WWF

за живую планету

Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения

Материалы заседания тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета Межведомственной ихтиологической комиссии



Москва 2010 г.

Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения. Материалы заседания тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета Межведомственной ихтиологической комиссии, Москва, 25 февраля 2010 г. – Составители: А.С.Мартынов, А.Ю.Книжников. – М., WWF России, 2010 г. – 176 с.

В настоящем сборнике помещены полные тексты докладов, подготовленных для обсуждения 25 февраля 2010 года в Межведомственной ихтиологической комиссии на совместном заседании Научного консультативного совета по комплексному использованию водных ресурсов и охране водных экосистем и Тематического сообщества по проблемам больших плотин. Обсуждался вопрос «Оценка влияния на сохранение и воспроизводство водных биоресурсов строительства и эксплуатации плотин». В заседании участвовали 65 специалистов из Хабаровска, Красноярска, Барнаула, Астрахани, Ростова на Дону, Волгограда, Тольятти, Казани, Нижнего Новгорода, С-Петербурга, Москвы, Черновцов (Украина) и Харбина (КНР). Встреча экспертов была организована при поддержке WWF России, АНО «НЭРА» и компании РусГидро.

Издание распространяется бесплатно

При полном или частичном воспроизведении данного издания ссылка на WWF обязательна.

Апрель 2010 г., WWF России, Москва

© Составители: А.С.Мартынов, А.Ю.Книжников, 2010 г.
© WWF России. Все права защищены, 2010 г.

Проект «Белая книга. Плотины и развитие» Ход формирования Тематического сообщества по проблемам больших плотин

А.С. Мартынов
А.Ю. Книжников

В 2006 г. на презентации социально-экологического отчета РАО ЕЭС руководству компании было указано, что отчет не содержит описания проблем ГЭС и предложено не уклоняться от обсуждения этой темы. А.Б. Чубайс согласился с этим замечанием и принял предложение подготовить честный обзор о проблемах ГЭС, который тогда же обрел первую часть своего названия - «Белая книга». Знакомство с полным переводом доклада Всемирной комиссии по плотинам (ВКП), сделанного WWF-России, показало, что в условиях высоко образованного российского сообщества требуется качественно иной формат изложения, с обоснованиями и научно проработанными доказательствами. Чтобы подчеркнуть преемственность работы с международным докладом, его название использовано во второй части названия проекта «Белая книга. Плотины и развитие».

Цель проекта. Непредвзятый, объективный, фактонасыщенный обзор, признаваемый всеми сторонами как авторитетный справочник и основа принятия решений. Полный перечень проблем, которые надо отразить в задуманном обзоре, включал 139 проблем сгруппированных в 9 разделов от влияния на климат до перспектив общественного развития и социально-политических конфликтов.

Условие успеха. В создании обзора должны участвовать ВСЕ заинтересованные стороны. С этой целью в начале 2008 г. была создана Рабочая группа 50/50 представлявшая компанию РусГидро и Коалицию экологических НПО. Рабочая группа согласилась с главным принципом, использованным ВКП, - все группы интересов должны участвовать в обсуждении проблем и подготовке материалов. Исключается доминирование любой из групп. Всем должна гарантироваться возможность высказаться и быть услышанным, а работа должна вестись в режиме конструктивного обмена знаниями.

Средства достижения цели. Организационным стержнем процесса решили сделать формирование Тематического сообщества. Для гарантий нейтральности портал создан под эгидой ПРООН и Минэкономразвития России, а модерация Тематического сообщества возложена на Независимое экологическое рейтинговое агентство (АНО «НЭРА»). Объективность и независимость являются ключевым условием привлечения к проекту ресурсов из разных источников, необходимых для достижения намеченных целей. Тем, кто хочет инвестировать в подготовку «Белой книги» нужны не пламенные речи, а основательный и общественно признаваемый процесс.

Тематические сообщества *- это сетевая технология консультационной поддержки управления, проектирования и других форм использования экспертных знаний, рожденная развитием электронных средств коммуникации и, широко используемая в мире.*

В основе технологии лежит формирование сети пространственно распределенных ***специалистов*** *в определенной тематической области, с одной стороны, и потребителей их экспертных знаний –* ***лиц, принимающих решения,*** *деятельность которых периодически требует поиска имеющегося опыта, вариантов решений проблем или привлечения знаний и консультационных услуг в соответствующей сфере деятельности, с другой стороны.*

Эта форма информационного взаимодействия сочетает в себе свойства электронного реферативного журнала, научно-практического семинара и социальной сети.

Технический характер обсуждений, устранение, за счёт премодерации, личностных оценок и неоправданных эмоций позволяет участвовать в одном Тематическом сообществе сторонникам конфликтующих научных школ, общественных групп или просто лично враждующим людям. В этом формате могут обмениваться знаниями и опытом люди и структуры, которые в других пространствах не пересекаются, а иногда даже целенаправленно «отсекаются».

Что сделано за полгода:

-Создан портал и начата подготовка тематических обзоров в формате премодерации, защищающей обсуждение от эмоций;

-Запущен «снежный ком» формирования пула участников Сообщества (начали с 213 экспертов, сейчас 390) каждый цикл обсуждения приводит в сообщество от 10 до 30 новых участников, половина из которых регистрируется самостоятельно;

-К научно-методической поддержке процесса создания «Белой книги» привлечен Географический факультет МГУ – авторитетный и разносторонний, а поэтому нейтральный научно-учебный коллектив;

-Начат процесс наполнения оглавления «Белой книги» материалами. Сейчас из проекта оглавления функционирует более 400 гиперссылок на материалы портала. Портал уже вставлен в каталоги учебных материалов для студентов ВУЗов;

-Проведена инвентаризация знаний и специалистов для закрытия наиболее очевидных тематических пробелов доклада ВКП (по мерзлоте, транспорту и др.);

Подготовлены и опубликованы на портале тематические обзоры:

ГЭС и вечная мерзлота – июнь 2009 г.

Плотины и водный транспорт – июль 2009 г.

Плотины ГЭС и коммунальное водоснабжение – август 2009 г.

ГЭС и жители зон затопления – сентябрь 2009 г.

ГЭС и рыба – октябрь 2009 года.

Оценка устойчивости развития гидроэнергетики – декабрь 2009 г.

ГЭС и прогресс – январь 2010 г.

Малые ГЭС – февраль 2010 г.

Влияние плотин на водные биоресурсы – март 2010 г.

РЕЗЮМЕ МНЕНИЙ

высказанных на Совместном заседании Тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета по комплексному использованию водных ресурсов и охране водных экосистем ФГУ «Межведомственная ихтиологическая комиссия»

25 февраля 2010 года

Участники заседания отметили, что сооружение плотин наносит многофакторное, преимущественно негативное, воздействие на водные биоресурсы, на видовое разнообразие, в первую очередь на состояние популяций проходных и полупроходных рыб. Так, вследствие сооружения волжско-камского каскада ГЭС, площадь нерестилищ для осетровых рыб сократилась до 11-13% от первоначальной, что является одной из главных причин катастрофического состояния популяции осетровых на Каспии.

Различие интересов водопользователей, в т.ч. рыбного хозяйства, выше и ниже плотин, географическое разнообразие типов рек и гидротехнических сооружений (далее – ГТС), а также изменчивость режимов стока в разные годы, затрудняет создание универсальных (унифицированных) требований к проектированию ГТС и управлению режимами попуска через уже существующие плотины. Соответственно, органы управления рыбным хозяйством не имеют оформленных и нормативно закреплённых требований к режимам строительства и эксплуатации ГТС. В условиях, когда нет чётких алгоритмов принятия решений, осуществляемое при доминирующей роли гидроэнергетиков определение норм допустимого воздействия, изъятия и трансформации стока, является профанацией, не обеспечивающей даже минимальных потребностей биоты.

На всех модифицированных человеком реках (особенно на нижних ГТС в каскадах) необходимо приблизить гидрологический режим к естественным показателям по объемам стока в основные сезонные фазы, скорости подъема и спада уровня, амплитуде суточной и недельной пульсации стока, химическому составу и температуре. Сближение параметров попуска с естественным режимом требует комплекса организационных мер. Необходимо повысить надёжность прогнозов паводка, обеспечить минимизацию суточных и недельных колебаний уровня в период нереста (за счёт перераспределения нагрузок на другие ГЭС, ГАЭС и иные станции способные быстро реагировать на пиковые нагрузки). Необходимы проектно-техни-

ческие решения, предусматривающие возможности для гибкого изменения уровней воды, в том числе в форме создания контррегуляторов или использования в этом качестве нижних ГЭС в каскадах. Оптимизация рыбохозяйственных и противопаводковых функций ГТС (особенно на востоке страны) требует недопущения застройки пойм, разблокирования сезонных водотоков от искусственных дамб и дорожных насыпей, что позволит предупреждать ущерб при использовании пойм как естественных противопаводковых емкостей.

Конструкция новых ГЭС не должна препятствовать оптимизации экологических параметров. Плотины, тип, размер и количество турбин, конструкции и местоположения водозаборов, водосбросов и прочее оборудование должны обеспечивать гибкое варьирование режимами стока, должный напор, качество и температуру воды.

В створах, считающихся перспективными для гидростроительства, необходимо предварять процесс проектирования организацией квалифицированного многолетнего гидро-экологического мониторинга для определения оптимальных режимов попуска и учета связанных с ними ограничений в оценках экономической эффективности проектов.

Для организации подобного мониторинга и проработки способов минимизации негативных экологических и экономических последствий развития Нижнего Приангарья на совещании предложено введение моратория на завершение строительства Богучанской ГЭС для оптимизации проектных решений, в том числе с социально-экологических позиций.

В общем случае необходимо ввести в повседневные правила и нормы эксплуатации ГЭС «холостой» сброс для обеспечения тех или иных социально-экологических нужд. Для существующих и проектируемых ГТС необходимо определить порядок, при котором собственник водных ресурсов (государство) и собственник ГТС делят ответственность и материальные издержки за соблюдение норм допустимого воздействия, изъятия и трансформации стока.

Поддержание рыбопродуктивности и рыбохозяйственного значения существующих водохранилищ предъявляет к управлению гидрорежимами специфические требования, которые могут отличаться не только от интересов гидроэнергетики, потребностей коммунального хозяйства, транспорта, но и от требований рыбного хозяйства в нижних бьефах. Оптимизация рыбного хозяйства водохранилищ в большей степени, чем в нижних бьефах, может осуществляться с использованием технических средств (отсечение заливов, размещение оголовков водозаборов вне районов нерестилищ и литоральной зоны, создание рыбозащитных сооружений, формирование рыбопропускных систем для сбора и отвода покатников в обход ГЭС и т.д.). Такого рода проблемы требуют создания устойчивых и влиятельных систем согласования интересов природопользователей всего бассейна.

Специфической проблемой рыбного и водного хозяйства на водохранилищах, удовлетворительного решения которой пока не найдено, является эвтрофикация, особенно вспышки размножения синезеленых водорослей. Заслуживают внимания и экспериментальной проверки предложения по химическому подавлению размножения сине-зеленых водорослей с использованием перекиси водорода.

Представленный в ходе обсуждения обзор мировой практики, показал значительный прогресс в наработке алгоритмов сопряженного бассейнового планирования работы старых, размещения новых ГТС и охраны природы целых речных бассейнов. В лучшей мировой практике есть примеры комплексного планирования постепенного снижения общего негативного воздействия плотин на бассейн и восстановление нарушенных речных экосистем, в т.ч. за счёт демонтажа (или модификации) неэффективных ГТС, наносящих ущерб биоте, а часто и представляющих опасность для общества. Элементами таких планов являются отказ от трансформации наиболее ценных участков водных и долинных экосистем, поддержка бассейновых мероприятий по охране водной биоты и создание ООПТ за счет доходов от гидрогенерации.

Сравнение отечественных реалий с передовой мировой практикой показало, что отставание России в средствах оптимизации экономической эффективности и экологической безопасности при планировании бассейновых схем развития определенно связано с дефицитом переговорной культуры и доминированием вертикальных схем управления, на основе монопольного положения гидроэнергетических комплексов и связанных с ними органов власти. Без сбалансированного взаимодействия местных органов власти, гидроэнергетического бизнеса, органов управления энергосистемами, органов управления водными ресурсами, местных общин, компаний в сфере водного транспорта, рыбохозяйственных компаний и природоохранных организаций невозможно реализовать в России лучший мировой опыт организации бассейнового управления.

Только в конструктивном диалоге могут быть найдены компромиссные решения по «экологическому» попуску на уже существующих ГЭС, оптимизации проектируемых ГТС (например, замене проекта низконапорного гидроузла вариантом третьей нитки Городецкого шлюза, снижению проектных отметок Богучанской ГЭС, отказу от подъема уровней Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ).

Участники Заседания надеются, что взаимодействие всех заинтересованных сторон позволит найти альтернативные варианты энергетического развития и отказаться от наиболее одиозных для водных экосистем проектов гигантских ГЭС, таких как Эвенкийская на реке Нижняя Тунгуска.

Вступительное слово: о проблемах строительства и эксплуатации больших плотин и водохранилищ

Мартынов А.С. - координатор проекта "Белая книга. Плотины и развитие"

Уважаемые коллеги!

Идея создания «Белой книги» о влиянии российских плотин ГЭС на окружающий мир была предложена мною в 2006 году во время презентации первого социально-экологического отчета РАО ЕЭС России. Спустя год мы уже работали над планом будущего содержания этого честного обзора проблем, создаваемых плотинами ГЭС. Поле проблем, которые надо отразить в задуманном обзоре, было расчерчено Евгением Симоновым и Александром Мартыновым при участии Святослава Забелина и Екатерины Лебедевой. Полный перечень включал 139 проблем сгруппированных в 9 разделов:

- Климат;
- Водный режим;
- Русловые процессы;
- Инженерно-геоморфологические условия;
- Геохимический баланс и загрязнение;
- Экологические изменения;
- Ресурсы и их возобновление;
- Здоровье, культура и условия проживания человека;
- Перспективы развития и социально-политические отношения.

В 2008 году после самоликвидации РАО ЕЭС России процесс подготовки проекта перешел в формат специальной Рабочей группы в которую входили представители ОАО «РусГидро» и Коалиции экологических НПО (Всемирный фонд дикой природы, Гринпис России, Международный социально-экологический союз, Союз охраны птиц России и Центр охраны дикой природы). В формате Рабочей группы был согласован перечень проблем (изрядно похудевший), видение пробелов доклада Всемирной комиссии по плотинам, подготовлен бизнес-план работы и организационная схема с использованием Интернета, предложенная ПРООН. С июня 2009 года начало работать Тематическое сообщество по проблемам больших плотин **http://russiandams.ru/** (краткая информация о работе Сообщества помещена в начале книги). Исполнителем проекта по совместному решению ОАО РусГидро, Коалиции экологических НПО и ПРООН является Независимое экологическое рейтинговое агентство (АНО «НЭРА»).

Сегодня проект «Белая книга. Плотины и развитие» вошел в новую фазу – начинается серия очных встреч. Проведение первой очной встречи Тематического сообщества примечательно тем, что для её проведения объединились ресурсы сразу пяти разных организаций – WWF-России, РусГидро и ПРООН опла-

чивали билеты, МИК и НЭРА взяли на себя оргподготовку, в т.ч. предоставление площадки. Эти встречи – прообраз будущего многостороннего Форума по плотинам, которому предстоит принятие итогового доклада и выработка принципов принятия решений по плотинам и плотиностроению. Мы рассчитываем на спокойную и продуктивную работу, без зажимов чьих-то мнений и, по возможности, без эмоций. Объективность и независимость являются ключевым условием привлечения к проекту ресурсов из разных источников, необходимых для достижения намеченных целей. Тем, кто хочет инвестировать в подготовку «Белой книги» нужны не пламенные речи, а основательный и общественно признаваемый процесс.

Поскольку нам важно выслушать всех, кто сегодня заявлен в программе, я предлагаю максимально использовать возможности портала «Белая книга. Плотины и развитие». Мы зафиксируем все возникающие вопросы к докладчикам (для этого ведется аудиозапись), но просим не требовать сиюминутных развернутых ответов, чтобы не отнимать время у тех, кто оказался в конце программы. Ответы, требующие обстоятельных разъяснений и комментариев, я предлагаю перенести на портал и в его рассылки. Портал для этого и создан!

Также прошу Вас воздерживаться от критики позиции выступающих. Лучше задавайте вопросы на понимание. У нас сегодня не защита диссертации. Наша цель – выслушать и понять позиции друг друга.

Способность слышать разные позиции сейчас является главной проблемой при принятии решений о строительстве и режимах эксплуатации плотин ГЭС в России.

Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания Волжско-Камского каскада ГЭС

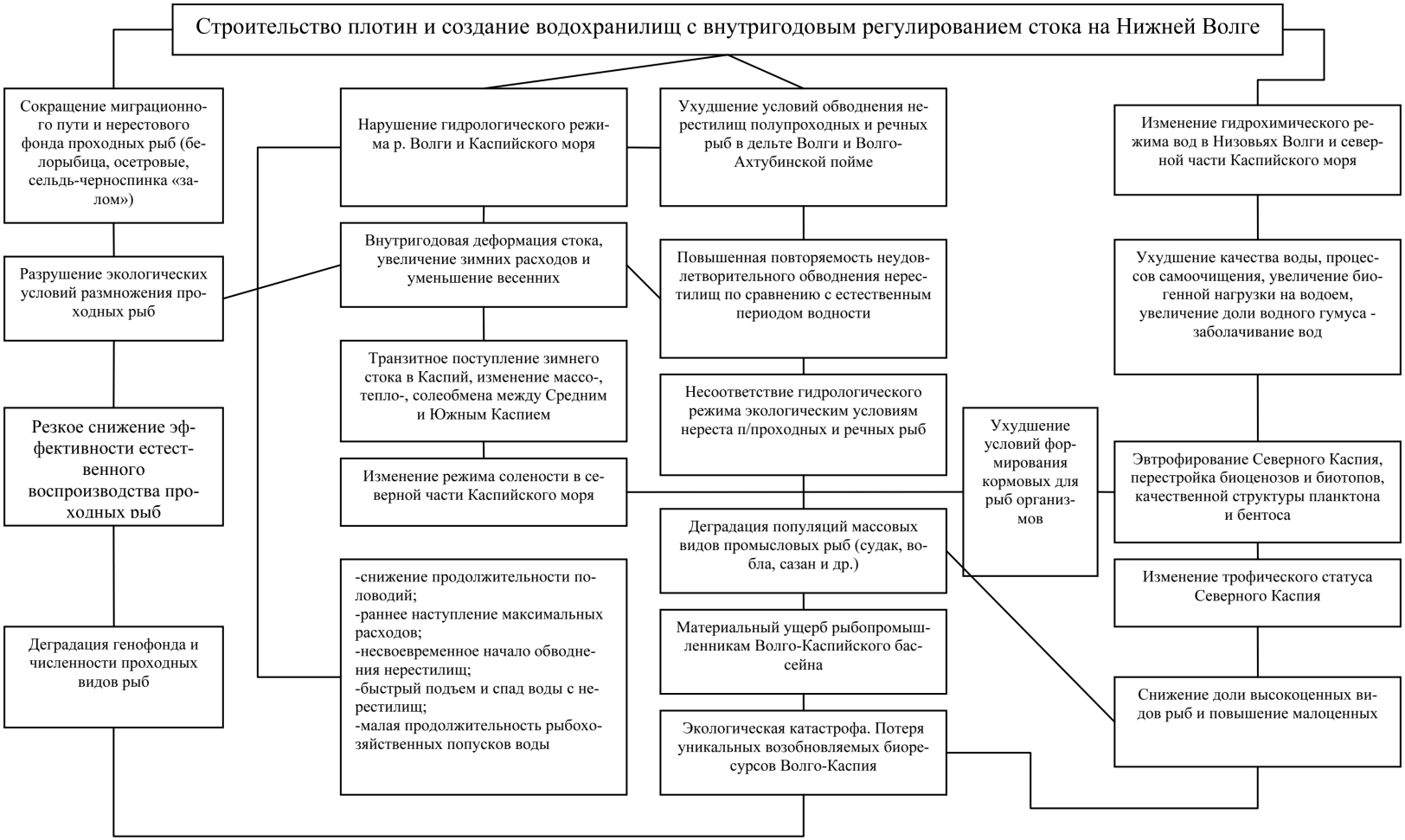
Катунин Д.Н., Хрипунов И.А., Дубинина В.Г.

Неустойчивые воздействия зарегулирования волжского стока Волжско-Камским каскадом ГЭС на экосистему низовьев Волги и Каспийского моря представлено на блок-схеме 1. Оно проявляется в результате количественного и качественного преобразования всех составляющих субстант речного стока, а именно: жидкой компоненты, взвешенных наносов, включая органическую составляющую, поступление биогенных веществ и др. Таким образом, произошло существенное нарушение экосистемных процессов в низовьях Волги и в Каспийском море и, прежде всего, в его северной, наиболее продуктивной части.

Прокомментируем отдельные важные составляющие блок-схемы. Так, наряду с практически полной потерей нерестилищ осетровых рыб в р. Волге произошли качественные изменения размерно-весовых характеристик молоди этих рыб, скатывающихся с нерестилищ. Так, если в естественных условиях водности Волги молодь осетровых рыб при скате в море достигала высоких навесок: белуга и осетр соответственно, в среднем, около 20-50 и 10 г. В современных условиях молодь рыб достигает морских пастбищ на стадии личинки весом 0,5-1,0 г, что предопределяет их низкую выживаемость.

Создание Волжско-Камского каскада (ВКК) водохранилищ коренным образом нарушило экологическое состояние уникальных биоценозов и биотопов Волго-Ахтубинской поймы, дельты р. Волги и Каспийского моря. Это связано со значительным перераспределением внутригодового стока, вследствие увеличения зимних попусков воды (с 30 до 65 км^3) в нижний бьеф Волгоградского гидроузла и уменьшения весенних (с 135 до 106 км^3). Уменьшение объемов стока за период половодья привело к сокращению сроков затопления нерестилищ осетровых и полупроходных рыб, что отрицательно сказалось на условиях их воспроизводства. Если в естественных условиях стока р. Волги продолжительность рыбохозяйственного половодья составляла 84 суток, то в зарегулированных – средняя продолжительность залития полоев сократилась до 60 суток, а в экстремально маловодные годы она уменьшалась до 19-31 суток (1967, 1975, 1977, 1984, 1996 гг.). В результате чего уловы полупроходных и речных рыб в Волго-Каспийском районе соответственно сократились в среднем в 2,9 раза.

В современных условиях гидрологический режим Волги и Камы определяется режимом эксплуатации водохранилищ каскада, в соответствии с разработанными «Основными правилами использования водных ресурсов…» (1982) этих водотоков.



Блок-схема воздействия зарегулирования стока на экосистему низовье Волги и Каспийского моря

Таблица 1 - Многолетние характеристики режима половодья р. Волги в естественных и зарегулированных условиях стока

Периоды лет	Дата начала половодья	Отметка максимального уровня воды по в/п Астрахань, см	Дата насту-пления макси-мального уровня	Продолжительность половодья, сутки	Объем стока за II квартал, км^3	Биопродук-цион-ный сток, км^3	Годовой сток, км^3	Дата окончания половодья	Заливание дельты, тыс. га			Скорость подъема волны половодья, см/сут	Скорость спада волны половодья, см/сут
									«Запад»	«Восток»	«Вся дельта»		
Естественные условия (1930-1955 гг.)	27.04 13.04-12.05	586 498-688	7-9.06 22.05-10.07	84 62-110	135,4 93,4-212,2	130 -	234,7 160,8-328,8	19.07 29.06-14.08	295 196-435	396 271-439	691 467-874	5,7	5,9
Зарегулированные условия (1959-2008 гг.)	28.04 12.04-25.05	556 467-649	23-25.05 1.05-21.06	60 19-103	106,0 56,8-159,4	90,1 28,2-162,5	249,3 166,6 334,4	26.06 24.05-30.07	201 122-246	305 213-438	506 335 864	9,4	8,0
Амплитуда (средняя величина)	+1 сутки	-30	-15 су-ток	-24	-29,4	-39,9	+14,6	-23	-94	-91	-185	+3,7	+2,1

Примечания: в числителе – средние значения, в знаменателе – пределы колебаний; «0» водопоста Астрахани равен – 28,0 м абс.; биопродуктивный сток – объем воды поступающей в дельту Волги за период затопления нерестилищ (полоев).

