыб в днепровских водохранилищах	92
С.Н. Пробатов, Н.Е. Сальников. Влияние загрязнений на кормовую базу и состояние запасов промысловых рыб Каховского водохранилища	93
Н.А. Вавилова, П.М. Коввалов, Синец - перспективный объект разведения для заселения им днепровских водохранилищ	95
Н.А. Изимова. Влияние паразитов на темп воспроизводства рыбного населения водохранилищ	96
В.П. Бачинский. Инвазионные болезни рыб днепровских во- дохранилищ	97
И.К. Малицкий, А.И. Балан. Аклиматизация растительноод- ных рыб в водохранилищах днепровского каскада ..	98
А.Ф. Мухамедова. Повышение рыбопродуктивности Цимлянско- го водохранилища путем воеления толстолобика.	99
А.Я. Мадяревская, Т.И. Биргер, О.М. Арсан, В.Д. Солома- тина. Влияние синезеленых водорослей <i>Micro- cystis aeruginosa</i> Kütz. Rensd. Kleink. на рыб.	101

Печатается по постановлению ученого совета
Института гидробиологии АН УССР

Редактор А.А.Метельова. Технический редактор Р.Б.Хавирова. Коррек-
тор И.Я.Постолова.

БФ УЗ957. Загл. в 741. Изд. в 158М. Тираж 500. Формат бумаги 60х84 1/16
Печ. физ. листов 6,75. Уч.-изд. листов 6,17. Усл.-печ. листов 6,28.
Подписано к печати 6.11 1971 г. Цена 62 коп.

Издательство "Наукова думка". Киев, Репина, 3.
Оффсетная лаборатория СОИС УССР АН УССР

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
Институт гидробиологии**

ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОУХРАНЕНИЙ

**Тезисы докладов Всесоюзного совещания
/Киев, 21-25 сентября 1971 г./**

**Издательство "Наукова думка"
Киев 1971**

участках нагуливаются не только осоловетки большинства видов рыб, но и особи старших возрастов. Качество мелководий, пригодных для воспроизводства рыбного населения, различно в разных водохранилищах и зависит от их возраста, географического положения, проточности, морфометрии ложа, режима наполнения и сработки уровня воды.

Берхневотские водохранилища по уровню режиму относятся к двум типам: Рыбинское водохранилище с многолетним регулированием, а Ивановское, Угличское и Горьковское — с постоянным летним горизонтом и зимней сработкой. Последние три водохранилища отличаются морфометрией берегов. Характер мелководий во всех водохранилищах различен.

В Рыбинском водохранилище при переменном уровне условия неблагоприятны для произрастания и водной и прибрежной растительности. Из водохранилищ с постоянным уровнем растительность богаче в Ивановском, обладающем большой площадью защищенного мелководья. В Горьковском водохранилище условия для развития растительности плохие.

Летняя сработка уровня не улучшает условия размножения рыб, так как обнажающиеся размытые грунты до осени не зарастают. Целесообразно проводить во всех водохранилищах понижение уровня перед ледоставом до нижней границы зоны растительности. Это предотвратит ее от разрушения льдом и облегчит спасение молоди из осоловетных водоемов. Продуктивность прибрежной зоны может быть повышена путем ее мелкоразливки.

Для обеспечения лучшего нереста и ската молоди целесообразно весенняя форсировка уровня с быстрой его сработкой после окончания инкубации икры и прохода личинок рыб первых малективных стадий, засев мелководий растениями, устойчивыми к колебанию уровня, прокосы загущенных зарослей растительности. Наиболее эффективным должно оказаться создание в прибрежной зоне обвалованных нерестилищ с регулируемым уровнем и обвалованных комбинированных хозяйств с чередованием выращивания рыбы и сельскохозяйственных культур.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА МЕЛКОВОДЬЯХ ВОДОХРАНИЛИЩ С РАЗНЫМ РЕЖИМОМ УРОВНЕЙ

Т.Н. Кутова

(ГосНИОРХ, Ленинград)

Рыбинское и Горьковское водохранилища относятся к водоемам со слабо развитой литоралью, что ограничивает развитие высшей водной растительности. На обоих водохранилищах открытые мелководья совсем лишены зарослей, и растениями осваиваются лишь мелководья в заливах и между островами. Различия в уровненом режиме между этими водохранилищами определили различия в формировании и состава растительных сообществ.

На Рыбинском водохранилище с неустойчивым уровнем режимом формирование растительности было длительным, проходило несколько этапов и к настоящему времени еще не закончилось. Резкие сезонные и годовые колебания уровня затрудняли закрепление в сообществах водных растений и дали возможность более широкого расселения земноводных растений. К настоящему времени установилось двухполосное строение растительности: пояс осоки и пояс земноводных.

В связи с тем, что в последние семь лет весенний уровень не достигал проектной отметки и сравнительно быстро начинал опадать, в пояс осок проходят заметные изменения. На многих участках происходит интенсивное разрастание нвы и двухточника, что существенно меняет прибрежный ландшафт водохранилища.

На Горьковском водохранилище с постоянным летним уровнем формирование растительности шло быстрее. Теперь для растительности характерно двухполосное строение и сравнительно бедный видовой состав. В отличие от Рыбинского водохранилища, здесь нет такого обильного развития земноводных растений, а из группы водных наиболее распространены лишь рдест гребенчатый и рдест прозеннолистный, образующие второй пояс.

Различиями в уровненом режиме двух разбираемых водохранилищ определяется и разная степень распространения растений в глубь водоема. Колебания уровня в Рыбинском водохранилище способствуют довольно интенсивному освоению земноводными растениями участков с глубинами до I, а в отдельные годы - до I,5 м. В Горьковском водохранилище заросли чаще ограничены глубиной в