Как отмечает Г.В. Воропаев и др. (2003) в проекте новой редакции «Основных правил…» декларируется комплексный принцип использования водных ресурсов ВКК. При этом эксплуатация трех нижневолжских водохранилищ в весенний период должна в первую очередь обеспечить рыбохозяйственные и сельскохозяйственные попуски воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла; в летне-осеннюю межень – навигационные попуски воды и только зимой режим работы гидроузлов направлен на выполнение задач энергосистемы. В «Основных правилах…» подчеркивается необходимость для каждого конкретного года индивидуального подхода к решению вопросов, связанных с заполнением водохранилищ в весенний период, глубине из зимней сработки, регулированию стока в летне-осеннюю и зимнюю межень.

В результате создания Волжско-Камского каскада водохранилищ и гидроэлектростанций улучшились судоходные условия реки, увеличился грузооборот и производство «дешевой» электроэнергии. Кроме того, работа ВКК позволяет оперативно покрывать пиковые нагрузки в энергосистеме России.

Вместе с тем, эксплуатация ВКК показала, что наибольший ущерб нанесен рыбопродуктивности Нижней Волги.

Создание каскада волжских водохранилищ не только не обеспечило компенсацию потерь вызванных снижением рыбопродуктивности Каспийского моря, а наоборот, явилось одной из важных причин этого процесса (Бердичевский и др., 1972).

При проектировании каскада ГЭС на Волге и Каме предполагалось, что в создавшихся водохранилищах, занимающих сотни тысяч гектаров водной поверхности, можно будет получить значительные запасы ценных промысловых видов рыб и тем самым компенсировать в некоторой степени потери рыбного хозяйства в Каспийском море. Теоретически такие предположения были вполне обоснованы, так как сами водохранилища создавались на весьма плодородных землях и аккумуляция значительной части волжского стока способствовала пополнению этих водоемов биогенными веществами, обеспечивающими богатство органической жизни. Однако, в целом, большие надежны на создание в водохранилищах мощных стад промысловых рыб, способных дать значительные уловы, не оправдались. Данные исследований показывают, что режим сработки уровней водохранилищ резко колеблется по годам и внутри года, создавая ненормальные условия обитания промысловых стад рыб, приводит к массовой гибели отложенной икры и фактически ликвидирует нормальное воспроизводство рыбных запасов.

Фактические уловы промысловых рыб в водохранилищах оказались в 5 раз ниже планировавшихся (Воропаев и др., 2003).

Зарегулирование стока р. Волги привело к следующим негативным последствиям для рыбного хозяйства – важнейшего внутреннего рыбопромыслового района России:

- резкому сокращению миграционных путей проходных рыб, таких как осетровые, лососевые, проходные сельди, а также их нерестовых площадей. Из общего нерестового фонда осетровых рыб 3390 га, на участке н/б Волгоградского гидроузла – вершина дельты Волги сохранились нерестилища весенненерестующих осетра и белуги (по оценкам разных авторов) общей площадью около 370 и 450 га, то есть соответственно 11-13% ранее существовавшего нерестового фонда;
- изменило их генетически сформированную внутрипопуляционную дифференциацию, эффективность освоения нерестилищ и тем самым экологические условия формирования количественной и качественной структуры молоди осетровых;
- деформации основополагающих параметров половодья, определяющих формирование биологической продуктивности низовий Волги и Северного Каспия;
- перестройке внутригодовой структуры поступления волжского стока в низовья реки.

Ведущим фактором в формировании численности генеративно – пресноводных видов рыб, к которым относятся проходные рыбы (осетровые, сельдь -

черноспинка), полупроходные (вобла, лещ, сазан, судак и др.) и речные (туводные) виды рыб (сом, щука, линь, окунь, густера и др.) является уровень их естественного воспроизводства. Величина пополнения молодью промыслового запаса рыб и в целом численности их популяции определяется сложным комплексом абиотических и биотических факторов, среди которых первостепенное значение имеет водность в весенне-летний период.

Как видно из табл. 1 при более высокой годовой величине стока за период его зарегулирования все характеристики половодья оказались сильно деформированными по сравнению с естественным периодом водности р. Волги в худшую сторону для рыбного хозяйства.

В первую очередь это относится к ранним срокам прохождения максимальных расходов воды и тем самым обводнению нерестилищ при пониженных температурах воды по сравнению с естественным периодом водности реки. В тоже время начало затопления полоев не синхронизировано с датами наступления нерестовых температур воды.

Тем самым после зарегулирования стока р. Волги нарушилась сопряженность водного и температурного режимов. В естественных условиях водности реки обводнение нерестилищ начиналось примерно на неделю раньше наступления нерестовых температур воды. До захода производителей рыб на нерест происходило прогревание воды на полях (нерестилищах), начинали развиваться кормовые, для молоди рыб, гидробионты. В зарегулированный период, в маловодные и средневодные годы происходит отставание между сроками наступления нерестовых температур и началом обводнения нерестилищ.

Только в многоводные годы, при избытке стока, обеспечивается сопряженность биологических процессов и термического режима. Задержка заливания нерестовых угодий в условиях неудовлетворительной водности приводит к сосредоточению производителей рыб на ограниченных участках нерестилищ и к единовременному нересту рыб с разной экологией размножения. Это ведет к повышению нерестовой конкуренции личинок и снижению выживания молоди.

Отрицательное влияние на выживание молоди рыб оказывает раннее наступление проточности полоев. В естественных условиях водности р. Волги к моменту наступления проточности личинки успевали достигнуть таких этапов развития, при которых они способны были противостоять течению.

После зарегулирования стока скорости подъема полых вод возросли и выклев личинок, как правило, совпадает с наступлением проточности полоев. Массовый вынос личинок на ранних стадиях онтогенеза в речные системы приводит к их гибели. Одним из основных факторов, определяющих эффективность размножения рыб, является продолжительность пребывания молоди на нерестилищах, которая всецело зависит от режима обводнения дельты.

После зарегулирования волжского стока площадь затопления нерестилищ сократилась более чем на 25%, что также является отрицательным фактором, определившем снижение численности промысловых рыб.

В условиях благоприятной водности молодь рыб успевает достичь покатных стадий и скатывается в реку жизнестойкой. В маловодные годы основная масса молоди мигрирует в реку на ранних нежизнестойких личиночных стадиях развития, много молоди остается в остаточных отшнурованных водоемах. В такие годы эффективность нереста крайне низка.

Несмотря на то, что в 80-90-е годы XX века формирование запасов промысловых рыб происходило в условиях повышенной водности р. Волги и высокого стояния уровня моря, вследствие деформации волжского стока восстановления уловов до величины естественного периода водности реки не произошло. Общий вылов рыб в Волго-Каспийском районе по данным официальной статистики составил за этот период около 70 тыс. т., то есть около 40% уловов промысловых рыб, вылавливаемых в период предшествующий зарегулированию волжского стока у г. Волгограда.

За счет уменьшения объемов стока воды в половодье, резко возросли зимние энергетические попуски, а отноше-

ние объема половодья к зимнему стоку снизилось с 4,5 до 1,6.

Таким образом, современная эксплуатация Волжско-Камского каскада водохранилищ не отвечает требованиям рыбного хозяйства Волго-Каспия. Существует тенденция к усилению внутригодового перераспределения стока, вследствие высоких зимних попусков воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла и пониженных весенних (Катунин и др., 1990).

Значительное внутригодовое перераспределение волжского стока имеет ряд крайне негативных последствий для рыбного хозяйства:

- уменьшились объемы весенне-летнего половодья и, как следствие, сократились сроки затопления нерестилищ осетровых и полупроходных рыб, что отрицательно сказалось на условиях их воспроизводства;
- высокий зимний сток затапливает пойму и дельту, ухудшая качество нерестового субстрата на полоях;
- резко ухудшились условия зимовки рыб в связи с тем, что они сейчас не залегают на зимовальных ямах.

Огромный ущерб, который наносится рыбному хозяйству Волго-Каспия, заставляет ставить вопрос о приоритетном учете его интересов при использовании водных ресурсов Волжско-Камского каскада водохранилищ.

Оптимизация рыбохозяйственных попусков воды на Нижнюю Волгу преследует решение следующих задач:

- прекращение зимнего затопления нерестилищ дельты Волги и Волго-Ахтубинской поймы;
- обеспечение своевременной по срокам подачи воды и продолжительности весеннего затопления нерестилищ для получения жизнестойкой молоди и развития кормовой базы рыб.

В целях сохранения и повышения рыбопродуктивности уникального Волго-Каспийского бассейна считаем возможным и необходимым осуществить следующие мероприятия, направленные на экологизацию попусков воды на Нижнюю Волгу, в частности:

- гидрограф и параметры искусственных весенних половодий приблизить к существовавшим в естественных условиях водности р. Волги. Объем стока за II квартал должен составлять 120-140 км^3 (при 50% обеспеченности стока 120 км^3, при 75% обеспеченности – 110 км^3 и 95 % обеспеченности – 90 км^3);
- ограничить объемы воды, регулируемые в течение года, 30,50 и 60 км^3 соответственно для лет обеспеченностью стока более 75, 50-75 и 10%;
- в маловодные и средневодные годы ограничить зимнюю и предполоводную сработку (декабрь - март) в нижний бьеф Волгоградского гидроузла объемом до 50 км^3;
- для оптимизации рыбохозяйственных попусков воды, своевременного начала обводнения нерестилищ, в апреле необходимо подавать дополнительно к сложившемуся в настоящее время режиму в дельту Волги из Волгоградского водохранилища в условиях 75, 50 и 25% обеспеченности стока соответственно 5,2; 4,2 и 1,4 км^3 воды. Этому может способствовать ограничение зимней сработки Куйбышевского водохранилища уровнем 50 м;
- в интересах осетрового хозяйства колебания уровня воды в н/б Волгоградского гидроузла в меженный период не должны превышать ±0,5 м.

В зарегулированных условиях средний объем стока р. Волги за II квартал составил 106 км^3, а объем зимних энергетических попусков 65 км^3.Только за счет сокращения зимнего стока до 50 км^3 объем весеннего половодья (стока за II квартал) в среднем возможно увеличить до 121 км^3.

Решение задач по оптимизации управления водного стока на каскаде невозможно без резкого улучшения качества прогнозов приточности воды на II квартал к каскаду Волжско-Камских водохранилищ. Для этого необходимо специальное финансирование, обеспечивающее проведение периодических снегосъемок, получения дешифровки спутниковой информации.

Нами разработаны экологизированные гидрографы попусков воды объемом 130, 120, 110 и 90 км^3 (табл. 2).

Таблица 2 - Рекомендуемые рыбохозяйственные попуски воды в низовья Волги в годы с разной обеспеченностью стока, тыс. $м^3/с$ /$км^3$

Месяц	Декады	Обеспеченность стока за II квартал			
		<50%	50%	75%	95%
		Объем стока за II квартал			
		130	120	110	90
Апрель	1	6,0/5,2	6,0/5,2	6,0/5,2	4,5/3,9
	2	6,1/5,3	6,1/5,3	6,1/5,3	4,5/3,9
	3	12,5/10,8	12,5/10,8	12,5/10,8	10,5/9,1
	Ср. мес.	8,2/21,3	8,2/21,3	8,2/21,3	6,5/16,9
Май	1	23,4/20,2	23,4/20,2	22,4/19,4	23,0/19,9
	2	24,3/21,0	24,3/21,0	24,5/21,2	19,2/16,9
	3	21,0/20,0	21,0/20,0	18,3/17,4	18,0/17,1
	Ср. мес.	22,7/61,2	22,7/61,2	21,6/58,0	20,0/53,6
Июнь	1	21,0/18,1	21,0/18,1	17,9/15,5	12,5/10,8
	2	20,7/17,9	15,5/13,4	11,5/9,9	5,3/4,6
	3	13,5/11,7	7,0/6,1	6,5/5,6	5,0/4,3
	Ср. мес.	18,4/47,7	14,5/37,6	12,0/31,0	7,6/19,7

Таблица 3 - Характеристика половодий при осуществлении попусков воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла за II квартал года

Характеристика половодья	Объем стока за II квартал, $км^3$				
	135,4	130	120	110	90
	Естественные условия	Зарегулированные условия стока			
	Ср. 1930-1955 гг.	Рекомендуемые попуски			
Начало половодья	27.04	27.04	27.04	27.04	30.04
Пик половодья по водпосту Астрахань, см	579 285	565 271	565 271	561 267	530 236
Дата наступления максимального уровня воды	8,06	20-21.05	20-21.05	21-22.05	17.05
Окончание половодья	19.07	8.07	30.06	26.06	17.06
Продолжительность, сутки	84	73	65	61	49
Промвозврат (полупроходные, речные рыбы и проходная сельдь), тыс. т	187	83	78	65	52

Примечание: с 1 января 1997 г. «0» графика водпоста Астрахани равен – 28,0 м абс.; в числителе отметка пика половодья по новому отсчету, в знаменателе – по старому.

При этом продолжительность половодья изменяется в пределах 73-49 суток, а максимальный уровень воды по водопосту Астрахань находится в интервале 565-530 см (Катунин и др., 2001). Промысловый возврат полупроходных, речных и проходной сельди составит 83-52 тыс. т. (табл. 3).

Сооружение вододелителя в вершине дельты р. Волги не оправдало тех надежд, которые были связаны с ним по многим причинам. Одним из главных обстоятельств является то, что режим работы этого гидросооружения не был сопряжен с работой каскада гидростанций. Тот режим эксплуатации, который был заложен в проекте вододелителя, с самого начала не был согласован с государственными и местными органами, связанными с использованием водных ресурсов и принимающих управленческие решения. Не был проработан и вопрос о создании благоприятных условий нагула молоди и взрослой рыбы в Северном Каспии. При объемах стока за II квартал в 60-80 км^3 в море формируются малые по площади нагульные опресненные зоны и бедная кормовая база.

В табл. 2 представлены средние декадные и средние месячные расходы, декадные и месячные величины стока в н/б Волгоградского гидроузла в интервале 130-90 км^3. В экстремально маловодные половодья, в условиях эксплуатации вододелителя, при объемах стока за II квартал в интервале 85-75 км^3 обеспечиваются минимально необходимые для молоди рыб сроки затопления полоев. Данное обстоятельство достигается перераспределением стока воды вододелителем с запада дельты на восток при объемах попусков II квартала 75, 80 и 85 км^3 соответственно 2,89; 3,16 и 3,64 км^3. Дополнительный промвозврат в условиях работы вододелителя составит 5 тыс. т полупроходных и речных рыб.

Экономический эффект от работы вододелителя за 6 лет его эксплуатации (1977, 1978, 1982, 1983, 1988, 1989 гг.) составил в промысловом возврате 31 тыс. т полупроходных и туводных рыб.

При осуществлении предлагаемых гидрографов попусков за II квартал объемами в интервале 130-80 км^3 учитываются и интересы сельского хозяйства Астраханской области. Для затопления западных подстепных ильменей осуществляются сельскохозяйственные попуски расходами 27-26 тыс. м^3/с. При объемах стока 130-110 км^3 максимальный уровень воды в дельте достигает 565-561 см, что позволяет залить весь нерестовой фонд в 525 тыс. га (465 в дельте и 60 тыс. га в нижней зоне Волго-Ахтубинской поймы, а в Астраханской области 455 тыс. га), то есть все сенокосные угодья.

Существующие «Основные правила использования водных ресурсов Волгоградского водохранилища на реке Волге» (1982) не ориентированы на выполнение рыбосельскохозяйственных требований, несмотря на то, что в них декларируется необходимость выполнения таких требований. Так в § 13 «Основных правил…» сказано, что водные ресурсы Волгоградского водохранилища в период весеннего половодья используются для рыбохозяйственных и сельскохозяйственных попусков в н/б Волгоградского гидроузла. Однако, в следующем § 14 выполнение этих требований обставляется большим, практически неограниченным числом условий, так что выполнение требований рыбного и сельского хозяйства становится возможным только в многоводные годы. Материалы табл. 5 «Основных правил…» показывают, что рыбосельскохозяйственные попуски по величине отвечают требованиям этих отраслей только на уровне многоводных лет (при обеспеченности стока 30% и менее).

Совершенно очевидно, что природные водные ресурсы не могут быть использованы в интересах только одних потребителей и дискриминации других. Поэтому мы предлагаем не статичные, а динамично-дифференцированные объемы сработки водохранилищ (табл.4). Такой режим распределения стока во II квартале в маловодные и экстремально маловодные годы отражает возможный ущерб, который понесут все водопользователи, что является объективной реальностью.

Таблица 4 - Рекомендуемые объемы заполнения водохранилищ и рыбосельскохозяйственных попусков в годы различной обеспеченности стока

Характеристика естественного весеннего половодья р. Волги у г. Волгограда за апрель - июнь		**Объем стока на заполнение водохранилищ до НПУ, км^3**	**Объем попуска в низовья Волги при наполнении водохранилищ ВКК до НПУ, км^3**
Обеспеченность объема стока, %	**Объем стока (приточность к ВКК), км^3**		
5	231	80	151
10	205	65	140
20	188	58	130
30	176	55	121
40	166	46	120
50	157	37	120
60	149	34	115
70	141	30	111
80	131	25	106
90	119	24	95
95	109	19	90
97	103	18	85

Обеспечение в первую очередь рыбосельскохозяйственых попусков воды в период половодья в низовья Волги, как это предусмотрено «Основными правилами…» Волгоградского и Куйбышевского водохранилищ (1982), соответственно § 13 и §12, не выполняются. Оно должно осуществляться за счет сокращения зимней сработки водохранилищ.

В маловодные и средневодные годы необходимо ограничить зимнюю и предполоводную сработку в н/б Волгоградского гидроузла, сократив при этом свободную емкость водохранилищ до 18-50 км^3.

При регулировании стока в период зимней межени в условиях современных теплых зим необходимо учитывать то обстоятельство, что произошло внутригодовое перераспределение стока. Ранее принятая доля стока зимней межени (11%) в последнее время существенно возросла. Поэтому значительная часть стока поступает в ВКК зимой и тем самым уменьшается приток воды во II квартале. Это обстоятельство никак не учитывается при распределении водных ресурсов между водопользователями, но вместе с тем активно используется энергетиками для повышения выработки электроэнергии. Поэтому вся разница в объеме поступления воды в теплые зимы, по сравнению с долей зимней межени, заложенной в «Основных правилах…» должна аккумулироваться в ВКК водохранилищ и подаваться в низовья Волги в период весеннего половодья. Как отмечалось выше, в условиях зарегулирования стока Волги, все осуществляемые гидрографы деформированы по отношению к бытовым. Эта деформация выражается в более быстром подъеме и спаде волны половодья, раннем прохождении максимальных расходов воды и более ранним окончанием половодья. Сложившаяся многолетняя практика осуществления попусков воды в низовья Волги сопровождается ущемлением требований рыбного хозяйства.

Довольно часто в результате завышенных прогнозируемых величин приточности воды к ВКК водохранилищ во II квартале и последующей их корректировки в сторону уменьшения. Так в 2003 и 2004 гг. рыбохозяйственная полка была значительно сокращена по расходам воды и продолжительности. В 2003 г. До пика включительно половодье выполнялось по гидрографу объемом 125 км^3, а затем – по гидрографу в 80-90 км^3. Продолжительность рыбохозяйственной полки составила только 10 суток, вместо необходимых 20-25 суток, а объем стока за II квартал 103 км^3. Уровни воды в во-

дохранилищах на 1 июля были высокими и достигали отметок близких к НПУ (в Волгоградском 14,9 и Куйбышевском 52,5 м). Между тем, действующими «Основными правилами…» Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ (1982) для обеспечения заданного гидрографа рыбохозяйственных и сельскохозяйственных попусков допускается сработка части уже накопленного в них запаса воды, при этом минимальные уровни воды у плотины гидроузлов к началу навигационной межени (обычно к 1 июля) должны быть не ниже 13 м для Волгоградского и 51 м для Куйбышевского. При выполнении соответственно §16 и §15 «Основных правил…» упомянутых водохранилищ возможно было объем половодья (стока за II квартал) увеличить до 117 км^3 и получить в промвозврате от поколения 2003 года дополнительно около 14 тыс. т ценных промысловых видов рыб. Однако, эти возможности на практике не реализуются. Аналогичная картина наблюдалась и в половодье 2004 года. По расходам и продолжительности была урезана рыбохозяйственная полка при высоких уровнях воды в водохранилищах (в пределах НПУ). Зато после окончания половодья в июле и в начале августа, из-за переполнения водохранилищ сверх нормы, в холостую, в н/б Волгоградского гидроузла было сброшено более 7 км^3 воды.

В настоящее время существует две стратегии управления водными ресурсами ВКК.

Согласно одной, необходимо ежегодно заполнять водохранилища каскада в период прохождения половодья, с последующим использованием воды в интересах энергетики и других водопользователей. Весенний приток воды к каскаду должен перераспределяться между энергетиками и другими водопользователями с приоритетным осуществлением попусков воды в низовья Волги, с целью обводнения нерестилищ и сельхозугодий (Воропаев и др., 2003). Отметим, что существует проблема обводнения и заполнения западных подстепных ильменей с целью снабжения населения, проживающего в зоне их расположения для питьевых целей и обеспечения орошаемого земледелия. Однако, как отмечает Г.В. Воропаев с соавторами, такое решение может быть обеспечено только в многоводные годы.

В годы с низкой или пониженной водностью предлагается использование вододелителя.

Мы считаем, что более прогрессивной является идея экологизации попусков воды в низовья Волги на основе пересмотра действующих «Основных правил…».

Основой решения проблемы экологизации попусков воды в низовья Волги должно стать введение элементов многолетнего регулирования режимом сработки водохранилищ каскада (Гуськов, 1992; Гуськов, Подольский, 1991; Иванова, 1987; Катунин, Калмыков, Хрипунов, 1987; Дубинина, 2003 и др.).

Основным принципом, который должен быть заложен в решение проблемы экологизации попусков в низовья Волги является приоритетность сохранения водных и наземных экосистем Волго-Ахтубинской поймы, дельты Волги, Северного Каспия, имеющих большую социально-хозяйственную значимость не только для данного региона России. Экосистема низовьев Волги и Северного Каспия имеет высокий международный статус ввиду уникальности реликтовых автохтонных биологических объектов.

Решение проблемы экологизации попусков воды в низовья Волги лежит на путях решения следующих задач:

- создания модели управления водными ресурсами ВКК, включая в систему решений моделирования, также такие природные объекты как западные подстепные ильмени, нерестилища и сельхозугодья Волго-Ахтубинской поймы, водно-болотные угодья водоплавающих птиц, с целью их обводнения в необходимом режиме. Решением моделирования должно также стать обеспечение требований хозяйственных водопользователей Астраханской и Волгоградской областей, поскольку водные ресурсы р. Волги являются единственным источником водообеспечения населения и населенных пунктов;

- обеспечение высокой достоверности прогнозирования водохозяйственной обстановки в бассейнах рек Волги, Ка-

мы, Оки и их протоков на основе совершенствования научной базы прогнозов и их материального обеспечения;

- разработки новой редакции «Основных правил…» на основе многовариантного развития водохозяйственной обстановки в бассейне Волги в конкретном году, а также прогноза её развития на последующие годы;

- рационального использования воды всеми водопотребителями, имеющими нормативную базу, с целью сокращения ее расходов.

Со стороны рыбного хозяйства считаем включить в разработку управления ресурсами ВКК следующие требования. Требования рыбного хозяйства Волго-Каспия сводятся к тому, чтобы при среднем годовом стоке в 250 км^3 в нижний бьеф Волгоградского гидроузла осуществлять в течение средневодного года следующие попуски воды:

декабрь – март – 50 км^3;
апрель – июнь – 120 км^3;
июль – август – 34,8 км^3
(расход 6,5 тыс. м^3/с);
сентябрь – ноябрь – 45,2 км^3
(расход 5,75 тыс. м^3/с).

При этом в июле и августе расход воды в 6,5 тыс. м^3/с позволяют молоди осетровых стать более жизнестойкой. Осенью при этих расходах воды будут обеспечены условия для промысла рыб во время проведения путины.

Реализация режимов управления Волжско-Камского водохозяйственного комплекса должна естественно меняться в зависимости от запасов воды в водохранилищах и прогноза на приточность.

Так, в случае чрезвычайно высокой приточности в осенне-зимний период необходимо начинать увеличение сбросов воды в марте, своевременно вскрыв русло р. Волги на участке Волгоград – Каспийское море.

В годы с пониженной водностью стратегия подачи воды в низовья р. Волги должна быть иной, рассчитанной на экономию подачи воды до начала половодья.

Решение этой научно-хозяйственной задачи явилось бы большим научным достижением XXI века и способствовало бы реализации подобных задач в других регионах мира, где вопросы экологизации водохозяйственных систем стоят не менее остро.

Оценка влияния на водные биологические ресурсы и среду их обитания построенных ГЭС в Сибири и на Дальнем Востоке

Кириллов В.В., Коцюк Д.В., Визер А.М., Попов П.А.

1. В настоящее время существует объективное противоречие между тенденцией роста использования и потребления водных ресурсов при повышении требований к качеству воды и прогрессирующим отрицательным влиянием антропогенных факторов на водные объекты, уменьшение количества воды и ухудшение ее качества, в том числе и в Сибири. И снятие этого противоречия возможно лишь при рассмотрении его как части более общей проблемы оптимизации взаимоотношений социально-экономических и природных систем.

Стратегическим направлением решения проблемы обеспечения человека водой в достаточном количестве и необходимого качества является сохранение потенциала самовосстановления водных экосистем. Методологическая основа – системный подход, в том числе, анализ пространственно-временной организации водных экосистем.

Одним из важнейших направлений развития экономики Сибири и Дальнего Востока в последние десятилетия и на ближайшие годы является гидростроительство и создание крупных водохранилищ. Во второй половине прошлого столетия на реках Азиатской России построено 13 ГЭС. Это такие крупные гидроэлектростанции (по мощности и по размерам водохранилищ) как Красноярская, Братская, Саяно-Шушенская (табл. 1). В 1975 г. построена первая ГЭС на Амуре (Зейская). В настоящее время начался новый этап гидростроительства - в 2003 г. сдана в эксплуатацию Бурейская ГЭС и начато заполнение Бурейского водохранилища (наполнение до проектного уровня завершено в 2009 г.) В ближайшее время завершится строительство Богучанской ГЭС. Кроме этого ведутся проектно-изыскательские работы для строительства Нижнебурейской, Нижнезейской, Эвенкийской и многих других ГЭС.

По размещению в гидрографической сети по существующей классификации (Эдельштейн, 1998) водохранилища ГЭС в бассейнах Ангары и Енисея образуют каскады, остальные – относятся к системе одиночных или к одиночным водохранилищам. Это является предпосылкой большей управляемости гидрологическим режимом водохранилищ ГЭС Сибири и Дальнего Востока, по сравнению с Европейской частью страны.

2. Определяющей характеристикой водного объекта для отнесения его к водоемам (стоячие воды) или водотокам (текучие воды) является **интенсивность водообмена.** Водные объекты участвуют одновременно во внешнем обмене, при котором воды и вещества поступают извне и выходят за пределы водоемов, и во внутреннем, происходящем в самих водных объектах (Богословский, 1975).

Таблица 1. Характеристики водохранилищ ГЭС Сибири и Дальнего Востока (Савкин, 2000)

Водохранилище	Год создания	Река	Созданный подпор, м	Площадь водного зеркала, км^2	Полный объем, км^3	Амплитуда колебания уровня, м	Среднемноголетний коэффициент водообмена
Новосибирское	1959	Обь	19,8	1070	8,8	5	7
Красноярское	1970	Енисей	100	2000	73,3	18	1,8
Саяно-Шушенское	1990	Енисей	222	670	13,3	40	1,5
Майнское	1985	Енисей	19	14	0,1	3	45
Курейское	1990	Курейка	70	580	9,9	20	1,9
Хантайское	1970	Хантайка	50	2120	23,5	13	0,8
Иркутское	1958	Ангара	26	154	2,1	4,8	24-32
Братское	1967	Ангара	106	5478	169	-	0,5
Усть-Илимское	1974	Ангара	91	1922	59,4	-	2,0
Вилюйское	1973	Вилюй	70	2170	36,0	-	0,5
Колымское	1996	Колыма	108	440,7	14,56	-	-
Бурейское	2009	Бурея	140	740	20,94	20	-
Зейское	1985	Зея	115,5	2419	68,42	16	0,3

Показателем интенсивности внешнего водообмена служит условный водообмен $К_в=У_{пр}/У_в$ - отношение объема среднего годового притока в водоем ($У_{пр}$) к объему водоема при среднем уровне ($У_в$) (Григорьев, 1959а; 1959б; Долгов, 1954). Для участков рек $У_в=\omega L$, где ω - средняя площадь живого сечения на участке; L — длина участка. Применяется и другой показатель водообмена $К_{вб}=У_б/У_в$ - отношение объёма всех вод, участвующих во внешнем водообмене (атмосферные осадки плюс приток с бассейна или сток из водоема плюс испарение с водной поверхности) /$У_б$/ к тому же объему водоема /$У_в$/ (Буторин, 1965). Для проточных водоемов $К_в$ и $К_{вб}$ близки, для бессточных $К_{вб}$ лучше отражает специфику водного баланса. Водообмен зависит от удельного водосбора $\Delta F = F/f_o$ - отношение площади водосбора (F) к площади зеркала водоема (f_o) (Григорьев, 1959а; 1959б; Богословский, 1960; Соколов, 1959).

С интенсивностью внешнего обмена связана продолжительность пребывания вод в водоеме, и, следовательно, и степень воздействия на них автохтонных процессов водоема.

При интенсивном внешнем обмене доминирует транзит вод и веществ через водоем, при замедленном — аккумуляция в водоеме. Соответственно четко выделяются две группы водных объектов — транзитная и аккумулятивная, между которыми существуют промежуточные — транзитно-аккумулятивная и аккумулятивно-транзитная группы.

К **транзитной группе** относятся реки, отличающиеся наиболее интенсивным обменом ($К_в$ от 50 до 300 и более). Как приходную, так и расходную часть их водного баланса составляет сток. Количество воды, транспортируемое через участок реки, в десятки и сотни раз превышает объем русла, и обмен совершается в течение от одних до нескольких суток на участках в сотни километров.

Аккумулятивная группа включает океан и бессточные озера. В этих водных объектах нет транзита вод и веществ, связанного со стоком. Мировой океан имеет наименьшие из водных объектов земного шара показатели обмена ($К_{вб}=326*10^{-6}$). Полный обмен его вод может осуществиться примерно за 3000 лет. В крупных бессточных озерах (на-

пример, Аральское) водообмен может совершаться за десятки лет.

Транзитно-аккумулятивная группа представлена водохранилищами и проточными озерами. В их водном балансе, как и у рек, доминирует сток, дающий в водохранилищах 90% и более прихода и расхода, в озерах — несколько меньше. Водообмен в большинстве водоемов значительно меньше, чем у рек ($К_в$ оз. Ильмень около 3,4, Горьковского водохранилища 6,1, Днепровского 15, Новосибирского 7), воды обмениваются несколько раз в год.

Аккумулятивно-транзитную группу составляют крупные пресные сточные озера, близкие по водообмену к аккумулятивной группе ($К_в$ Телецкого озера 0,16, Ладожского 0,07, Онежского — 0,05, Байкала 0,003), но отличающиеся от нее постоянным, хотя и слабым, транзитом вод и веществ, связанным со стоком. Полный обмен вод может совершаться в течение десятков и даже сотен лет.

Зарегулирование стока рек приводит к переходу водного объекта из транзитной группы в транзитно-аккумулятивную или, даже, в аккумулятивно-транзитную.

Из рассматриваемых водохранилищ Азиатской части России Зейское, Братское, Вилюйское и Хантайское по величине внешнего водообмена можно отнести к аккумулятивно-транзитной группе, остальные – к транзитно-аккумулятивной. Поэтому, большинство крупных водохранилищ Сибири и Дальнего Востока – открытые системы, с большой зависимостью их гидрологического и, соответственно, гидрохимического и гидробиологического режимов от колебаний водности питающих их рек, а так же от управляющих решений по их наполнению и сработке.

Чем слабее внешний обмен водоема, тем меньшую роль в формировании и функционировании его биоценозов играет бассейн, большую — автохтонные процессы водоема и тем стабильнее характеристики экосистемы в целом.

3. Влияние уровенного режима на биологические ресурсы, в том числе и на рыб имеет место как в естественных водоемах (реках и озерах), так и в водохранилищах, и проявляется как непосредственно, так и опосредованно, через изменения, оказываемые этим фактором на гидрологические, гидрофизические и гидробиологические характеристики водоема (Авакян, Ривьер, 2000; Терещенко, Терещенко, 2004). В результате такого, интегрального, воздействия в водоемах складываются весьма лабильные условия миграций, размножения, развития и роста, питания и зимовки рыб (Тюрин, 1961, 1967; Поддубный, 1971; Замятин, 1977; Экология рыб…, 2006). В отличие от колебаний уровенного режима в водохранилищах, обусловленных не только динамикой притока, но и регулированием стока человеком, в естественных водоемах колебания уровня воды связаны, в основном, с изменениями климата – снижением и повышением увлажненности того или иного региона, и носят циклический характер (Максимов, 1989).

Из 13 представленных в таблице 1 водохранилищ, максимальной амлитудой колебания уровня (40 м) характеризуется Саяно-Шушенское водохранилище, наименьшие значения указаны для Майнского и Новосибирского водохранилищ. Ежегодная проектная сработка уровня Новосибирского водохранилища в осенний и подледный периоды составляет около 5 м. Даты начала сработки и ее продолжительность зависят от водности отдельных годов и сезонов. В среднем по многолетним данным сработка водохранилища продолжается 200 дней, уровень воды при этом понижается на 4,75 м с интенсивностью 3 см в сутки (Русловые процессы, 2001). Интенсивность снижения уровня возрастает по мере уменьшения объема водохранилища и достигает своего максимума в марте – апреле – до 7-8 см в сутки. Минимальная отметка уровня сработки обычно достигается во второй декаде апреля. При этом в нижней зоне водохранилища уровень снижается на 4,5–5,0 м, в верхней зоне и зоне выклинивания подпора сработка уровня составляет 3,0–1,5 м (Подлипский, Садовяк, 1985). Площадь ежегодно осушаемых мелководий составляет одну треть водохранилища – около 35 тыс. га (Благовидова и др., 1976). Из указанной

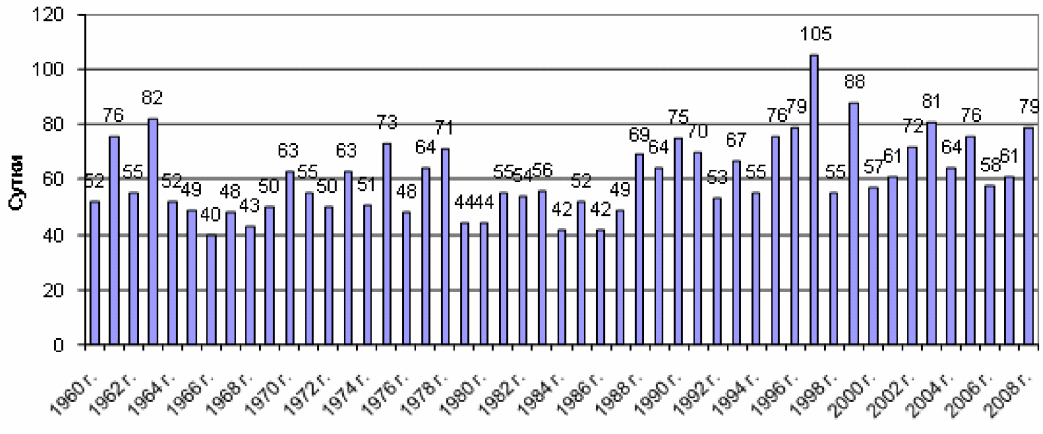
площади осушаемых мелководий в верхней части водохранилища находится 40 %, в Ирменском плесе 26, в средней и приплотинной частях соответственно 17 и 13 % (Благовидова, 1972). Снижение уровня ниже УМО (108,5 м) увеличивает зону осушения до 40 % акватории водоема и увеличивает скат рыб в нижний бьеф (Сецко, Исмуханов, 1983).

Исходя из сроков достижения НПУ, можно выделить годы раннего (до 10 июня), среднего (11–20 июня) и позднего (21 июня–27 августа) наполнения водохранилища до этой отметки. Годы раннего наполнения водоема до НПУ преобладали в первые десятилетия существования водохранилища, с 1989 г. их пришлось два на десятилетие, после 1994 г. водохранилище наполняется не ранее второй декады июня (рис. 1).

4. В Новосибирском водохранилище обитают редкие и ценные рыбы – сибирский осетр, стерлядь и нельма.

До образования Новосибирского водохранилища на этом участке Оби, включая придаточные водоемы, обитала сибирская минога и 22 вида рыб. Из них осетр и нельма были представлены полупроходными экологическими формами – мигрирующими из Обской губы в верховья реки на нерест, остальные виды – туводными экологическими формами, не совершающими в течение жизни протяженных миграций. С перекрытием реки плотиной Новосибирской ГЭС в верховьях Оби оказалось около 40 % нерестовых площадей осетра и около 70 % – нельмы. До зарегулирования стока р. Оби размножение полупроходного сибирского осетра происходило в русле самой Оби, а так же в притоках верховий реки – реках Катунь, Бия, Чарыш, Ануй, Песчаная (Сецко, 1969). После образования Новосибирского водохранилища в верхнем бъефе плотины ГЭС сформировалось туводное стадо осетра, для которого Новосибирское водохранилище служит местом нагула производителей и разновозрастной молоди (Экология рыб.., 2006). В верхнем бъефе Новосибирского гидроузла обитает изолированно от другой части обской популяции стадо стерляди. В водохранилище имеются обширные нагульные угодья, главным образом, в русловой части верхней зоны и локальные участки, где проявляется речной режим, пригодные для размножения этого вида рыб. Зимовка основной массы стерляди происходит в речной системе выше зоны выклинивания подпора водохранилища. До гидростроительства Верхняя Обь и ее притоки являлись местом нереста нельмы и обеспечивали существование мощной обской популяции вида. Плотина Новосибирской ГЭС разделила единый ареал нельмы на два изолированных участка и в верхнем бъефе образовалось туводное стадо вида (Конева, 1969)

Рис. 1. Длительность наполнения водохранилища до НПУ в период с 1960 по 2008 г.



В настоящее время в Новосибирском водохранилище обитает сибирская минога и 26 видов рыб. Из 7 видов рыб (сазан, пелядь, европейская ряпушка, судак, белый амур, толстолобик, лещ), вселявшихся в водохранилище в первые годы его существования, только сазан, лещ и судак акклиматизировались в нем, но лишь судак и, особенно, лещ стали сравнительно многочисленными. Пелядь изредка встречается в уловах, но факт ее размножения в водохранилище не установлен. Из непромысловых видов случайным вселенцем, хорошо приспособившимся к условиям жизни в водохранилище, является верховка (Котов, Визер, 2000; Попов и др., 2000; Бабуева, 2005; Попов, 2008).

С начала 1970-х годов условия нереста всех промысловых рыб-фитофилов в водохранилище, как правило, неблагоприятные, что обусловлено комплексом абиотических факторов, главным из которых является уровенный режим, от которого зависит площадь нерестовых угодий и температура воды во время вымета половых продуктов, степень выживаемости личинок и молоди рыб. В итоге, численность рыб-аборигенов с весенним нерестом в водохранилище в настоящее время низка и поддерживается лишь за счет ската из р. Оби. Промысловый лов в водохранилище базируется на вылове леща, оказавшегося наиболее приспособленным к весьма лабильным условиям воспроизводства и менее подверженным со стороны не лимитируемого вылова организациями и браконьерами (Визер и др., 1997, Визер, 2008).

О недостатке полноценного естественного нерестового субстрата свидетельствует и активное использование рыбами водохранилища искусственных нерестилищ типа сетное полотно и перемет. Прежде всего, это относится к рыбам с поздними и средними сроками нереста – лещу, плотве и окуню. Гораздо реже на искусственном нерестовом субстрате встречается икра рыб, размножающихся в более ранние сроки – судака и язя (Визер и др., 1997, Визер, 2008). Установка нерестилищ в начале мая в значительной мере компенсирует нехватку естественных нерестилищ и обеспечивает расчетный выход рыбопродукции, главным образом, леща до 115–275 т.

Период до начала 1980-х гг. характеризовался высоким ежегодным пополнением промыслового стада судака. В эти годы наполнение водохранилища до НПУ происходило, как правило, сравнительно рано. Производители судака не испытывали недостатка в полноценном нерестовом субстрате даже в условиях низкой водности благодаря наличию нерестилищ на глубоких участках водоема. Обилие мелкочастиковых рыб и их молоди обеспечивало благоприятные условия нагула всех возрастных групп судака. В этот период наблюдался рост промысловых уловов судака, что объективно отражало увеличение численности промыслового стада этой рыбы в водоеме (рис. 2). Все последующие годы характеризуются ухудшением условий воспроизводства и нестабильностью пополнения промыслового стада судака. Глубоководные нерестилища выходят из строя, нерестилища на мелководьях заливаются позже необходимых сроков нереста и позже прогрева воды до нерестовых температур. Ухудшаются условия развития и роста молоди. Высокоурожайные годы редки (1986, 1994 и 2002 гг.). С середины 1990-х гг. все большую роль в снижении урожайности новых поколений судака начинает играть уменьшение численности производителей и омоложение популяции в результате интенсивного вылова старшевозрастных групп (Селезнева, Трифонова, 2007). Все годы с высокой численностью молоди судака в период мальковой съемки (в августе) входят в категорию маловодных и средневодных, с пониженной или умеренной проточностью в летний период (Битюков, 1998). Затопление прибрежных нерестилищ в эти годы было хотя и поздним (с третьей декады мая), но интенсивным. В связи с медленным прогревом воды нерест был растянут (у всех видов рыб с весенним нерестом) и продолжался до первой декады июня, что позволило отнереститься большинству производителей. Во все эти годы наблюдалась хорошая обеспеченность пищей молоди судака в первой половине лета, что обеспечило их высокую выживаемость. Но благоприятные

условия нереста и высокая урожайность молоди рыб не является полной гарантией того, что такая генерация будет столь же многочисленна при вступлении в промысел, поскольку результаты выживания рыб до репродуктивного возраста находятся в большой зависимости от обеспеченности пищей (Никольский, 1974).

Пагубность углубленной сработки водохранилища ниже отметки уровня 108,0 м, когда осушаются и изолируются от русловой части места зимовки наиболее массовых видов рыб – леща и судака, а площадь акватории сокращается до минимума, становится очевидной при анализе объемов вылова рыбы в годы, следующие за сработкой уровня ниже УМО. Так, существенная сработка уровня ниже УМО в 1981 и 1982 гг. привела к заметному снижению уловов рыб, особенно судака, в ряд последующих лет, когда в промысел вступали поколения молоди, попавшие под воздействие углубленной сработки. Снижение численности молоди леща и судака произошло как в результате гибели их на обсыхающих мелководьях, так и в результате выноса в нижний бьеф ГЭС, поскольку по мере падения уровня молодь (и взрослые особи) концентрировалась в русловой части водоема, где, величины стоковых течений имеют максимальные значения (Савкин, 2000).

Многолетние исследования зообентоса водохранилища показывают, что в наибольшей зависимости от гидрологического и термического режима находится наиболее разнообразная и многочисленная группа зообентоса – личинки хирономид. Большинство личинок хирономид – типичные лимнофилы, их молодь ведет пелагический образ жизни, поднимаются к поверхности воды перед превращением в имаго и куколки. В случае повышенной и высокой проточности водоема эти, пелагические, стадии зообентосных организмов в значительном количестве, как и ранняя молодь рыб, выносятся в нижний бьеф. В многоводные годы на значительных по площади участках дна в верхней, средней и, реже, нижней частях водоема происходит смыв и передислокация наиболее продуктивных заиленных грунтов с населяющими их организмами. Происходит обеднение видового состава и резкое снижение численности донной фауны, вплоть до полного ее исчезновения (Благовидова, 1976; Сипко, 1998).

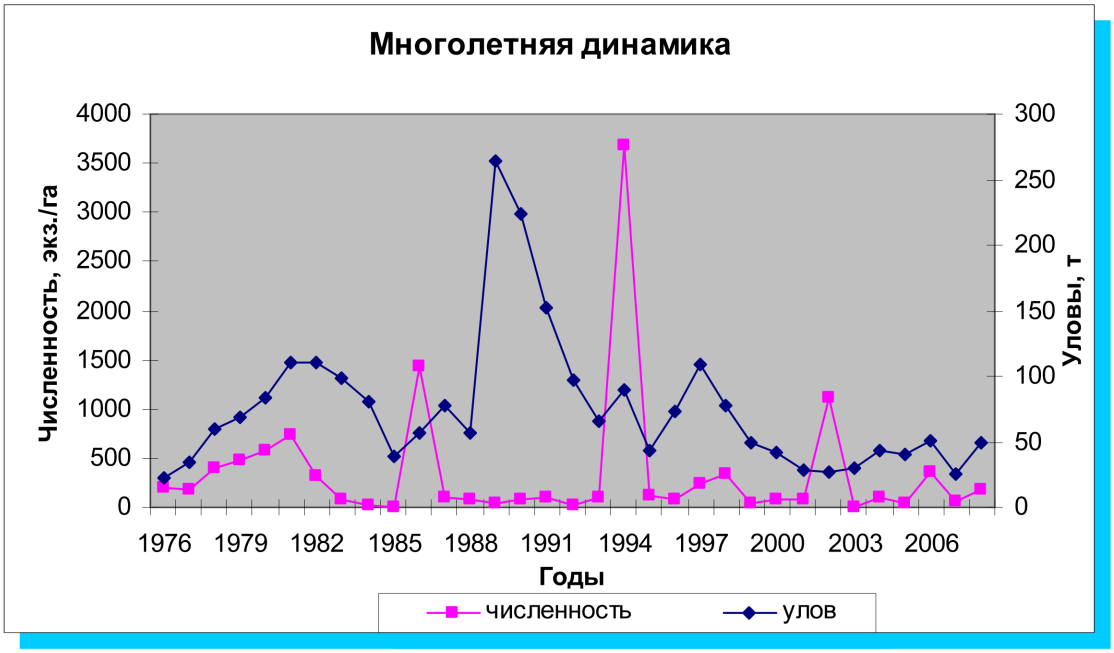


Рис. 2. Динамика численности сеголетков и промысловых уловов судака в Новосибирском водохранилище

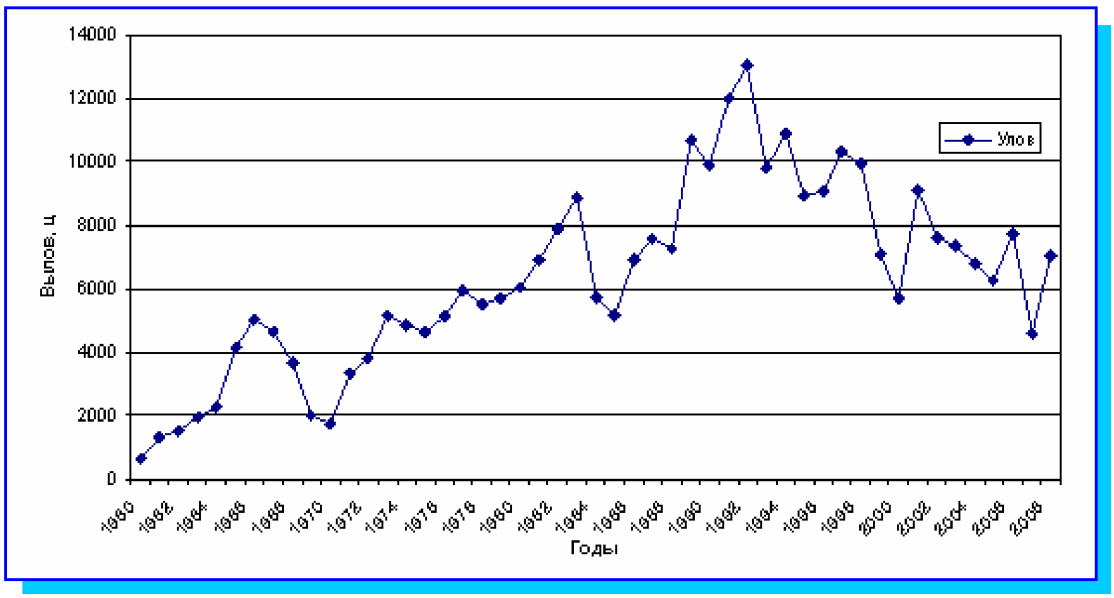


Рис. 3. Динамика промыслового вылова рыб в Новосибирском водохранилище с 1960 по 2008 гг.

В целом, в Новосибирском водохранилище добыча всех промысловых видов рыб в первые десять лет (1958–1967 гг.) его существования составляла в среднем 2239 ц в год, во вторые десять лет (1968–1977) – 4 071, в третьи десять лет (1978–1987) – 6965, в период с 1988 по 1996 г. – 10150 ц (рис. 3). В 2001 г. вылов рыб равнялся 9090 ц, в том числе леща – 8338 и судака – 293 ц, в 2002 г. – 7613, 7038 и 272 ц соответственно, в 2003 г. – 7339, 6799 и 296, в 2004 г. – 6312, 5596 и 430, в 2005 г. – 5795, 5089 и 401 ц, в 2006 г. – 7 759, 6 866 и 506, в 2007 г. – 4602, 3959 и 286, в 2008 г. – 7063, 6200 и 529 ц, соответственно. Ежегодный вылов других видов рыб в водохранилище в 2002–2008 гг. составил в среднем: плотвы – 44 ц, язя – 135, карася серебряного – 36, окуня – 38, щуки – 15, налима – 63 ц (Сецко, 1976 б, 1986, 1997; Котов, Визер, 2000).

В качестве основной **рекомендации оптимизации уровенного режима Новосибирского водохранилища** с позиций рыбного хозяйства, предлагается регулирование режима наполнения и сработки водохранилища с учетом необходимости достижения уровня 112 м в конце первой декады мая, достижения НПУ – в последней декаде мая; при этом подъем уровня должен осуществляться равномерно. Также равномерно и не ниже УМО должна происходить сработка уровня в подледный период. В экстремально маловодные годы, при вынужденной сработке уровня ниже УМО, это должно осуществляться плавно и не превышать 7–8 см в сутки, что позволит рыбам выйти из мелководной зоны в глубокую часть водоема. В период осенней сработки водохранилища (в течение сентября – октября) уровень не должен снижаться за отметку 112,5 м, во избежание осушения биотопов с богатой кормовой базой зообентоса – основных мест нагула рыб**.**

5. Для **водохранилищ бассейна Амура**, как и для других бассейнов, строительство гидроузлов на реках и создание водохранилищ приводит к значительному сокращению количества мест обитания рыб и гидробионтов относительно исходного водоема, так как река со своей придаточной системой имеет большее количество биотопов, чем водохранилище. Для проходных и полупроходных рыб перекрываются миграционные пути, следовательно, неизбежны количественные сокращения состава ихтиофауны. Так, после строительства Зейской ГЭС состав ихтиофауны сократился с 38 до 26 видов. В результате строительства Бурейской ГЭС состав ихтиофауны сократился с 46 до 22 видов.

В дальневосточных водохранилищах исчезли ценные проходные и полупро-

ходные виды рыб, в частности, осетровые (калуга и амурский осетр) и лососевые (кета). Причина этого - перекрытие миграционных путей, как нерестовых так и нагульно-зимовальных. Промысловые реофильные виды рыб (таймень, ленки, хариус и сиги) также вытеснены из водохранилищ в его притоки. Нагуливаются эти виды в притоках водохранилищ и изредка встречаются в зонах переменного подпора. Из мелководных притоков, не имеющих зимовальных ям, они скатываются на зиму в зону переменного подпора, где еще сохраняется небольшое течение и присутствуют достаточные глубины. В результате ухудшения условий нереста в бассейне водохранилищ исчезают некоторые пелагофильные, остракофильные и литофильные виды рыб. В водохранилищах Дальнего Востока отмечается также сокращение видового богатства фитопланктона, перифитона, зоопланктона и зообентоса.

Помимо сокращения видового богатства многими авторами выделяется несколько последовательных этапов становления экосистемы водохранилищ. В целом выделяется 3 основных этапа, или периода.

1. Период заполнения водохранилища. В это время наблюдается не только сокращение количества видов в составе ихтиофауны, но происходит резкое увеличение численности лимнофильных рыб-фитофилов. Этот период часто называют «периодом взрыва» или «фазой повышенной трофики», а вспышку численности фитофилов на этом этапе «эффектом подпора». В этот период в дальневосточных водохранилищах наблюдалась вспышка численностям амурской щуки, а в сибирских – щуки обыкновенной.

2. Период формирования ложа и берегов водохранилища. В этот период условия нагула и воспроизводства для фитофилов становятся неблагоприятными, возрастает значимость рыб, которые менее подвержены воздействию нестабильного уровенного режима, как правило, это литофилы. Наблюдается снижение кормовой базы и некоторых биологических показателей рыб – роста, плодовитости, времени полового созревания и др. Этот период называют «фазой наполненного объема» или «периодом трофической депрессии экосистемы».

3. Период «рабочего режима» или «относительной стабилизации». Этот период, как правило, характеризуется некоторым повышением трофики, но на более низком уровне, чем в период заполнения. Наглядно процесс сукцессии ихтиоценоза водохранилищ можно продемонстрировать на примере Зейского (рис. 4)

Как указано выше, в процессе становления экосистемы водохранилищ наблюдаются периоды высокой продуктивности и ее спада. Происходит смена благоприятных и неблагоприятных условий для одних и для других видов. Все это не может не отразиться на биологии рыб. Рассмотрим изменения в биологии вида на примере амурской щуки Зейского водохранилища. Средние значения длины (Ad) амурской щуки в различные периоды формирования Зейского водохранилища претерпевали значительные изменения. Так, в возрасте 3 лет средняя длина (Ad) амурской щуки в речной период (1975 г.) составляла 381 мм, а в период заполнения (1980 и 1985 г.) она возросла, соответственно, до 667 и 648 мм. В период формирования водохранилища (1991 г.) средняя длина амурской щуки в возрасте 3 лет уменьшилась до 431 мм. В настоящее время (2006–2008 гг.) в этой же возрастной группе средняя длина составляет 460 мм (табл. 2). Аналогичная динамика наблюдается и в других возрастных группах. Проведенные сравнения по Т-критерию Стьюдента показали достоверность различий практически во всех случаях на 1%-ном уровне значимости. Различия не достоверны только в паре сравнения за 1980 и 1985 гг.

Аналогично размерным характеристикам, значительная изменчивость характерна и для показателей массы тела амурской щуки. Так, в возрасте 3 лет значения массы по периодам варьировали более чем в 5 раз. В 1975 г. средняя масса амурской щуки составляла 503 г, а в 1980 и 1985 гг. она увеличилась соответственно до 2622 и 2640 г. Снижение этих показателей наблюдалось в 1991 г и

в 2006–2008 гг. соответственно до 792 и 832 г (табл. 3). Проведенный анализ сравнения по Т-критерию Стьюдента показал достоверность различий практически во всех случаях.

Ретроспективный анализ размерной структуры уловов амурской щуки показывает, что в различные годы наблюдений доминировали различные размерные группы. Так, в 1975 г. в уловах преобладала размерная группа 35–40 см. В период заполнения модальной являлась группа 65–70 см (1980, 1985 гг.). А в периоды формирования и рабочего режима доминировать стали группы соответственно 35–40 см и 40–45 см в 1991 г и в 2007 гг. (рис. 5).

Таблица 2. Длина (Ad) амурской щуки из Зейского водохранилища, мм

Возраст	Годы				
	1975 г. M ± m Lim (n)	1980 г. M ± m Lim (n)	1985 г. M ± m Lim (n)	1991 г. M ± m Lim (n)	2006–2008 гг. M ± m Lim (n)
1+	162,10±6,04 125–225 (14)	437,90±13,81 285–547 (19)	416,65±12,41 252–468 (28)	119,24±6,67 102–156 (16)	256,14±3,59 195–289 (13)
2+	316,11±5,95 285–350 (12)	568,72±21,55 405–670 (168)	559,43±23,25 362–682 (92)	321,39±12,00 251–368 (33)	409,33±7,64 332–458 (83)
3+	381, 34±7,51 355–425 (29)	667,41±25,88 510–875 (265)	648,17±31,56 562–712 (71)	431,11±15,26 386–479 (46)	459,65±12,56 400–532 (186)
4+	420,71±6,52 391–445 (8)	833,11±14,66 772–930 (4)	716,25±14,64 653–786 (17)	505,19±9,58 467–583 (61)	520,55±11,83 460–595 (186)
5+	473,80±5,69 451–495 (10)	913,00 (1)	845,31±10,27 795–883 (6)	537,34±10,24 503–588 (50)	575,14±19,56 524–645 (124)
6+	496,07±6,21 475–526 (5)	-	958,70±9,53 901–986 (3)	608,00±9,53 576–692 (28)	621,61±15,35 545–689 (35)
7+	537,06±8,95 514–553 (5)	-	-	-	-
8+	572,54±13,28 550–596 (3)	-	-	-	-

Таблица 3. Масса (г) амурской щуки из Зейского водохранилища по годам наблюдений

Возраст	Годы				
	1975 г. M ± m Lim (n)	1980 г. M ± m Lim (n)	1985 г. M ± m Lim (n)	1991 г. M ± m Lim (n)	2006–2008 гг M ± m Lim (n)
1+	108,44±14,28 96–132 (14)	762,46±62,31 310–920 (19)	555,35±44,53 473–628 (28)	144,11±26,86 102–156 (16)	211,42±35,82 180–328 (13)
2+	310,67±21,59 294–348 (12)	1500,91±83,29 730–2520 (168)	1625,73±79,57 1273–1983 (92)	340,05±53,21 251–394 (33)	461,23±38,59 410–553 (83)
3+	503,24±42,53 429–554 (29)	2622,52±196,35 1690–3980 (265)	2640,18±255,81 2156–3184 (71)	792,63±53,62 523–958 (46)	855,20±64,29 720–995 (186)
4+	764,30±48,81 709–832 (8)	4885,29±317,62 4270–6750 (4)	4710,38±562,34 3952–5627 (17)	1140,16±94,26 937–1357 (61)	1295,28±128,31 1050–1545 (186)
5+	930,05±69,27 864–1156 (10)	7870,00 (1)	7890,24±951,29 6731–9957 (6)	1404,10±94,38 1256–1792 (50)	1685,32±182,11 1352–1897 (124)
6+	1235,21±91,5 1003–1438 (5)	-	12340,06±253,56 9853–14823 (3)	2230,09±168,27 1894–2673 (28)	2654,37±256,82 2230–3368(35)
7+	1730,54±78,51 1562–1937 (5)	-	-	-	-
8+	2009,71±219,06 1789–2203 (3)	-	-	-	-

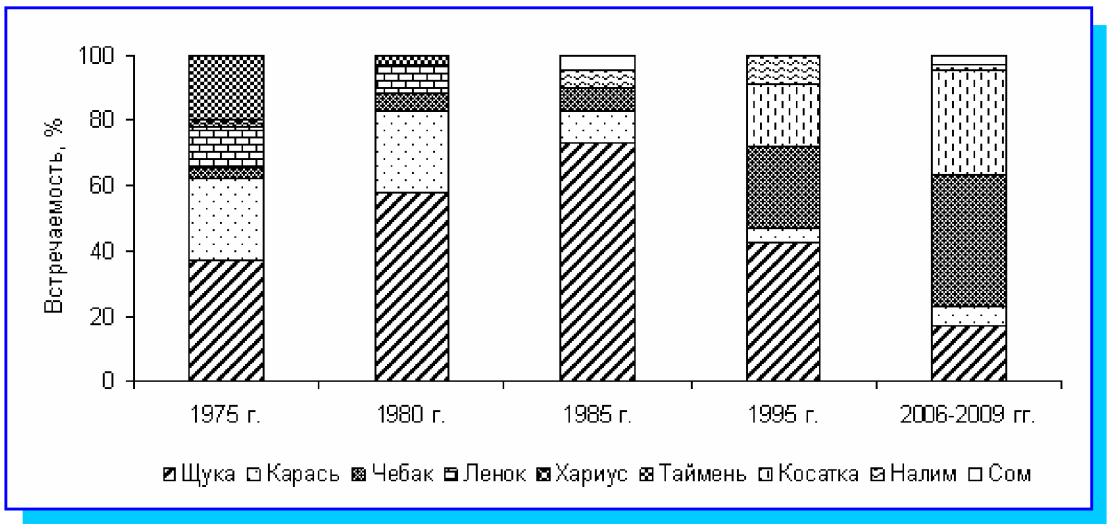


Рис. 4. Динамика видовой структуры уловов из Зейского водохранилища по биомассе



Рис. 5. Размерная структура уловов амурской щуки из Зейского водохранилища по периодам наблюдений

Линейный рост амурской щуки из Зейского водохранилища хорошо описывается уравнением Берталанфи, графически представляя собой асимптотические кривые. Точки перегиба этих кривых приходятся на возраст 4–5 лет (рис. 6). Во все годы наблюдений наибольшие приросты приходятся на первые 2–3 года. Однако эти показатели значительно изменяются по периодам формирования водохранилища. Так, длина годовиков (абсолютный прирост первого года) была максимальна в 1980 г. (437 мм) и 1985 г. (416 мм), а минимальна в 1975 г. (162 мм) и 1991 г. (119 мм). К возрасту 3–4 лет происходит снижение линейных приростов приблизительно в 2–4 раза. Так, приросты третьего года составляли в 1975 г. 39 мм, в 1980 г. 165 мм, в 1985 г. 68 мм и 74 и 52 мм соответственно в 1991 и 2007 г. А к 9–10 годам кривые линейного роста выходят к горизонтальной асимптоте.

Одной из наиболее показательных величин является значение асимптотической длины. По данным 1975 г. значение асимптотической длины составило 604 мм. К 1980 и 1985 гг. произошло резкое увеличение этого показателя соответственно до 1104 и 1001 мм. А по данным 1991 и 2007 г. наблюдается снижение асимптотической длины соответственно до 648 и 649 мм (табл. 4).

Рассматривая половое созревание амурской щуки в ретроспективном аспекте скажем, что возраст массового полового созревания амурской щуки в условиях Верхней Зеи составлял 3 года, в 4 года все самки в улове были половозрелыми. В период заполнения амурская щука созревала в среднем на один год раньше. По данным 1979 г. амурская щука созревала уже в возрасте 2 лет при длине 540 мм и массе 1480 г 86 % самок были половозрелыми. А к 1991 г. со снижением показателей длины и массы тела увеличились и сроки созревания амурской щуки, возраст массового созревания составлял 3 года. В настоящее время (данные собственных исследований) амурская щука в условиях Зейского водохранилища начинает созревать в возрасте 2 лет, возраст массового полового созревания 3 года.

Отмечается и изменение показателей плодовитости в различные периоды наблюдений. Так, в период заполнения средняя индивидуальная плодовитость амурской щуки в среднем составляла 41863 икринки. По нашим данным в настоящее время этот показатель снизился до 35912 икринок.

Ранее было показано, что создание водохранилищ кардинальным образом отразилось на состоянии ихтиофауны. Многие виды, которые ранее были обычны, исчезли, другие, наоборот, стали более распространенными. Также отмечается и изменение биологических характеристик рыб. Все это, конечно, не могло не отразиться на структуре промысла. Рассмотрим изменение структуры промысла в связи с созданием Зейского водохранилища. За 55 лет вылов по данным официальной промысловой статистики составлял в разные годы от 0,50 до 281,85 т (см. рис. 7).

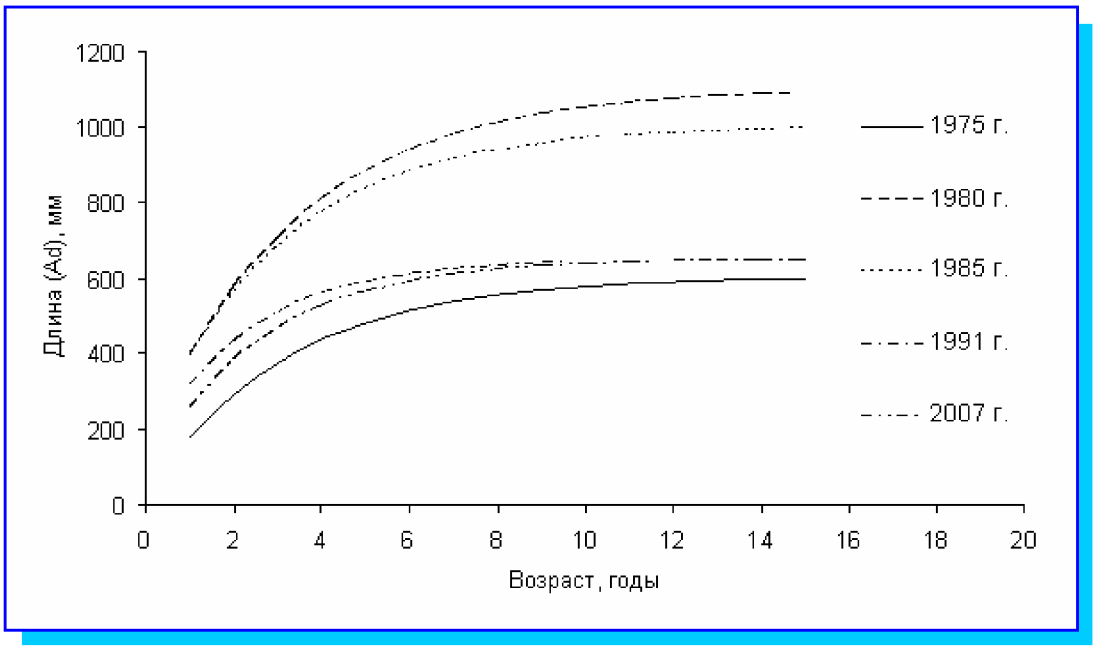


Рис. 6. Линейный рост амурской щуки из Зейского водохранилища

Таблица 4. Значение коэффициентов уравнения Берталанфи для линейного роста амурской щуки из Зейского водохранилища

Годы	Коэффициенты и их стандартные ошибки			R^2
	L_∞±s.e.	k±s.e.	t_0±s.e.	
1975	604,65±46,45	0,31±0,08	-0,12±0,32	0,98
1980	1104,53±127,48	0,29±0,07	-0,54±0,38	0,96
1985	1001,09±166,02	0,32±0,17	-0,59±0,71	0,94
1991	648,73±40,32	0,44±0,08	-0,52±0,12	0,99
2007	649,65±70,51	0,38±0,15	-0,33±0,46	0,98

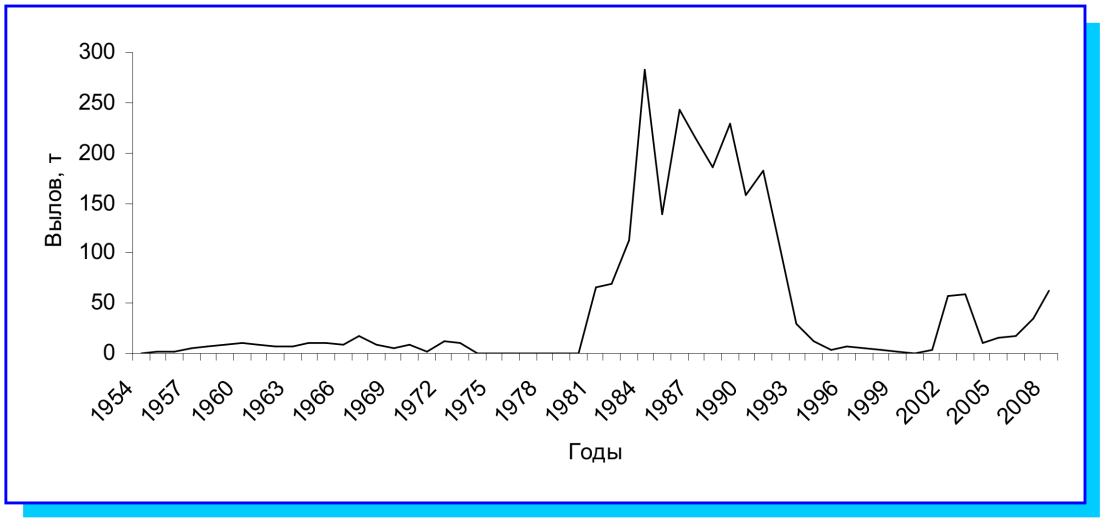


Рис. 7. Данные официального вылова по бассейну Верхней Зеи и Зейскому водохранилищу

В период до зарегулирования Зеи (до 1975 г.) вылов был невелик, в среднем ежегодно вылавливалось 7,47 т рыбы, максимальный вылов наблюдался в 1967 г. (17,92 т). Наибольший вылов приходится на вторую половину периода заполнения Зейского водохранилища (1981–1985 гг.) и на период формирования (1986–1995 гг.). В этот период в среднем вылавливалось 165,28 т рыбы ежегодно, максимальный вылов наблюдался в 1984 г. (281,85 т). В период с 1996 по 2001 г. наблюдался обвал вылова, до 0,5 т в год, причины этому как экономические (падение рентабельности добычи частиковых видов рыб, очевидно и влияние общего спада в экономике в 1990-е г.), так и биологические (закономерное снижение численности в первую очередь щуки и карася в Зейском водохранилище). В настоящее время наблюдается некоторый подъем вылова, в первую очередь это связано с организацией платного лицензионного рыболовства. Средняя величина вылова рыбы в Зейском водохранилище за последние 5 лет составляет 32,27 т (рис. 55).

Отметим, что в период до зарегулирования реки промысел был многовидовым. Официальная статистика велась по 11 промысловым видам рыб. Ежегодно участвовали в промысле карась, щука, чебак, таймень и ленок. Косатка, сом и конь отмечались в качестве прилова. Сиги, хариус и налим промышлялись в период весеннего подъема и осеннезимнего ската при благоприятном гидрологическом режиме.

С началом заполнения Зейского водохранилища (1975 г.) был введен запрет на промышленное рыболовство, официально промысел был разрешен в 1981 г. С этого года началось активное освоение сформировавшихся на этот период времени запасов щуки. Промысел стал фактически одновидовым. Субдоминирующим промысловым видом (или в качестве прилова) в этот период являлся карась, его доля в уловах не превышала 20 %. Остальные виды в промысле не участвовали, так как или совсем исчезли из водохранилища, или являлись крайне малочисленными.

Начиная с 1995 г. промысел опять становится многовидовым. В настоящее время в Зейском водохранилище промысловое значение имеют 6 видов рыб (щука, карась, чебак, косатка, сом и налим). Несмотря на то, что наиболее массовыми видами являются чебак и косатка промысел продолжает базироваться на более традиционных и более ценных видах (щуке и карасе).

Рассматривая значимость запаса промысловых рыб в дальневосточных водохранилищах в общем промысловом запасе рыб бассейна Амура, объединяя данные по группам промысловой статистики. Традиционно промысловой статистикой пресноводные виды рыб объединяются в две группы: крупный частик (промысловая длина которых бо-

лее 25 см), к ним относятся такие виды, как амурская щука, амурский сом, налим и др., и мелкий частик (промысловая длина которых менее 25 см) – чебак, косатка-скрипун и др. Карась выделяется отдельно.

Суммарный запас карася в бассейне р. Амур на 2009 г. по обобщенным данным оценен в 2241 т. Из этого объема только 95 т (4,24 %) приходится на запас карася в водохранилищах (Зейское водохранилище). Общий бассейновый запас крупного частика составляет 2888 т, из которых 154 т (5,33 %) приходится на Зейское водохранилище и 250 т (8,66 %) на Бурейское. Суммарная биомасса мелкого частика в бассейне Амура оценена в 2931 т, на долю Зейского водохранилища приходится 210 т (7,16%), а на долю Бурейского 120 т (4,09%) (рис. 8).

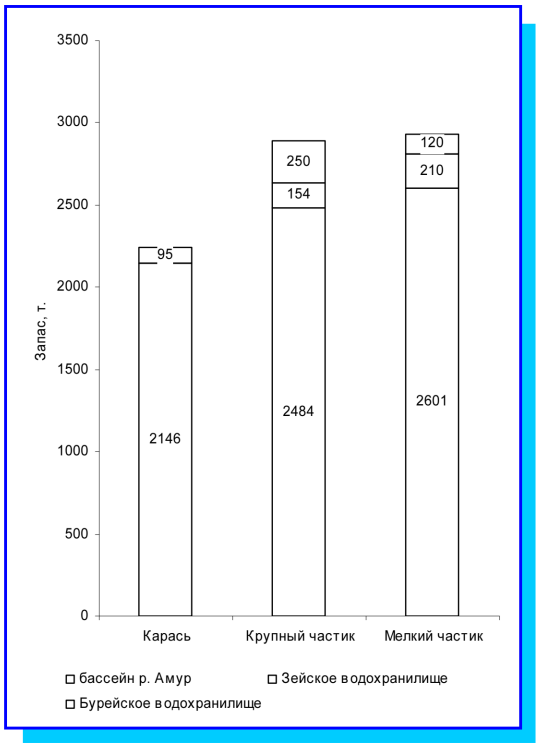


Рис. 8. Запасы промысловых видов рыб в бассейне Амура

6. Для **направленного формирования ихтиофауны,** наряду с созданием искусственных нерестилищ и рыборазводных хозяйств, целесообразна интродукция, хотя для дальневосточных водохранилищ она оказалась неудачной. За два периода зарыбления (1986–1990 и 1996–2004 гг.) в Зейское водохранилище выпущено: молоди байкальского омуля 157,4 млн шт., молоди пеляди 24,9 млн шт. и байкальских гаммарид *Gmelinoides fasciatus* и *Micruropus rossoliskii* 5,6 млн шт. Эффект оказался очень скромным, суммарный вылов байкальского омуля в Зейском водохранилище не превысил 7 т, фактический коэффициент возврата составил 0,02–0,03 %, что в тысячу раз ниже прогнозируемого. Пелядь в уловах встречалась единично. Сходные значения промыслового возврата были получены и на Братском водохранилище.

В других сибирских водохранилищах интродукция была более удачной, например в Красноярском. В 1967 – 1979 гг. зарыбление сиговых производилась на личиночной стадии, а 1980 г. производится зарыбление молодью массой от 2 до 8 грамм. Среднемноголетние объемы зарыбления составили порядка 2,5 млн. экз., что обеспечило плотность посадки до 10–15 экз./га. В первый период зарыбления наблюдалось большое выедание интродуцентов окунем, однако этот процесс удалось нивелировать подращиванием. Несмотря на это промысловый эффект остался низким, около 1%. Такой низкий процент освоения обособлен большим отходом в период выпуска и адаптации к условиям водохранилища, а так же низкие объемы зарыбления. В целом полечены хорошие результаты, так как эффективности омулевых заводов Байкала, в частности Большереченского оценивается в 1,06%. А вот биологический эффект оказался в полнее приличным. Так омуль выпущенный в Красноярское водохранилище 1,8–4,4 раза лучше чем в материнских водоемах и в 3+ лет он достигает массы 0,7–0,9 кг.

7. Шварц С.С. (1976) сформулировал некое универсальное правило характеристики экосистем **(«хорошая экосистема»)**:

1) Высокий уровень продукции (биомассы основных звеньев трофических систем).

2) Высокая компенсаторная активность за счет стремления произведения продуктивности на биомассу к максимуму.

3) Высокая стабильность экосистемы при изменении внешних условий в широком диапазоне за счет трофического разнообразия.

4) Высокая скорость обмена веществ и энергии за счет высокой активности редуцирующей составляющей экосистемы.

5) Способность к быстрой перестройке структуры сообщества при изменении условий среды.

Состав, структура и функциональные характеристики экосистем существующих водохранилищ ГЭС Сибири и Дальнего Востока, по-видимому, соответствуют характеристикам «хорошей экосистемы». Но динамика и эволюция этих экосистем и их биоценозов отличаются от ранее существовавших на их месте речных экосистем. И необходимы специальные исследования и комплексный экологический мониторинг с целью сохранения биологического разнообразия на генетическом и видовом уровнях в бассейнах рек в целом и в многолетнем аспекте, сохранения естественного потенциала самовосстановления состава, структуры и функциональных характеристик экосистем.

К рекомендациям

- зонирование водохранилищ, в том числе, для создания искусственных нерестелищ и пойменных водоемов;
- установление (определение) приоритетов использования водохранилищ, возможно, различных, в зависимости от особенностей конкретного водоема;
- безусловное изъятие древесины, даже с учетом возможного положительного влияния ее остатков после заполнения водохранилища в качестве местообитания для формирования биологической продукции фито- и зооперифитона, нереста рыб, а так же как фактора защиты берегов от разрушения при переменном уровне воды;
- организация комплексного экологического мониторинга водохранилищ для адаптивной оценки и управления их экосистемой, в том числе их рыбопродуктивностью (прямо или косвенно);
- разработка Правил эксплуатации водохранилищ с максимальным учетом особенностей конкретного водоема и их реализация (на основе Водного кодекса и Методических указаний по разработке Правил эксплуатации водохранилищ);
- приближение скорости изменения уровня к естественной, позволяющей гидробионтам, включая рыб, адаптироваться или мигрировать;
- при нереальности полного учета интересов биотических компонент экосистемы водохранилища, разработка комплекса компенсационных мероприятий для рыборазведения, хотя рыба континентальных водоемов – не главный ресурс пищи для человека, а скорее – фактор и индикатор экологического состояния водоема и качества его вод.

Литература

Конева Л.А. К биологии нельмы в верхнем бъефе плотины Новосибирской ГЭС // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969. - С.30-38.

Савкин В.М. Эколого-географические изменения в бассейнах рек Западной Сибири (при крупномасштабных водохозяйственных мероприятиях). Новосибирск: Наука, 2000. – 152 с.

Сецко Р.И. Осетр верхней Оби в условиях зарегулированного стока реки // Биорлогическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наук, 1969. С.176-180.

Шварц С.С. Эволюция биосферы и экологический прогноз // Вестник АН УССР.- 1976.- № 2.- С. 2-8.

Эдельштейн К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. Москва: ГЕОС, 1998.- 277 с.

Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / Под науч. ред. акад. Д.С. Павлова, д.б.н. А.Д. Мочека. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. -596 с.

Водохранилища и изменения гидрорежима на реках с плотинами ГЭС: прогноз биологической продуктивности, проектные решения, мониторинг и оперативное управление для минимизации воздействий на ихтиофауну и рыбные ресурсы

Сиротский С.Е. Бульон В.В.

Реализация крупных технических проектов, как правило, вызывает активизацию различного рода исследований на территории предполагаемого строительства. Это положение как нельзя более верно для гидротехнического строительства, которое зачастую ведется в малообжитых, а, следовательно, слабоизученных районах.

Еще на стадиях работ, предшествующих проектированию, в эти отдаленные местности направляются многопрофильные экспедиции. Большие коллективы ученых осуществляют научное сопровождение проекта на всех стадиях реализации. Полученные массивы данных впоследствии используются не только непосредственным заказчиком работ, но становятся достоянием широкой общественности, и могут служить научной базой для хозяйственной деятельности в других отраслях.

Признано, что строительство на водных объектах больших плотин осуществляется для получения экологически чистого источника энергии, которая является необходимым компонентом экономического и социального развития большинства стран мира. Россия в данном вопросе не является исключением.

Проект может быть признан соответствующим требуемому критерию качества, если он наиболее эффективным способом решает поставленную экономическую задачу, экологически допустим и социально приемлем. Без осуществления данного условия реализовать проект по строительству гидротехнического сооружения невозможно.

Концептуальный подход в области влияния на окружающую среду этих объектов гидроэнергетиками России разработан более 20-ти лет. Основные положения данного подхода предусматривают изучение исходного состояния природной среды, составление прогнозов ее изменений, установление допустимого уровня антропогенного вмешательства, разработке мер защиты, а также способов контроля за состоянием

каждого элемента среды. Эти аспекты требуют именно научных исследований и разработок. Данный подход впервые в России реализован при строительстве и эксплуатации Бурейской ГЭС. В данном случае Бурейская ГЭС является полигоном для разработки неконфликтного природопользования при создании крупного гидротехнического объекта.

Обозначенный подход заключается в разработке единой комплексной долгосрочной программы локального научного социально-экологического мониторинга зоны влияния гидротехнического сооружения (на примере Бурейского гидроузла), создания фактографического и картографического банка данных с использованием современных технологий. Разработка данного проекта осуществлена с учетом внутренних и международных правовых стандартов, природно-климатических и местных условий, при участии профильных научно-исследовательских региональных учреждений и других организаций.

Следует отметить, что интенсивное изучение бассейна р. Бурея с проведением проектно-изыскательских и научно-исследовательских работ ведется уже более тридцати лет. В 70-е годы здесь работали экспедиции Зоологического института и Института озероведения АН СССР, Хабаровского комплексного НИИ ДВНЦ СССР, Института "Гидрорыбпроект" другие. В последние два десятилетия научное сопровождение строительства БГЭС осуществлялось ведущими профильными научными организациями региона – Институтом водных и экологических проблем ДВО РАН (г. Хабаровск), Отделением региональной геологии и гидрогеологии Амурского научного центра ДВО РАН (г. Благовещенск) и другими.

Бурейская ГЭС – объект во многом пионерный. Это крупнейшая за последние 15 лет гидростанция, строящаяся в России. Здесь применены новые методы управления инвестициями, новые технологии строительства, новые материалы, новейшее современнейшее оборудование. И, что самое важное, новые подходы к вопросам экологической безопасности. Прошло время взаимного отрицания позиций "технократов" и "экологов". Во всем мире просматривается тенденция к введению четких стандартов экологической безопасности любой промышленной деятельности. Человечество нуждается в энергии, это бесспорно. Задача проектировщиков и ученых-экологов – найти варианты природопользования, которые были бы наименее травматичны для природы. Таким путем и идут создатели Бурейской ГЭС.

Необходимо отметить, что по своим основным характеристикам гидростанция на р. Бурея является высоконапорной, а водохранилище относится к каньонному типу. При относительно малом зеркале водохранилища мощность станции достаточно велика. Высока энергоотдача каждого кубометра воды: так удельный расход воды на производство 1 кВт.ч электроэнергии на Бурейской ГЭС составляет 5 кубометров (для сравнения: на Зейской ГЭС этот показатель равен 32, на Рыбинской – 75). Таким образом, уже на уровне выбора створа ГЭС и проектирования водохранилища учтен вопрос об уменьшении отрицательных последствий гидростроительства.

На примере Бурейской ГЭС отражена нелегкая судьба советского долгостроя. В свое время проектная документация по гидростанции прошла согласование в государственных контролирующих и природоохранных органах по схеме, существующей на момент утверждения (1984 год). С тех пор прошло более двадцати лет. И хотя основные проектные решения не претерпели изменений, в 2003 году РАО "ЕЭС России" инициировало экологический аудит проектов Бурейской ГЭС и Бурейского водохранилища. Специалисты Дальневосточного филиала ВНИИ природы РАН, проведя экспертизу проектов, пришли к заключению, что они не противоречат требованиям действующего природоохранного законодательства.

Следующей масштабной инициативой РАО "ЕЭС России" стало проведение постпроектного локального социально-экологического мониторинга зоны влияния Бурейского гидроузла. Надо отметить, что исследовательских работ подобного размаха в России еще

не было. Стоимость работ только первого этапа (2003–2009 гг.) – заполнение ложа до нормального подпорного уровня – оценивается в в пределах 68 млн руб. в ценах 2009 г.. Затраты второго этапа комплексного мониторинга (на 2010–2017 гг.) в режиме постоянной эксплуатации запланировано определить после подведения итогов первого этапа работ.

Для реализации первого этапа проекта социально-экологического мониторинга по инициативе РАО ЕС России в 2003 г. был организован отдел, а в 2006 г. Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов при ИВЭП ДВО РАН.

Положительный опыт работ в данном направлении отмечен на всероссийской научно-практической конференции "Научные основы экологического мониторинга водохранилищ" (II Дружининские чтения), состоявшейся 28 февраля – 3 марта 2005 г. г. Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН.

В июне 2006 года Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологи удостоверило, что Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов Института водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук соответствует требованиям Системы аккредитации аналитических лабораторий (центров), а также требованиям Международного Стандарта ИСО/МЭК 17025:1999 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000), аккредитован на техническую компетентность и независимость и зарегистрирован в Едином реестре организаций, аккредитованных Федеральным агентством по техническому регулировании и метрологии по № РОСС RU.0001.515988.

Центр создан на базе отдела экологического мониторинга водохранилищ Института водных и экологических проблем ДВО РАН, который с 2003 года ведет крупномасштабные работы по оценке состояния природных комплексов Бурейского водохранилища. Программа социально-экологического мониторинга, инициированная РАО «ЕЭС» и финансируемая из бюджета ОАО «Бурейская ГЭС» впервые в истории отечественного гидростроительства позволяет дать комплексную оценку социальным и природным изменениям, сопутствующим строительству и эксплуатации крупного гидроэнергетического объекта, и при необходимости, вовремя внести коррективы в режим природопользования.

В компетенцию Центра входит координация работ внутри института, лабораторий входящих в структуру Центра, работ сторонних исполнителей и организаций, обозначенных в программах договорных работ.

Уникальность этой программы социально-экологического мониторинга зоны влияния Бурейского гидроузла – в ее комплексности. Систематические наблюдения ведутся во всех компонентах биосферы. Интересен сам факт вовлечения в проект практически всех профильных научных учреждений двух регионов – Хабаровского края и Амурской области. И пусть на начальном этапе существует много сложностей в выработке общих подходов к решению проблем, множество организационных вопросов, такой опыт консолидации научных сил вокруг одного проекта, безусловно, заслуживает внимания.

В 2009 г. подведены итоги первого этапа социально-экологического мониторинга по зоне влияния Бурейского комплексного гидроузла. Материалы исследований для широкого круга пользователей размещены на сайте WhiteBook@russianDams.ru В представленном отчете отражены основные результаты работ по научному социально-экологическому мониторингу зоны влияния Бурейского гидроузла за период исследований с 2003г. по 2008 г. по основным блокам мониторинга, которые включают:

- социально-экономический мониторинг:
- мониторинг водных экосистем (гидрохимический, гидробиологический, ихтиологический):
- мониторинг фауны и животного мира:
- мониторинг почвенных и агрохимических ресурсов:
- мониторинг растительности и мониторинг лесов:

По материалам исследований создана фактографическая и картографическая база данных в системе ГИС.

За период исследований по данному Проекту опубликовано ряд монографий.

В 2007 г. «Социально-экологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла», «Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла». В 2009 г. «Социально-экономический мониторинг зоны влияния Бурейского гидроузла», в 2010 подготовлена к изданию монография «Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла».

Сравнительная характеристика биологической продуктивности водохранилищ рек Зеи и Буреи

Для оценки скорости биотического потока энергии в экосистемах функционирующих Зейского и Бурейского водохранилищ и проектируемых Нижнее-Зейского и Нижне-Бурейского водохранилищ применена масс-балансовая модель. Дан прогноз среднегодовой биомассы и годовой продукции фитопланктона, макрофитов, эпифитов и фитобентоса (первичных продуцентов), бактериопланктона и бактериобентоса (редуцентов), «мирного» и хищного зоопланктона, зообентоса, планктоноядных, бентосоядных и хищных рыб (консументов).

Моделирование трофических связей и биотических потоков энергии при соблюдении балансового принципа – необходимый инструмент для прогнозирования продуктивности водных экосистем и их отклика на изменение внешних условий. Опыт имитации потоков энергии свидетельствует, что эффективны «сжатые» модели, состоящие из ключевых групп гидробионтов (Häkanson, Boulion, 2002; Pace, 2001). Каждая группа объединяет функционально родственные организмы, которые с некоторой степенью условности можно подразделить на первичных продуцентов, редуцентов и консументов разного порядка.

Редуценты как гетеротрофные организмы используют для своего роста автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Продуцирование автохтонного органического вещества фотосинтезирующими организмами зависит от многих абиотических факторов, среди которых следует выделить ключевые факторы – биогенные элементы (в первую очередь, фосфор), световые условия (прозрачность воды) и длительность вегетационного сезона, обусловленная географической широтой. Поступление в водоем аллохтонного органического вещества (в том числе гуминовых соединений, обеспечивающих цветность воды) тесно связано с площадью водосборного бассейна и морфологией котловины (Россолимо, 1964). Органическое вещество разного генезиса через систему соподчиненных связей между биотическими и абиотическими факторами определяет биомассу и продукцию консументов (включая рыб), относящихся к разным трофическим уровням.

Такой системный подход в сочетании с балансовым принципом применен в данной работе, цель которой – на основании количественных связей между ключевыми биотическими и абиотическими компонентами экосистемы, обобщенных в форме масс-балансовой модели (Бульон, 1994; Häkanson, Boulion, 2002), составить прогноз биологической продуктивности функционирующих и проектируемых водохранилищ на реках Зеи и Буреи. Работа является одним из первых опытов решения практических вопросов, связанных с эксплуатацией биологических ресурсов водохранилищ Дальневосточного региона.

Материал и методы исследования

Зейское водохранилище. Заполнение водохранилища происходило с 1975 по 1985 г.г. В настоящее время площадь зеркала составляет 2419 км^2 НПУ и 1620 км^2 УМО при площади водосборного бассейна 83800 км^2. Средняя глубина – 37 м, максимальная – 99 м. Модуль стока – 8.2 л/км^2 сек (Мордовин., Петров, Шестеркин, 1997). Исходя из этих данных, удельный водосбор относительно невелик, около 35. Обмен воды замедлен – время пребывания воды ~ 4 лет (табл. 1).

Таблица1 - Общая характеристика водохранилищ на реке Зея и Бурея

Водохранилище	Площадь, км^2	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м	Удельный водосбор	Время обмена воды, годы	Цветность воды, град.	Общий фосфор, мкг/л
Зейское	2419	37	99	35	4	70-110	8-18
Нижнее-Зейское	292	10	30	646	0,060	80-120	10-20
Бурейское	750	14,5	58	94	0,38	80-120	10-20
Нижнее-Бурейское	153,3	13	29	45	0,066	80-120	10-20

Бурейское водохранилище. После заполнения ложа в 2008 г. площадь водохранилища составляет 750 км^2, полезный объем воды - 10.7 км^3 (Борисова,2005; Мордовин, Шестеркин, Антонов, 2008). Средняя глубина – 14.5 м, максимальная – 58 м. Водосборный бассейн водохранилища ограничен водосборным бассейном р. Буреи, площадь которого близка к 70000 км^2 (Соколов, 1952). Из этих данных следует, что удельный водосбор после достижения проектной площади зеркала ~ 94. Среднемноголетний расход р. Буреи равен 950 м^3/сек. С учетом площади водосборного бассейна, модуль стока – 13.6 л/км^2 · сек.

Нижне-Зейское водохранилище. Площадь водосбора р. Зеи до впадения р. Селемджа, где проектируется строительство плотины, ~ 186980 км^2 (Мордовин,1996). Проектная площадь зеркала водохранилища – 292 км^2. Отсюда следует, что удельный водосбор (площадь водосбора Нижне-Зейского водохранилища включает площадь водосбора Зейского водохранилища) составит 640.

Модуль стока р. Зеи – 8.2 л/с год. Проектная средняя глубина водохранилища – 10 м. По этим данным, скорость оборота воды в Нижне-Зейском водохранилище будет чрезвычайно высокой – 16.5 год$^{-1}$ (время пребывания воды составит 22 дня)

Нижне-Бурейское водохранилище. Проектная площадь зеркала – 153.3 км^2 [10], общая площадь водосбора – 70058 км^2 (Мордовин, 1996). Из этого следует, что удельный водосбор проектируемого водохранилища составит 457. Модуль стока равен, как и для Бурейского водохранилища, 13.6 л/с год. Проектная средняя глубина – 13 м. По этим данным, скорость оборота воды в Нижне-Бурйском водохранилище будет высокая – 15 год$^{-1}$ (время пребывания воды 24 дня).

Климат в районе всех водохранилищ характеризуется как умеренно прохладный с избыточной увлажненностью, типичной для гумидной зоны. Среднегодовая температура воздуха в пределах водосборов отрицательная, от -3.0 до -4.2^{o}C. Осадков выпадает в среднем 750 мм/год (Мордовин, Петров, Шестеркин, 1997). Индекс увлажнения Иванова Pre/Eva>1, где Pre – годовая сумма осадков, Eva – потенциальное испарение.

Системы уравнений, на базе которых построена модель для прогнозирования биологической продуктивности водохранилищ, представлены в ранее опубликованной работе (Бульон, 2007). Ниже перечислены компоненты модели (рис. 1).

Входные (движущиеся) абиотические параметры: географическая широта (Lat), средняя (Dmean) и максимальная (Dmax) глубины водохра-

нилищ, содержание общего фосфора (TP) и цветность воды (Pt).

Целевые и промежуточные параметры:

1. Биомасса макрофитов (Bmac), эпифитов (Bepi), фитобентоса (Bphb) и фитопланктона (Bphp); биомасса бактериобентоса (Bbcb) и бактериопланктона (Bbcp); биомасса «мирного» (Bhzo) и хищного (Bpzo) зоопланктона и зообентоса (Bzbe); биомасса планктоноядных (Bplf), бентосоядных (Bbef) и хищных рыб (Bpsf);

2. Валовая продукция фитопланктона (GPphp); чистая продукция макрофитов (Pmac), эпифитов (Pepi) и фитобентоса (Pphb);

3. Поступление продукции макрофитов в донные осадки (Sed); поток энергии аллохтонного органического вещества к бактериопланктону (DOM);

4. Вылов и (или) естественная смертность планктоноядных (Yplf) и бентосоядных рыб (Ybef); продукция хищных рыб (Ppsf);

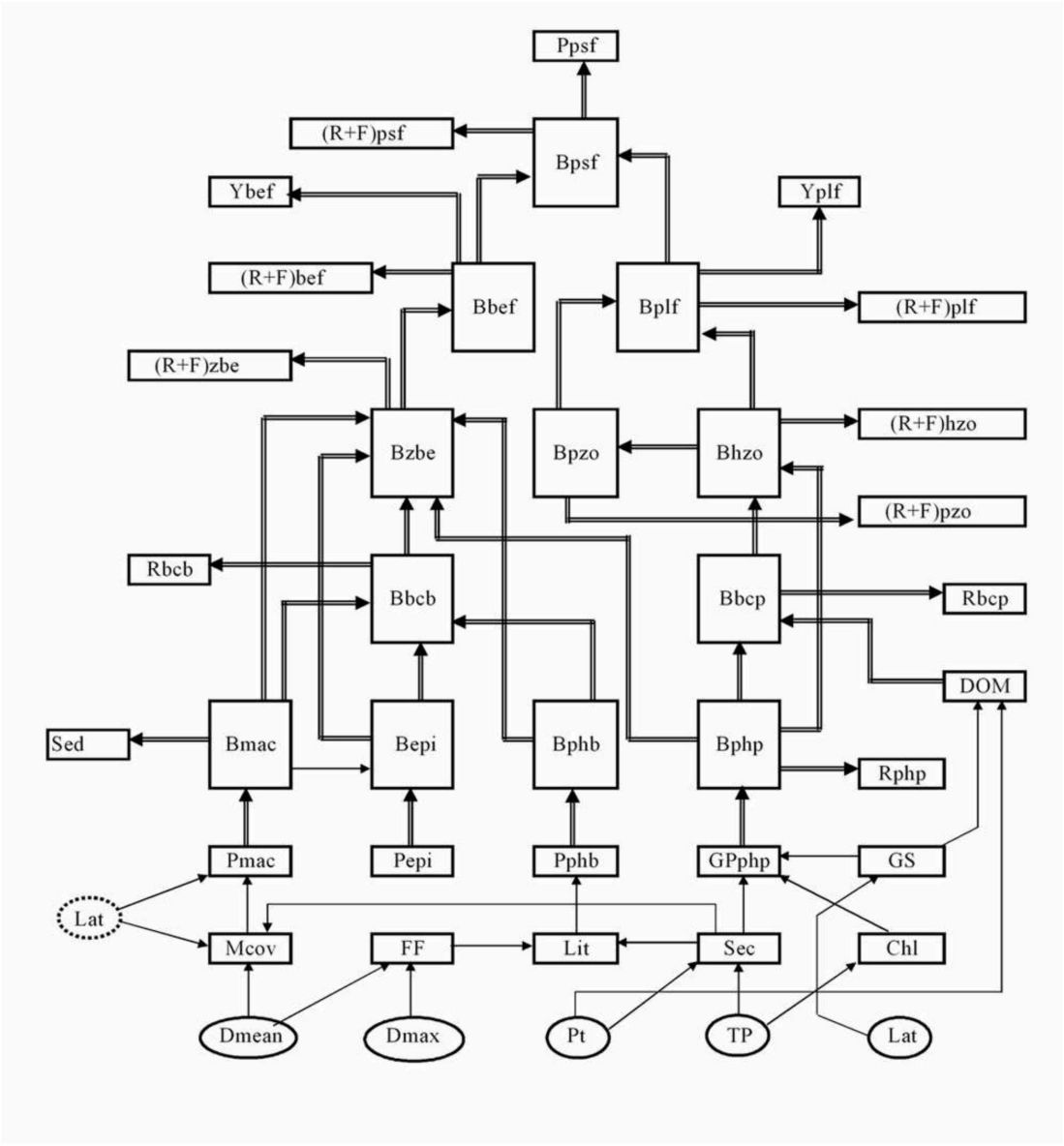


Рисунок 1 - Схема модели для прогнозирования биомассы и потоков энергии для ключевых групп автотрофных и гетеротрофных организмов. Объяснение в тексте.

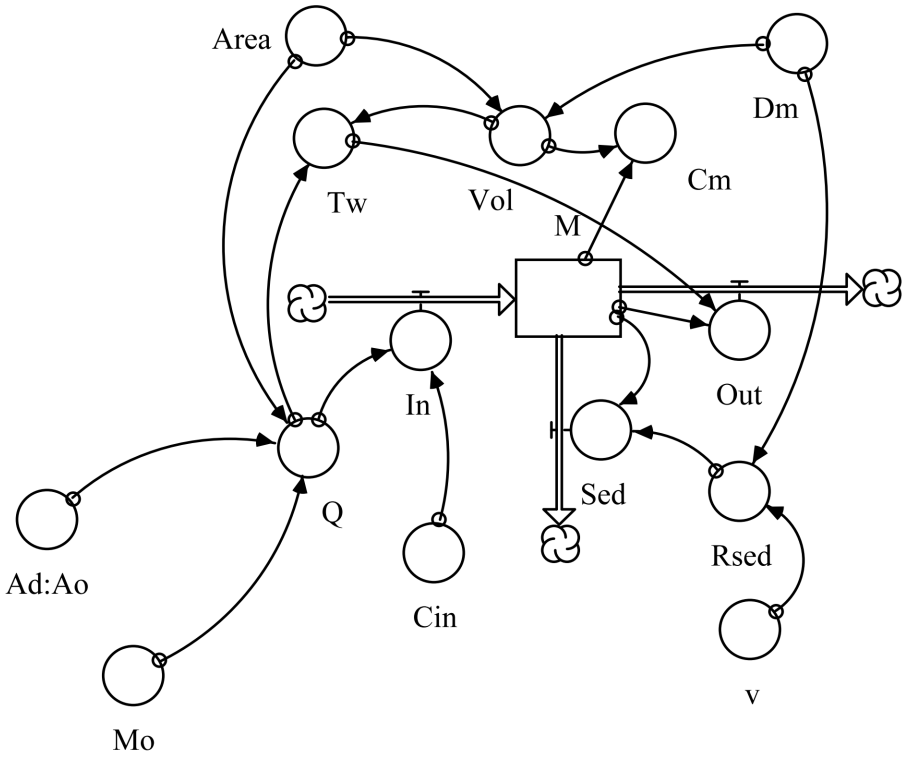


Рисунок 2 - Масс-балансовая модель для прогнозирования концентрации фосфора и цветности воды как показателя содержания гуминовых веществ. M – содержание вещества в объеме воды, In – приток вещества, Q – приток воды, Sed – седиментация вещества, Out – сток вещества, Rsed – скорость седиментации, Tw – время водообмена, Vol – объем воды, Cm – концентрация вещества в воде, Cin – концентрация вещества в притоке, Ad – площадь водосбора, Mo – модуль стока, v – линейная скорость седиментации вещества, Dm – средняя глубина водоема, Area – площадь зеркала водоема.

5. Потери энергии фитопланктоном (Rphp), бактериопланктоном (Rbcp) и бактериобентосом (Rbcb) при дыхании;

6. Потери энергии “мирным” ((R+F)hzo) и хищным зоопланктоном ((R+F)pzo), зообентосом ((R+F)zbe), планктоноядными ((R+F)plf), бентосоядными ((R+F)bef) и хищными ((R+F)psf) рыбами при дыхании и с неусвоенной пищей;

7. Концентрация хлорофилла (Chl); длительность вегетационного сезона (GS); прозрачность воды (Sec); площадь литоральной зоны (Lit); фактор формы озерной котловины (FF); площадь зарастания макрофитами (Mcov).

Содержание общего фосфора в реках Зея и Бурея варьирует от 10 до 20 мкг/л, цветность воды – от 80 до 100^{o} (Мордовин,1996; Мордовин, Шестеркин, Антонов, 2008). Расчет концентрации фосфора и цветности воды в водохранилищах производился с помощью масс-балансовая модели (рис. 3.5.2), учитывающей гидрологические и морфометрические особенности водоемов (Häkanson , Boulion, 2002). Зейское водохранилище отличается наибольшим временем удержания воды (~ 4 лет), поэтому содержание фосфора в нем понижается вследствие седиментации до 8-18 мкг/л, цветность воды – до 70-110^{o}. В остальных водохранилищах из-за высокой проточности содержание фосфора и цветность воды будет оставаться на том же уровне, что и в притоках (табл. 1).

Входные биотические параметры модели – скорость оборота биомассы ключевых групп гидробионтов (P/B-коэффициенты), эффективность использования потребленной энергии на рост организмов (коэффициенты K_1) и коэффициенты распределения потоков энергии между трофическими звенья-

ми (табл. 2 и 3). Значения абиотических и биотических параметров задавались как случайные величины в выбранных нами диапазонах (метод Монто-Карло).

Для верификации модели использовались опубликованные для Зейского водохранилища данные по физико-химическим свойствам воды, биомассе фитопланктона, зоопланктона и зообентоса и вылову рыб (Бородицкая, Иванова, 2005; Лопатко и др., 2005, Медведева, 2005; Сиротский, 2005; Эдельштейн, 2005).

Таблица 2 - Входные биотические параметры модели (*x*-переменные), использованные для оценки потока энергии в экосистемах водохранилищ

Трофическое звено	*P/B, сут.*$^{-1}$	K1
Фитопланктон	0.30 (0.24-0.36)	0.80 (0.65-0.95)
Макрофиты	0.014 (0.011-0.017)	-
Эпифиты	0.15 (0.13-0.17)	-
Фитобентос	0.075 (0.06-0.09)	-
Бактериопланктон	0.40 (0.32-0.48)	0.33 (0.26-0.40)
Бактериобентос	0.40 (0.32-0.48)	0.33 (0.26-0.40)
«Мирный» зоопланктон	0.08 (0.065-0.95)	0.16 (0.13-0.19)
Хищный зоопланктон	0.06 (0.048-0.72)	0.32 (0.26-0.38)
Зообентос	0.015 (0.12-0.18)	0.16 (0.12-0.20)
Планктоноядные рыбы	0.0025 (0.002-0.003)	0.08 (0.065-0.95)
Бентосоядные рыбы	0.0020 (0.0016-0.0024)	0.08 (0.065-0.95)
Хищные рыбы	0.0016 (0.0013-0.0019)	0.16 (0.013-0.19)

Примечание: P/B – скорость оборота биомассы, K_1 – эффективность использования потребленной энергии на рост организмов. Прочерк – отсутствие данных.

Таблица 3 - Коэффициенты распределения (DC) продукции макрофитов, эпифитов, фитобентоса, «мирного» зоопланктона, планктоноядных и бентосоядных рыб между трофическими звеньями

Трофические цепи	Коэффициенты распределения	
Макрофиты: бактериобентос	**DC_{mac_bcb}**	**0.3 (0.25-0.35)**
зообентос	**DC_{mac_zbe}**	**0.5 (0.4-0.6)**
донные отложения	**1-DC_{mac_bcb}-DC_{mac_zbe}**	**0.2**
Эпифиты: бактериобентос	**DC_{epi_bcb}**	**0.4 (0.32-0.48)**
зообентос	**1-DC_{epi_bcb}**	**0.6**
Фитобентос: бактериобентос	**DC_{phb_bcb}**	**0.4 (0.32-0.48)**
зообентос	**1-DC_{phb_bcb}**	**0.6**
«Мирный» зоопланктон: хищный зоопланктон	**DC_{hzo_pzo}**	**0.6 (0.48-0.72)**
планктоноядные рыбы	**1-DC_{hzo_pzo}**	**0.4**
Планктоноядные рыбы: хищные рыбы	**DC_{plf_psf}**	**0.5 (0.4-0.6)**
вылов	**1-DC_{plf_psf}**	**0.5**
Бентосоядные рыбы: хищные рыбы	**DC_{bef_psf}**	**0.5 (0.4-0.6)**
вылов	1-DCbef_psf	0.5

Примечание: Величины DC заданы как *x*-переменные.

Таблица 4 - Прогнозируемые величины концентрации хлорофилла Chl, прозрачность воды Sec, площади зарастания макрофитами M_{cov} и литоральной зоны Lit

Водохранилище	**Chl, мкг/л**	**Sec, м**	**M_{cov}, %**	**Lit, %**
Зейское	2.5 (1.3-3.8)	1.8 (1.5-2.3)	2.7 (2.3-3.5)	10 (9.0-12)
Нижне-Зейское	3.0 (1.8-4.3)	1.6 (1.4-2.0)	9.3 (7.9-11.5)	30 (27-34)
Бурейское	3.0 (1.8-4.3)	1.6 (1.4-2.0)	6.4 (5.4-7.9)	30 (26-34)
Нижне-Бурейское	3.0 (1.8-4.3)	1.6 (1.4-2.0)	7.1 (6.1-8.8)	17 (15-21)

Результаты исследования

Первыми реагируют на изменение внешних условий первичные продуценты (планктонные водоросли) в силу быстрого оборота их биомассы. Консументы разного порядка (от «мирного» зоопланктона до хищных рыб) откликаются на изменения первичной продукции с задержкой, продолжительность которой определяется их положением в трофической цепи. Развитие фитопланктона лимитируется биогенными элементами, в первую очередь, фосфором. Следовательно, в целях прогноза биологической продуктивности водохранилища, необходимо знать содержание в воде общего фосфора.

Анализ масс-балансовой модели (рис. 2) показал, что в воде Зейского водохранилища концентрация TP ожидается в пределах 8-18 мкг/л, в остальных – 10-20 мкг/л (табл. 1). Цветность воды соответственно 70-110 и 80-120 град.

Исходя из концентраций TP, содержание хлорофилла на протяжении вегетационного сезона в Зейском водохранилище прогнозируется от 1.3 до 3.8 мкг/л, в остальных – от 1.8 до 4.3. Границы варьирования перекрываются, поэтому во всех четырех водохранилищах концентрация Chl ожидается от 1.3 до 4.3 мкг/л.

Цветность воды и содержание общего фосфора определяют прозрачность воды, которая, согласно модели, будет составлять 1.5-2.3 м для Зейского водохранилища и 1.4-2.0 м – для остальных (табл. 4). Из-за перекрывания границ следует, что Sec во всех четырех водохранилищах будет в пределах 1.4-2.3 м.

Валовая продукция фитопланктона GPphp рассчитывалась как произведение Chl, Sec, суточного ассимиляционного числа (САЧ от 30 до 50 мкг С/мкг хлорофилла) и длительности вегетационного сезона (GS = 176 сут). Чистая продукция фитопланктона (Pphp = 0.8 GPphp) во всех водохранилищах будет практически одинаковой и, согласно прогнозу, составит в среднем 250-280 с вариацией от 180 до 340 ккал/м^2 год (рис. 3а).

Относительная площадь зарастания макрофитами (Mcov) зависит от средней глубины и прозрачности воды. Наименьшая величина Mcov (2.3-4.5%) в Зейском водохранилище, она достоверна выше ожидается в Нижне-Зейском водохранилище (7.9-11.5%). Среднее положение будут занимать Бурейское и Нижне-Бурейское водохранилища (табл. 4).

В соответствии с величинами Mcov наименьшая продукция макрофитов прогнозируется в Зейском водохранилище (13 ± 4 ккал/м2 год), наибольшая в Нижне-Зейском водохранилище (48 ± 12 ккал/м2 год). В Бурейском и Нижне-Бурейском водохранилищах продукция макрофитов составит 34 ± 9 ккал/м2 год (рис. 3б).

Относительная площадь литоральной зоны Lit рассчитывалась с учетом Sec и фактора формы котловин FF, который определяется соотношением средней и максимальной глубины. Наименьшая величина Lit прогнозируется в Зейском и Нижне-Бурейском водохранилищах (в среднем 10 и 17%), наибольшая – в Бурейском и Нижнее-Зейском (в среднем 30%) (табл. 4).

Продукция фитобентоса Pphb, заселяющего литоральную зону, будет достоверно различаться в Зейском и Нижне-Бурейском водохранилищах (8 ± 1 и 15 ± 2 ккал/м2 год). Достоверно выше она ожидается в Бурейском и Нижне-Зейском водохранилищах – 26 ± 4 ккал/м2 год (рис. 3в).

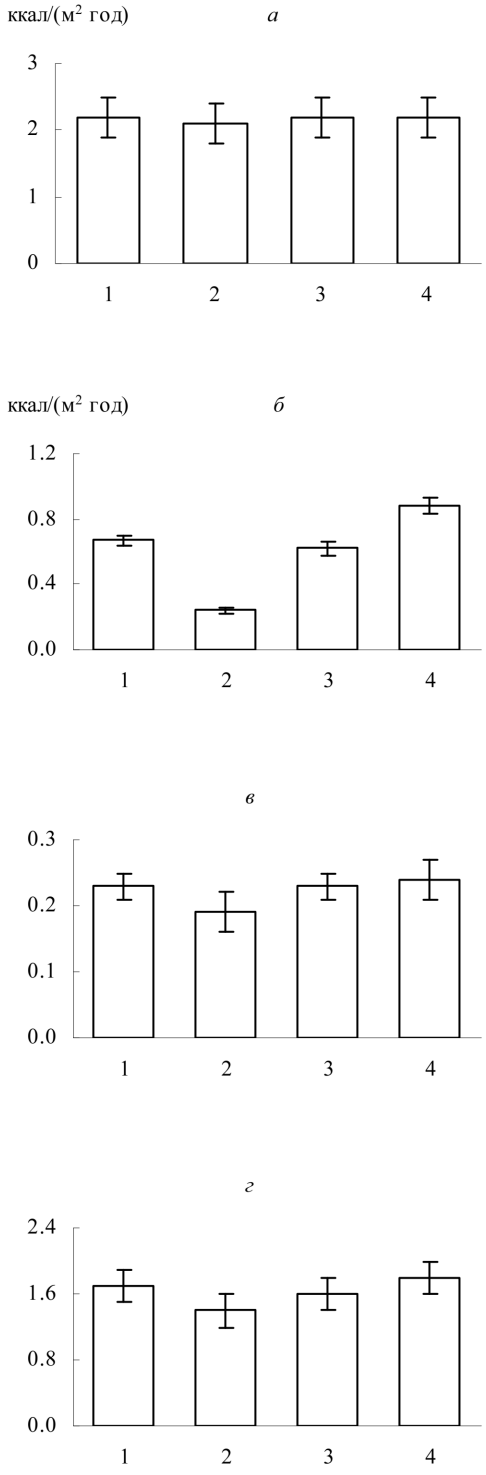


Рис. 3 - Прогноз продукции фитопланктона (*а*), макрофитов (*б*), фитобентоса (*в*) и суммарной первичной продукции (*г*) в Бурейском (1), Зейском (2), Нижне-Бурейском (3) и Нижне-Зейском (4) водохранилищах.

Суммарная чистая первичная продукция (фитопланктона, макрофитов, эпифитов и фитобентоса) во всех водохранилищах прогнозируется в пределах 210-420 ккал/м2 год, имеющие место различия статистически не достоверны (рис. 3 г).

Продукция бактериопланктона Pbcp предсказывается моделью на уровне 190 ± 16 ккал/м2 год без сколько-нибудь заметного различия между водохранилищами (рис. 4а). Продукция «первопищи» (продукция фитопланктона в сумме с продукцией бактериопланктона за счет ассимиляции аллохтонного органического вещества), составляющая пищевую базу для «мирного» зоопланктона, оценивается в границах 310-480, по средним для каждого водохранилища данным – 380-410 ккал/м2 год.

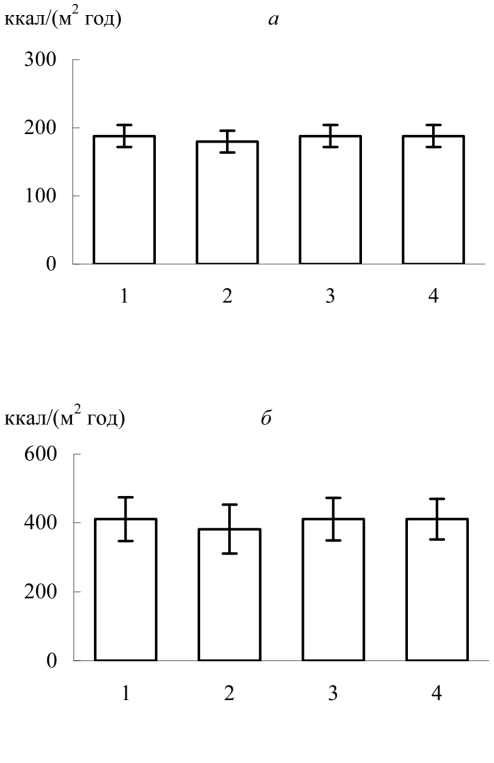


Рис. 4 - Прогноз продукции бактериопланктона (*а*) и «первопищи» (сумма продукции фитопланктона и продукции бактериопланктона за счет аллохтонного органического вещества) (*б*) в Бурейском (1), Зейском (2), Нижне-Бурейском (3) и Нижне-Зейском (4) водохранилищах.

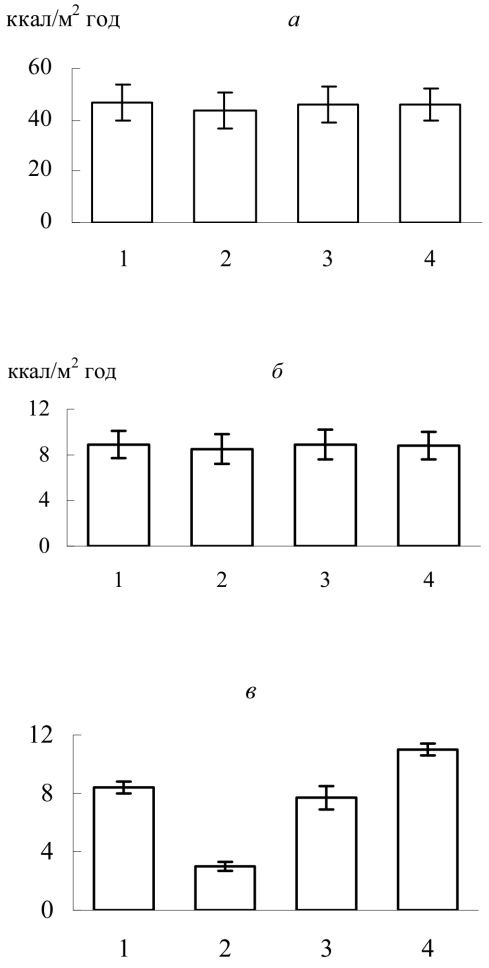


Рис. 5. Прогноз продукции «мирного» (*а*), хищного (*б*) зоопланктона и зообентоса (*в*) в Бурейском (1), Зейском (2), Нижне-Бурейском (3) и Нижне-Зейском (4) водохранилищах.

Модель предсказывает, что продукция «мирного» Phzo и хищного Ppzo зоопланктона в четырех водохранилищ практически не будет различаться и составит соответственно 45 ± 7 и 8.8 ± 1.3 ккал/м^2 год. (рис. 5*а* и.5*б*). Однако существенное различие будет наблюдаться в продукции зообентоса Pzbe. Наименьшая величина Pzbe прогнозируется в Зейском водохранилище (3.0 ± 0.3 ккал/м^2 год), наибольшая – в Нижне-Зейском (11 ± 0.4 ккал/м^2 год). Границы варьирования средних величин не перекрываются. Величина Pzbe практически одинакова в Бурейском и Нижне-Бурейском водохранилищах (8.0 ± 0.6 ккал/м^2 год), достоверно отличаясь от Pzbe в двух других водохранилищах (рис. 5*в*).

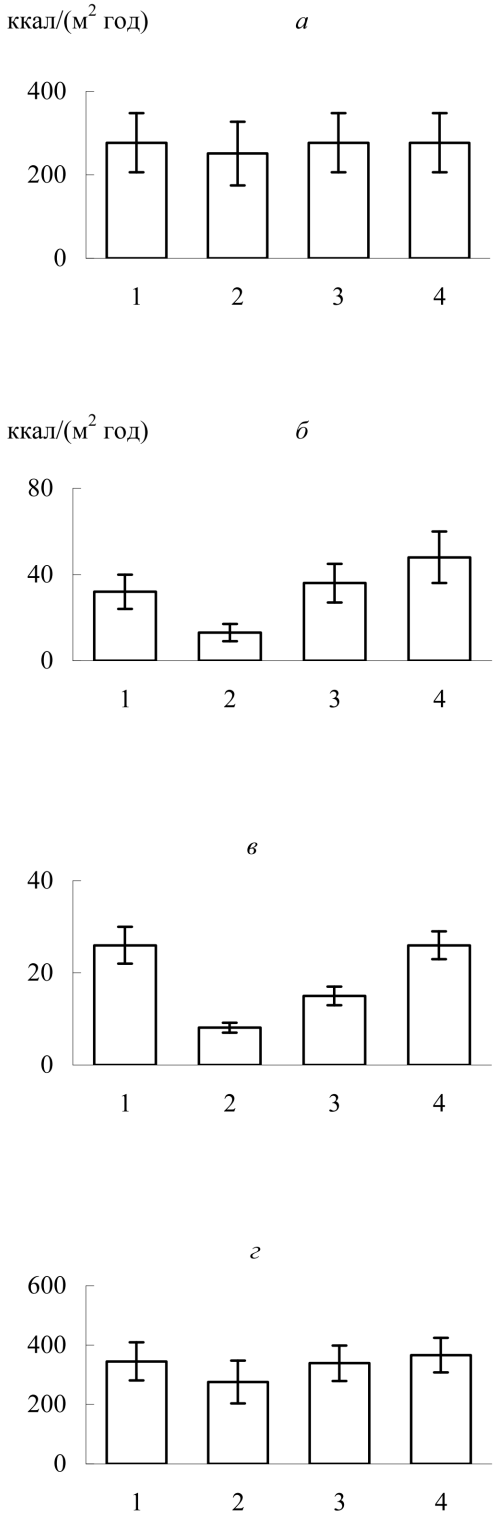


Рис. 6. Прогноз продукции планктоноядных (*а*), бентосоядных (*б*), хищных рыб (*в*) и рыбного сообщества (*г*) в Бурейском (1), Зейском (2), Нижне-Бурейском (3) и Нижне-Зейском (4) водохранилищах.

Так как продукция зоопланктона во всех водохранилищах ожидается практически одинаковой, то и продукция планктоноядных рыб Pplf различаться не будет. По осторожной оценке, она составит 2.2 ± 0.3 ккал/м^2 год (рис. 6*а*). Однако продукция бентосоядных рыб Pbef будет достоверно разная. Наименьшая величина Pbef предсказывается в Зейском водохранилище (0.24 ± 0.02 ккал/м^2 год), наибольшая – в Нижне-Зейском (0.86 ± 0.05 ккал/м^2 год). Промежуточное положение по величине Pbef будут занимать Бурейское и Нижне-Бурейское водохранилища – 0.65 ± 0.04 ккал/м^2 год (рис. 6*б*). Продукция хищных рыб также будет несколько ниже в Зейском водохранилище (0.19 ± 0.03 ккал/м^2 год), но данный прогноз нельзя считать достоверным. В остальных трех водохранилищах Ppsf будет на уровне 0.23 ± 0.03 (рис. 6*в*).

Продукция рыбного сообщества FP рассчитывалась как сумма продукций планктоноядных, бентосоядных и хищных рыб за вычетом рациона хищных рыб. Анализ модели показывает, что ожидаемая величина FP в Зейском водохранилище – 1.2-1.6 ккал/м^2 год, в остальных водохранилищах она будет несколько выше – 1.4-2.0 ккал/м^2 год (рис. 6*г*). Однако это различие статистически недостоверно. Исходя из продукции рыбного сообщества, можно заключить, что вылов рыбы (FY ≈ FP/3) в Зейском водохранилище составит 4-5 кг/га, в Бурейском, Нижне-Бурейском и Нижне-Зейском – 5-7 кг/га.

Обсуждение результатов

Верификация результатов модели производилась по эмпирическим данным для Зейского водохранилища. Анализ модели показал, что в среднем за вегетационный сезон концентрация хлорофилла в этом водохранилище равна 2.5 мкг/л. Эта величина достаточно близка к данным, полученным в 1994 и 2004 г.г. – от 1.2 до 4.6 мкг/л (Сиротский, 2005).

Соотношение между TP и Chl оценивалось нами по уравнению, разработанному по материалам для водоемов разных регионов (Бульон, 1994). Тем не менее, было бы целесообразно установить связь между TP и Chl конкретно для вод бассейнов рек Зеи и Буреи, так как возможно влияние на данную связь климатических особенностей региона.

По результатам прогноза, средняя за сезон биомасса фитопланктона в Зейском водохранилище равна 4.8 ккал/м^2, или 0.13 мг сырой массы/л. По данным (Медведева 2005), биомасса фитопланктона в разных точках водохранилища варьировала от 0.03 до 0.47 мг/л. Прогнозируемая биомасса находится в границах варьирования эмпирических данных.

По результатам модели, биомасса «мирного» зоопланктона в Зейском водохранилище близка к 3.1 ккал/м^2, или 6.2 г сырой массы/м^2. По эмпирическим данным [Бородицкая, Иванова, 2005], биомасса зоопланктона в этом водохранилище в 1990 г. была равна 1.3 г/м^3. Очевидно, биомасса планктонных беспозвоночных концентрировалась в основном в верхнем 5-метровом слое воды.

Согласно полевым материалам (Оценка состояния…, 2007), биомасса зообентоса в прибрежной зоне Зейского водохранилища в 2004-2007 г.г. составляла 3-5 г/м^2. По данным модели, в расчете на всю площадь водохранилища биомасса донных беспозвоночных ~ 1 ккал/м^2, или 1 г/м^2. Сравнивая эмпирические и предсказанные моделью величины, можно предположить, что литоральная зона, где обитает зообентос, занимает около 25 % площади водохранилища, хотя по результатам модели она не превышает 12 %.

По данным за 2006 г., вылов рыбы в Зейском водохранилище составил всего 15 т (Оценка состояния…, 2007). Учитывая площадь водохранилища, получаем крайне низкий улов – 0.06 кг/га. Модель же предсказывает, что в соответствии с кормовой базой продукция рыб близка к 1.4 ккал/м^2 или 14 кг/га. Это означает, что вылов рыбы может быть существенно увеличен, до 4-5 кг/га.

От 75 % (в Нижнее-Зейском водохранилище) до 91 % (в Зейском водохранилище) первичной продукции будет создаваться фитопланктоном. Ос-

тальные 10–25 % суммарной первичной продукции – в основном макрофитами и частично эпифитами и фитобентосом. Валовая продукция фитопланктона во всех водохранилищах ~ 310–350 ккал/м^2 за сезон.

Ассимиляция органического вещества бактериопланктоном составит ориентировочно 550–570 ккал/м^2 за вегетационный сезон. При этом около 70 % энергии будет поступать в бактериальное звено из аллохтонного органического вещества и только 30 % из органического вещества, синтезируемого фитопланктоном.

Из-за больших удельных водосборов (от 35 до 646) для водохранилищ свойственна высокая цветность воды, 80-120^o. В связи с некоторой неопределенностью в оценке цветность воды, было проанализировано, как влияют разные значения Pt на суммарную первичную продукцию, продукцию бактериопланктона и рыб.

С возрастанием Pt суммарная первичная продукция, представленная в основном продукцией фитопланктона, станет снижаться из-за уменьшения глубины фотической зоны. В то же время увеличится продукция бактериопланктона, так как увеличение Pt означает возрастание концентрации аллохтонного органического вещества. В итоге, сумма продукций фитопланктона и бактерий, ассимилирующих аллохтонное РОВ, практически не изменится. Поскольку фитопланктон и бактериопланктон служат источником энергии для зоопланктона, а последний – кормовой базой для рыб, представленных в основном планктоноядными видами, продукция всего рыбного сообщества будет слабо откликаться на изменение цветности воды.

Анализ масс-балансовой модели, разработанной для прогноза биологической продуктивности водных экосистем (Бульон, 2007), позволяет предположить, что продукция рыбного населения после установления динамического равновесия в водохранилищах составит 1.2-2.0 ккал/м^2 за год, а вылов рыбы ~ 4-7 кг/га.

Выводы

Прогнозируемая продукция фитопланктона, бактериопланктона, зоопланктона и планктоноядных рыб в четырех водохранилищах не имеет достоверных различий. Некоторая тенденция к пониженной продуктивности пелагиали наблюдается в Зейском водохранилище.

Достоверно ниже продукция макрофитов, фитобентоса, зообентоса и бентосоядных рыб в Зейском водохранилище, достоверно выше она будет в проектируемом Нижне-Зейском водохранилище

При анализе модели водохранилищ обнаруживается существенная роль гетеротрофных бактерий как первоисточника энергии для организмов верхних трофических уровней. Бактериопланктон, утилизируя аллохтонную фракцию органического вещества, служит наравне с фитопланктоном источником энергии («первопищей») для «мирного» зоопланктона, который, в свою очередь, является пищевым объектом для планктоноядных рыб. Следовательно, для прогнозирования общей биологической продуктивности и продукции рыбного сообщества следует учитывать продукцию не только автотрофного планктона, но и той части гетеротрофного бактериопланктона, которая специализируется на утилизации органических веществ, поступающих в водохранилище с притоками.

Важными факторами, определяющими продуктивность литоральных сообществ (продукцию макрофитов, эпифитов, фитобентоса, зообентоса и бентосоядных рыб) являются форма котловины водоемов, т.е. соотношение средней и максимальной глубин, и глубина фотической зоны.

Список литературы

Бульон В.В. Закономерности первичной продукции в лимнических экосистемах. СПб.: Наука, 1994. - 222 с.

Бульон В.В. Прогнозирование биологической продуктивности Бурейского водохранилища // Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Бурейского

гидроузла. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2007. - С. 223-251.

Борисова И.Г. Ландшафт в зоне влияния водохранилища Бурейской ГЭС // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ. Хабаровск: ДВО РАН, 2005. - С. 153-156.

Бородицкая Г.В., Иванова Е.Г. Краткие выводы по наблюдениям за качеством воды по зоопланктону Зейского и Бурейского водохранилищ // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ. Хабаровск: ДВО РАН, 2005. - С. 115-117.

Лопатко А.С., Карандашов А.И., Юдина И.М., Пискунов Ю.Г. Состав воды Зейского водохранилища спустя 30 лет с начала его заполнения // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ. Хабаровск: ДВО РАН, 2005. - С. 69-71.

Медведева Л.А. Результаты первого обследования фитопланктона Зейского водохранилища // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ. Хабаровск: ДВО РАН, 2005. - С. 92-94.

Мордовин А.М. Годовой и сезонный сток рек бассейна Амура. Хабаровск: ИВЭП ХНЦ ДВО РАН, 1996, - 72 с.

Мордовин А.М., Петров Е.С., Шестеркин В.П. Гидроклиматология и гидрохимия Зейского водохранилища. Владивосток-Хабаровск: Дальнаука, 1997. - 138 с.

Мордовин А.М., Шестеркин В.П., Антонов А.Л. Река Бурея: гидрология, гидрохимия, ихтиофауна. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2008. - 149 с.

Нижнее-Бурейский гидроузел. http://www.lhp.ru/lowbur.html

Оценка состояния водной среды в зоне возможного влияния Нижне-Зейской ГЭС для разработки прогноза качества воды Нижне-Зейского водохранилища на р. Зея. Этап I (промежуточный). Рук. С.Е. Сиротский. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2007. - 167 с.

Россолимо Л.Л. Основы типизации озер и лимнологического районирования // Накопление веществ в озерах. М.: Наука, 1964. - С. 5-46

Сиротский С.Е. Трофический статус водотоков бассейна рек Бурея, Зея, Бурейского и Зейского водохранилищ // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ. Хабаровск: ДВО РАН, 2005. - С. 95-99.

Соколов А.А. Гидрография СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1952. - 472 с.

Эдельштейн К.К. Структурная гидрология суши. М.:ГЕОС, 2005. - 315 с.

Häkanson L., Boulion V.V. The lake foodweb – modelling predation and abiotic/biotic interactions. Leiden: Backhuys Publishers, 2002. - 344 p.

Pace L.P. Prediction and the aquatic sciences // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2001. V. 58, № 1. - P. 63-72.

Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания при эксплуатации Цимлянского и Манычских водохранилищ

С.В.Жукова
(ФГУП «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»)

В результате претворения в жизнь грандиозных проектов по обводнению засушливых районов и созданию новых водных путей в период индустриализации СССР на картах страны появился целый ряд новых водных объектов. В 30-х годах прошлого столетия на юге России на р. Западный Маныч появился каскад водохранилищ: Пролетарское, Веселовское и Усть-Манычское, топонимика которых связана с населенными пунктами, у которых были возведены земляные плотины. В 1951 г. (при создании Волго-Донского судоходного канала) на р. Дон (в 309 км от устья) были сооружены Цимлянский гидроузел и Цимлянское водохранилище (рисунок 1). В состав основных сооружений Цимлянского гидроузла входят: земляная плотина с максимальной отметкой гребня 41.0 м Б.С. длиной 12.75 км, бетонная водосливная плотина общей длиной по напорному фронту, включая здание ГЭС – 612.1 м, с отметкой верха сегментных затворов 36.6 м Б.С., гидроэлектростанция с отводящим каналом, оборудованная пятью агрегатами суммарной мощностью 209 мВт, шлюзованный судоходный канал, головное водозаборное сооружение Донского магистрального канала на расход 250 м^3/с и рыбоподъемник. Через сооружения Цимлянского гидроузла проходят: железнодорожная линия, автодорога и эксплуатационное шоссе. В настоящее время на Нижнем Дону введены в эксплуатацию три низконапорных судоходных гидроузла – Николаевский в 247 км от устья (построен в 1975 г.), Константиновский в 208 км от устья (построен в 1982 г.) и Кочетовский в 179 км от устья (построен в 1920 г., реконструирован в 1971 и 2006 гг.). Таким образом участок реки от Цимлянского гидроузла и до устья р. Северский Донец полностью зашлюзован.

Менее мощные гидротехнические сооружения на р. Западный Маныч, в основном, представлены земляными плотинами с водосливами различной конструкции и шлюзовальными камерами. Пролетарский гидроузел включает здание ГЭС (демонтированной в настоящее время), а Ново-Манычская (Бараниковская) дамба, разделяющая Восточный и Западные отсеки Пролетарского водохранилища, представляет земляную перемычку с временно устраиваемым прокопом. В 2009 г. введены в эксплуатации два рыбоходных канала в обход Усть-Манычского гидроузла.



Рисунок 1- Схема водохранилищ в бассейне Нижнего Дона

Созданные водохранилища регулируют сток в интересах комплекса водопользователей, главнейшими из которых являются: водоснабжение (хозяйственно-питьевое и промышленное), сельскохозяйственное (орошаемое земледелие и обводнение пастбищ); гидроэнергетика; водный транспорт; рыбное хозяйство (естественное воспроизводство и прудовое рыбоводство); поддержание водно-солевого режима Манычских водохранилищ. Основными документами, регламентирующими использование водных ресурсов Цимлянского водохранилища являются «Основные положения Правил использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища на р. Дону», утвержденными в 1965 г., а Манычских водохранилищ – «Основные положения правил использования водных ресурсов Пролетарского, Веселовского и Усть-Манычского водохранилищ с оросительными системами», утвержденные в 1967 г. (позже - «Временные Правила эксплуатации Усть-Манычского, Веселовского и Пролетарского водохранилищ», разработанные в 1992 г.). Существуют более поздние разработки и Правил использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища (1989, 2002), однако, эти документы до сих пор не согласованы участниками водохозяйственного комплекса Нижнего Дона.

Следует подчеркнуть, что действующие до настоящего времени Правила имеют существенный недостаток: в них отсутствует экологическая компонента (определение экологического стока и экологического попуска из водохранилищ, при которых сохраняется способность природных комплексов к. самовозобновлению и самоочищению), а интересы рыбохозяйственной отрасли учитываются по остаточному принципу. Именно эти обстоятельства, как показал 60- 80 –летний опыт эксплуатации водохранилищ, с точки зрения водообеспеченности рыбохозяйственной отрасли, дали существенный сбой в системах управления водными ресурсами, привели к подрыву устойчивости водных экосистем.

Преобразование стока р. Дон. Сток р. Дон, впадающей в Таганрогский залив Азовского моря, в замыкающем створе

у станицы (ст.) Раздорской формируется с площади водосбора, составляющей 378000 км^2. Основным источником питания реки являются талые снеговые воды, на долю которых приходится около 70 % годового объёма стока (ГВК…, 1986, Ресурсы…, 1964). В створе ст. Раздорской половодье начинается в среднем во второй декаде марта. Самое раннее начало половодья отмечалось в середине февраля (1904 г.), самое позднее – во второй декаде апреля (1884 г.) Максимальные расходы наблюдаются, в основном, в первой декаде мая. Наиболее высокие половодья проходили в 1917 и 1942 гг. при максимумах расходов на гребне, соответственно составлявших 13500 и 13100 м^3/с. Заканчивается половодье во второй половине июня.

Естественные водные ресурсы р. Дон в створе Цимлянского гидроузла характеризуются следующими показателями (таблица 1).

Радикальные изменения в режиме стока р. Дон, и в частности, внутригодового распределения, началось после введения в эксплуатацию Цимлянского водохранилища (1952 г.). Это подтверждается данными анализа двойной интегральной кривой (рисунок 2), построенной путем последовательного суммирования объемов годового стока

Таблица 1- Естественные водные ресурсы р. Дон в створе Цимлянского гидроузла (Правила использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища на р.Дон, 2002)

№ п/п	Наименование показателей	Ед. измерения	Значение показателя
I. Годовой сток			
1.	Средний многолетний сток за период наблюдений	км^3	21.0
2.	Сток 1917/18 года (самый многоводный за период наблюдений 1881-1990г.г.)	км^3	44.4
3.	Сток 1972/73 года (самый маловодный за период наблюдений 1881-1990г.г.)	км^3	7.8
4.	Сток 1937/38 года соответствующий 75% обеспеченности	км^3	15.8
5.	Сток 1949/50 года обеспеченностью около 95%	км^3	10.8
6.	Коэффициент вариации годового стока (C_V)	-	0.38
7.	Коэффициент асимметрии годового стока (C_S)	-	0.76
8.	Внутригодовое распределение стока в средних условиях:		
	- весеннее половодье (март-май)	%	69
	- летне-осенняя межень (июнь-ноябрь)	%	22
	- зимняя межень (декабрь-февраль)	%	9
II. Максимальные расходы воды в половодье			
1.	Вероятностью превышения 0.01% с гарантийной поправкой	м^3/с	23400
2.	Вероятностью превышения 0.1%	м^3/с	17200
3.	Вероятностью превышения 1%	м^3/с	14300
4.	Вероятностью превышения 5%	м^3/с	10970

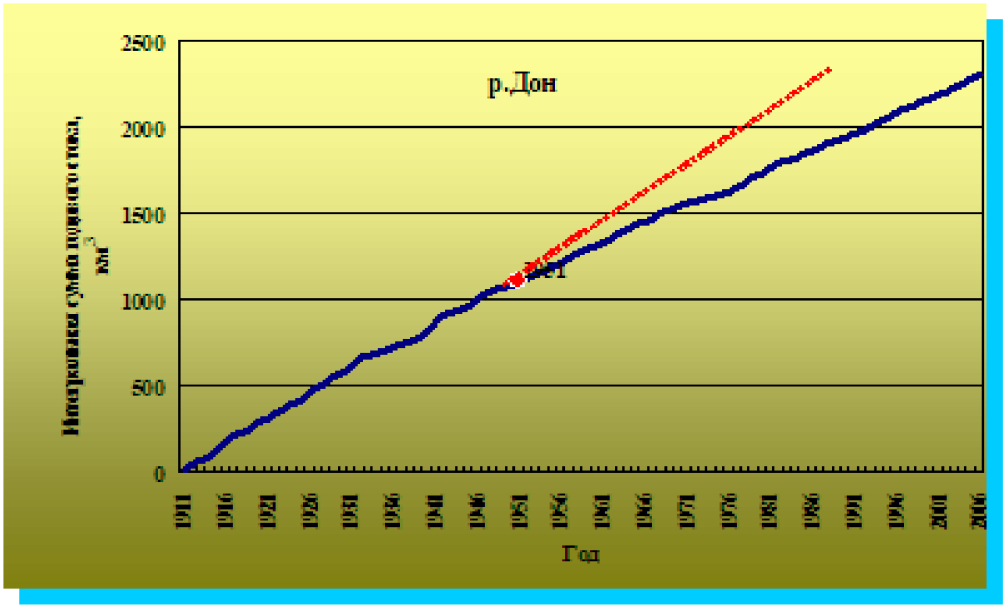


Рисунок 2 – Двойная интегральная кривая стока р. Дон – ст. Раздорская

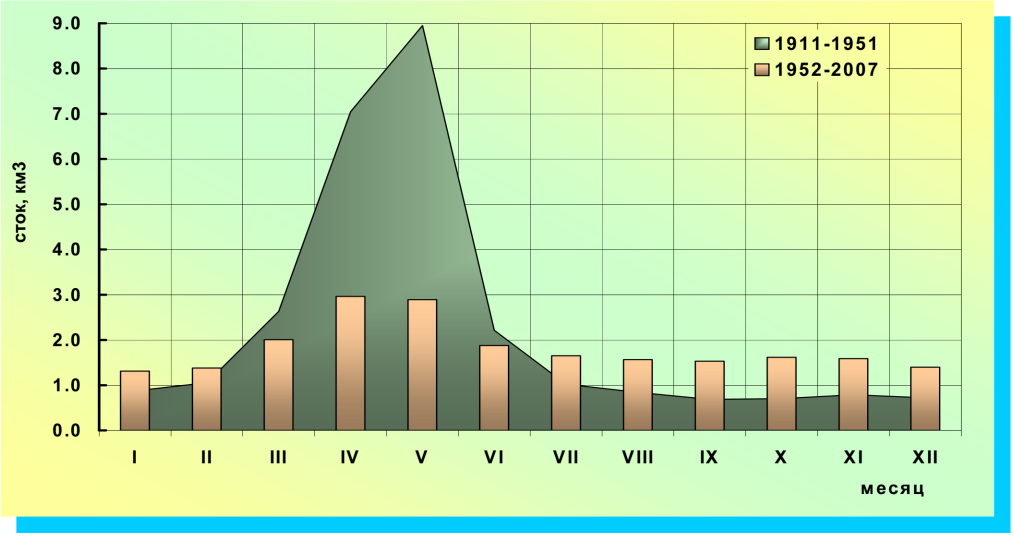


Рисунок 3 – Внутригодовое распределение стока р. Дон – ст. Раздорская в условно-естественных и зарегулированных условиях

(свойством этой кривой является изменение направления в случае появления систематических нарушений в ряду стока). Нарушения такого характера отчетливо прослеживаются для р. Дон в 1951 г. При анализе рядов гидрологических данных по р. Дон принято считать период до 1951 г. – условно-естественным, а последующий период (с 1952 г.) – зарегулированным.

Происшедшие изменения, внесенные регулирующим действием Цимлянского гидроузла, выразились в срезке или полной аккумуляции весеннего половодья и устойчивом увеличении расходов в период летне-осенней и зимней межени (рисунок 3). Относительная роль весеннего половодья в общем годовом стоке реки Дон в среднем за период зарегулирования сократилась с 68% до 36% (таблицы 2, 3). В современном гидрографе оно представлено размытой невысокой волной, которая в маловодные годы практически полностью отсутствует. При сравнении среднемесячных значений стока р.Дон - ст.

Раздорская по периодам (условно-естественного и зарегулированного режимов) обнаруживается, что в 1952-2008 гг. существенное снижение расходов воды (в 1- 2.4 раза) отмечается с марта по июнь, а рост (в 0.4 -0.6 раза) - с июля по -февраль (таблица 2). Соответственно, во внутригодовом распределении стока по сезонам (в % от годового) доля весеннего стока сократилась почти вдвое, а вклад осенней составляющей возрос практически втрое (таблица 3). Однако, справедливости ради, следует отметить, что преобразования стока коснулись не только Нижнего Дона. Увеличение стока зимнего и летнего периодов и снижение стока весеннего половодья наблюдается и во входном в Цимлянское водохранилище створе р. Дон – ст. Новогригорьевская (рисунок 4). Снижение весеннего и рост стока меженного периодов отчетливо прослеживается на гидрографах последних шести десятилетий, т. е., начиная с периода 1951- 1960 гг. Наибольший рост меженного стока в данном случае отмечался в 2001-2005 гг. Это позволяет заключить, что причиной перераспределения стока р. Дон в низовье послужили не только регулирующее влияние Цимлянского гидроузла, но и «нестандартная» климатическая обстановка, выразившаяся в росте годовой, и особенно зимней, температуры воздуха (Бедрицкий и др., 2004, Лурье, Панов, 1999, Зайцева и др., 2004).

В изменении стока р. Дон – ст. Раздорская за период 1911-2008 гг. наблюдается отрицательный тренд (рисунок 5). Согласно уравнению тренда, снижение годового стока составляет примерно 0.1 км^3 в год.

Проведенный анализ разностной интегральной кривой модульных коэффициентов годового стока, построенной за период 1912-1951 гг., позволил заключить, что в условно-естественные годы периодичность смены циклов водности составляла 11-14 лет (Бронфман и др., 1979), а в условиях зарегулированного режима цикличность возросла до 15-17 лет (рисунок 6).

Таблица 2 - Внутригодовое распределение стока в условно-естественных (1911-1951гг.) и зарегулированных условиях (1952-2008 гг.) по месяцам

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Сток, км^3													
1952-2008	1.3	1.4	2.0	3.0	2.9	1.9	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6	1.4	21.7
1911-1951	0.9	1.1	2.6	7.0	9.0	2.2	1.0	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	27.6
Сток, в % от годового													
1952-2008	6	6	9	14	13	9	8	7	7	7	7	6	100
1911-1951	3	4	10	26	32	8	4	3	2	3	3	3	100

Таблица 3 - Внутригодовое распределение стока в условно-естественных (1911-1951гг.) и зарегулированных условиях (1952-2007 гг.) по сезонам

Период	весна (III-V)	лето (VI-VIII)	осень (IX-XI)	зима (XII-II)	Год
Сток, км^3					
1911-1951	**18.6**	**4.1**	**2.2**	**2.7**	**27.6**
1952-2007	**7.9**	**5.1**	**4.7**	**4.1**	**21.7**
Сток, в % от годового					
1911-1951	**67.5**	**14.8**	**7.9**	**9.6**	**100**
1952-2007	**36.2**	**23.5**	**21.8**	**18.8**	**100**

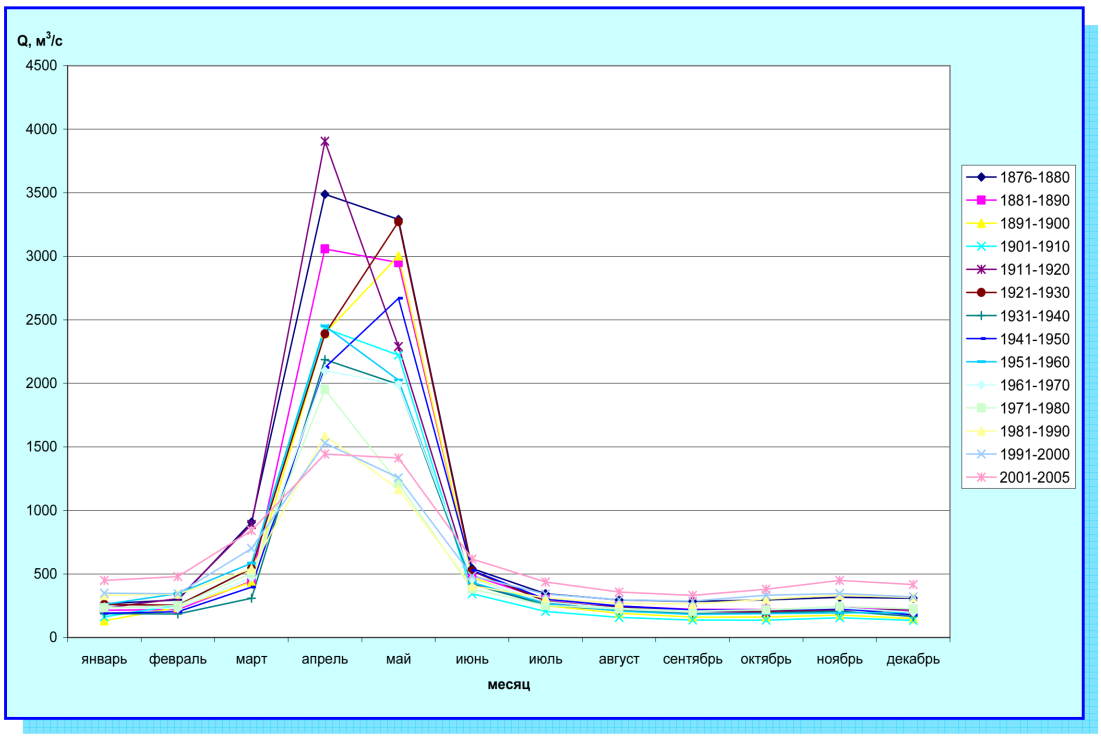


Рисунок 4 – Совмещённые гидрографы стока, рассчитанные по скользящим десятилетиям (1876 – 2005 гг.) в створе р. Дон – ст. Новогригорьевская (Жукова и др., 2009)

Норма восстановленного условно-естественного стока реки (условно бытовой сток) в створе ст. Раздорская, рассчитанная по данным наблюдений за 1881 – 1951 гг., составляет по разным источникам 27.8 км^3 (Полонский, Остроумова, 2008), - 27.5 км3 (Михайлов, 1997). За период 1952-2008 гг. среднегодовой сток р. Дон – ст. Раздорская (по данным Ростовского Гидрометцентра) составил 21.8 км^3. Таким образом, среднемноголетняя величина безвозвратных изъятий стока р. Дон за период 1952-2008 гг. может быть оценена величиной 6 км^3. Не менее существенные преобразования коснулись и стока взвешенных наносов. Так, в среднем за период 1932-1951 гг., годовой сток наносов составлял 4,67 млн. т (148 кг/с). В период после зарегулирования (1952-2008 гг.) отмечается более чем трехкратное снижение среднегодовых расходов (годового стока) взвешенных наносов, которые оцениваются величиной 46 кг/с (1,86 млн.т). Проведенные нами расчеты внутригодового распределения стока взвешенных наносов по периодам показали, что в 1952-2008 гг. наибольшим изменениям, вследствие зарегулирования, подвергся сток весеннего половодья: в марте сток наносов снизился втрое, в апреле - впятеро, в мае - в 7 раз. В то же время отмечается рост стока взвешенных наносов в меженный период: например, в январе расходы взвешенных наносов повысились втрое (рисунок 7а). В целом за весенний сезон (в % от годового) снижение стока взвешенных наносов превысило 20%, а меженный период сток возрос примерно на 5-12 % (рисунок 7б).

По уравнению тренда стока взвешенных наносов за период 1952-2008 гг. установлено, что средний темп снижения расходов взвешенных наносов на этом временном отрезке составлял 2.2 кг/с или около 70 тыс. т в год. Причиной столь существенного снижения расходов взвешенных наносов в современный период, по мнению ряда исследований (Симов, 1989, Михайлов, 1997 Полонский, Остроумова, 2008), является перехват наносов сооруженными плотинами и водохранилищами на вышележащих участках реки Дон и ее притоках.

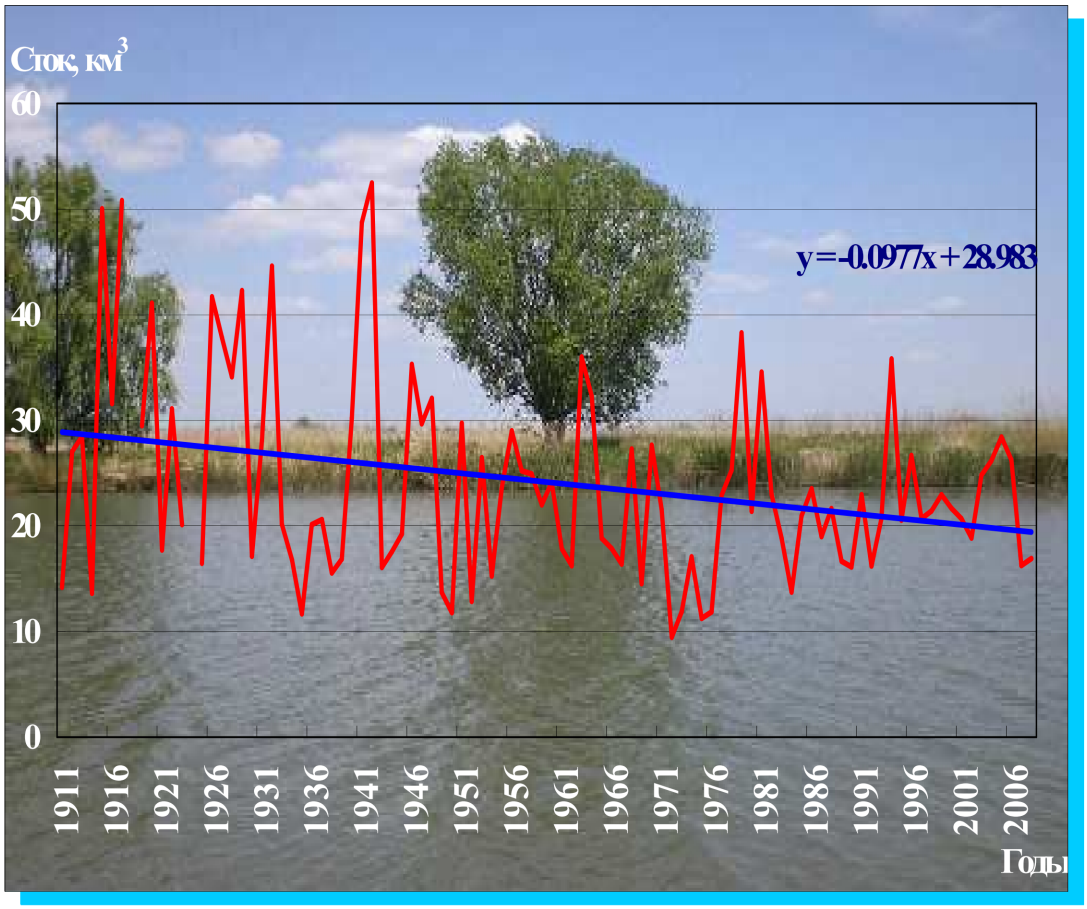


Рисунок 5 – Изменение годового стока р. Дон – ст. Раздорская за период 1911-2008 гг.



Рисунок 6 - Разностная интегральная кривая модульных коэффициентов годового стока р. Дон - ст. Раздорская, 1952 -2008 гг.

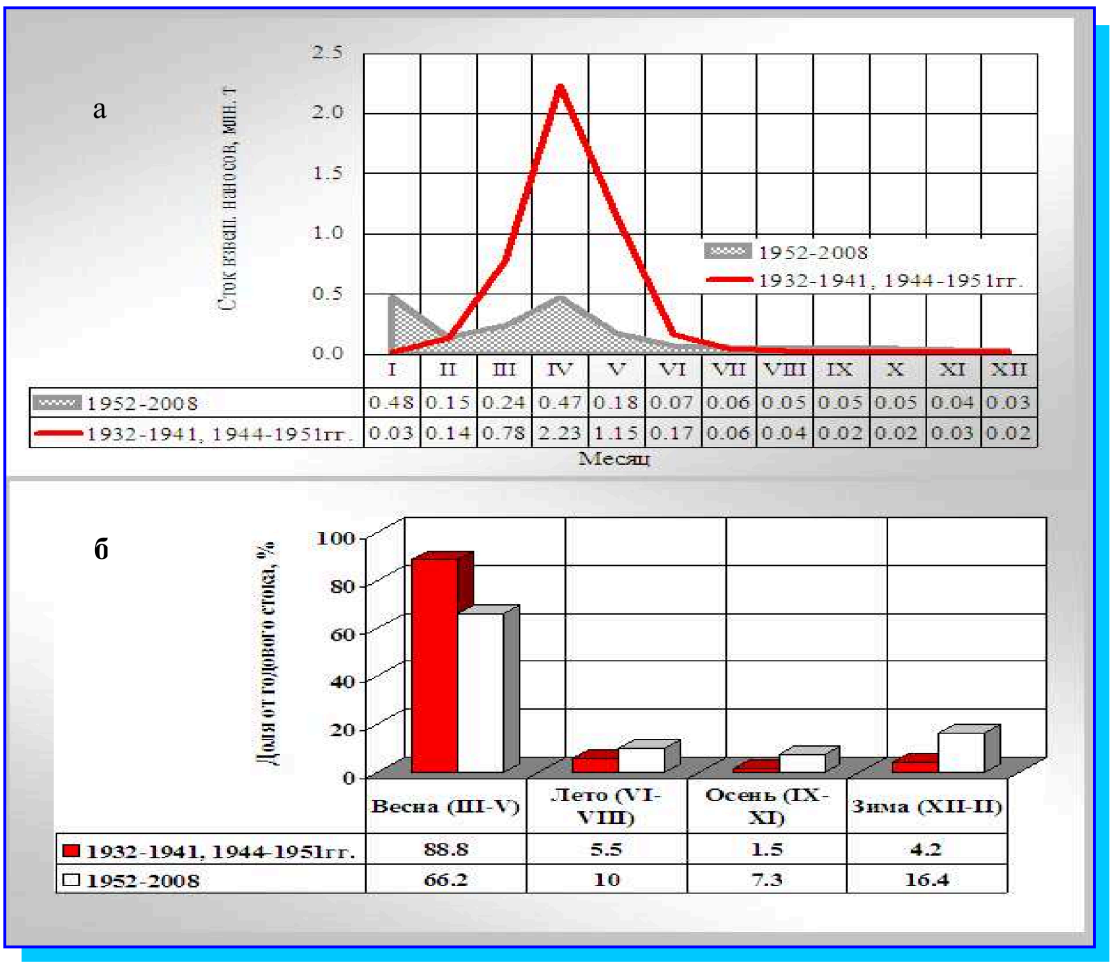


Рисунок 7 –Внутригодовое распределение стока взвешенных наносов р. Дон-ст. Раздорская по периодам: а) млн.т;, б) в % от годового стока

Эколого-рыбохозяйственные аспекты. Ихтиофауна Азово-Донского района насчитывает около 40 видов и подвидов рыб (Троицкий, Цунникова, 1988). Среди них выделяются особо ценные виды: русский осетр, севрюга и белуга. К ценным видам промысловых рыб также относятся черноморско-азовская проходная сельдь, рыбец, шемая, лещ, тарань, сазан, судак и др. Основное промысловое значение в Азовском море, помимо указанных видов, имеют рыбы солоноватоводного комплекса: тюлька, хамса, бычки, калкан и интродуцированный в 80-х годах пиленгас. Современное состояние и потенциальные возможности рыбного хозяйства в бассейне в значительной степени определяются экологической ситуацией, формируемой комплексом природных и антропогенных факторов. Экологическое благополучие популяций гидробионтов находится в прямой зависимости от условий их обитания - водной среды, количественные и качественные показатели которой подвержены существенной изменчивости. Наиболее важным жизненным циклом любого биологического сообщества является процесс воспроизводства. Для большинства рыб - это весенний период. Как указано в новой редакции неутвержденных «Правил» (1989, 2002), «..рыбное хозяйство Азово-Донского промыслового района заинтересовано, прежде всего, в весенних рыбохозяйственных попусках в низовьях Дона для сохранения и поддержания естественного воспроизводства ценных видов рыб, а также в водных ресурсах для обеспечения работы Цимлянского шлюза-рыбоподъемника и сети прудовых хозяйств Нижнего Дона». Включение в новую редакцию Правил этого пункта, равно

как и разработки гидрографа рыбохозяйственных попусков, стало возможным, не только благодаря многолетним усилиям «рыбников», добивающихся восстановления паритета рыбохозяйственной отрасли в водохозяйственных комплексах, но и вследствие очевидного катастрофического падения биологической продуктивности как в Азово-Донском рыбопромысловом районе, так и во всем Азовском море (рисунок 8). Очевидно, что, по сравнению с 30-ми годами XX века (период наиболее высокой рыбопродуктивности Азовоморского бассейна), уже к концу пятидесятых годов уловы проходных и полупроходных рыб Азово-Донского района снизились в 5, к концу семидесятых – в 20, а в современный период - в 260 (проходных) и 1700 (полупроходных) раз. И если в период до зарегулирования уловы измерялись десятками тысяч тонн, то в последние годы - единицами и десятками тонн. Эти данные свидетельствуют о том, что Азово-Донской район как морской рыбопромысловый по осетровым, азовским сельдям, основным частиковым полупроходным видам, также как и все Азовское море, утратили свое значение.

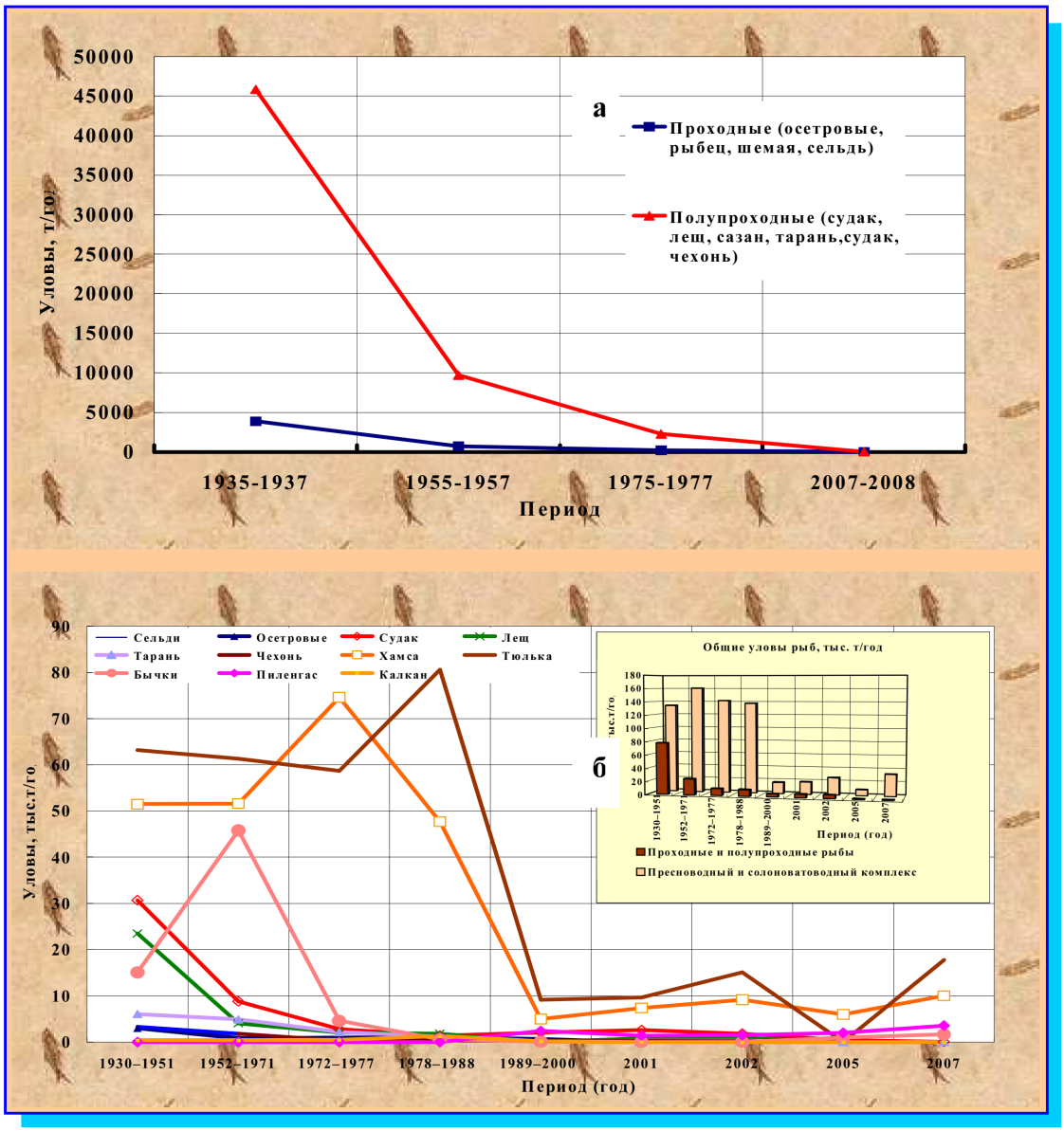


Рисунок 8- Уловы проходных и полупроходных рыб в различные периоды а) Азово-Донской рыбопромысловый район; б) Азовское море

Таблица 4- Рыбохозяйственная оценка займищ низовьев Дона (по Городничему, 1971)

Займище	Общая площадь, тыс. га	Средняя площадь залития, тыс. га	Оценка в условных единицах*	Продуктивность в промысловом возрате, тыс. ц	Продуктивность, ц/га
Кочетовско-Донецкое	15	10.5	0.8	32.5	3.1
Сусатско-Сальское	20	14.0	2.0	108.0	7.7
Подполинско-Багаевское	20	14.0	0.8	42.5	3.0
Манычское	17	11.9	3.0	138.0	11.6
Аксайско-Донское	50	35.0	1.0	135.0	3.8
Батайско-Ольгинское	26	18.6	0.5	34.0	1.8
Дельта Дона	52	26.0	0.1	10.0	0.4
Всего	200	130.0	–	500	3.8**

Примечание:
* Бальная оценка займищ в качестве пригодности их для нерестилищ полупроходных рыб была разработана группой сотрудников Доно-Кубанской научной рыбохозяйственной станции (Александров и др., 1930)
**Средний показатель для ряда.

Поэтапное разрушение целостности экосистемы бассейна Нижнего Дона и Азовского моря происходило под воздействием целого ряда антропогенных факторов (гидростроительство - безвозвратное водопотребление - загрязнение), постоянное или периодическое влияние которых проявлялось с различной интенсивностью. При этом следствия влияния одних становились причиной возникновения новых сбоев в звеньях сложного механизма экосистемы.

Первые серьезные нарушения продукционных процессов в бассейне Азовского моря произошли уже в первой половине 30-х годов XX века в результате создания каскада Манычских водохранилищ, подорвавшего на бывших наиболее продуктивных в бассейне нерестовых площадях (около 40 тыс. га) естественное воспроизводство донских судака, леща, тарани и других рыб. Но еще более тяжелые последствия для экосистем Дона и моря имело сооружение Цимлянской плотины, преградившей доступ преимущественно проходных рыб к их традиционным местам нереста. Выше Цимлянской плотины оказались отрезанными 100% нерестилищ белуги, около 80% нерестилищ осетра, чехони и сельди, около 50% нерестилищ севрюги. В результате срезки объемов весеннего половодья произошли радикальные ухудшения условий нереста полупроходных рыб на займищах, общей площадью 200 тыс. га, продуктивность которых в промысловом возврате достигала 500 тыс. ц (таблица 4).

Неблагоприятная ситуация на нерестилищах определялась тем, что Правилами использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища на нужды рыбного хозяйства ежегодно гарантировано выделялось всего 0.3 - 1.75 км^3 воды для обеспечения рыбхозов в пойме Н. Дона и на реках Сал и Маныч. Основная масса воды расходовалась на обеспечение водного транспорта, выработку электроэнергии, нужды сельского хозяйства, включая орошение. Если бы эти траты были сокращены, водные ресурсы Дона могли бы обеспечить обводнение нерестилищ в соответствии с требованиями рыбного хозяйства в 45% случаев (Дубинина, Гаргопа, 1974), т е. практически один раз в два-три года.

Требования рыбного хозяйства к водным ресурсам р. Дон, и в частности

гидрограф рыбохозяйственных попусков были разработаны еще в 60-70х годах прошлого столетия (Дубинина, 1969,1978). Гидрограф учитывал специфику гидрологического режима, площади и продолжительности затопления нерестилищ в период температур, благоприятных для нереста и развития личиночных стадий рыб, эффективность размножения различных видов рыб при различных сценариях водно-термического режима. Но эти разработки «Основными положениями Правил…» не учитывались. Вошедший в новую редакций Правил (1989), гидрограф весенних рыбохозяйственных попусков в объемах 12.2 км^3 (в створе ст. Раздорской) имеет следующие характеристики: в период со второй декады марта по вторую декаду апреля расходы воды постепенно возрастают от 250 до 1900 м^3/с. К началу мая сбросы воды из Цимлянского гидроузла увеличиваются до максимума 2800 м^3/с, и со второй декады мая начинается спад половодья до 1900 м^3/с к концу месяца (рисунок 8 А).

Анализ данных по стоку весеннего половодья р. Дон у ст. Раздорской за период 1952-2008 гг. показал, что оптимальные для естественного воспроизводства условия в весенний период создавались только 4 раза: в 1963, 1979, 1981 и 1994 гг. (7% случаев) и частично - в 1964, 1968 и 1970 г. (рисунок 9). Согласно рисунку, выход воды на пойму и залитие пойменных нерестилищ отмечались в годы, когда в весенний период (март-май) формировался сток, объемом от 4 до 8-9 км^3.

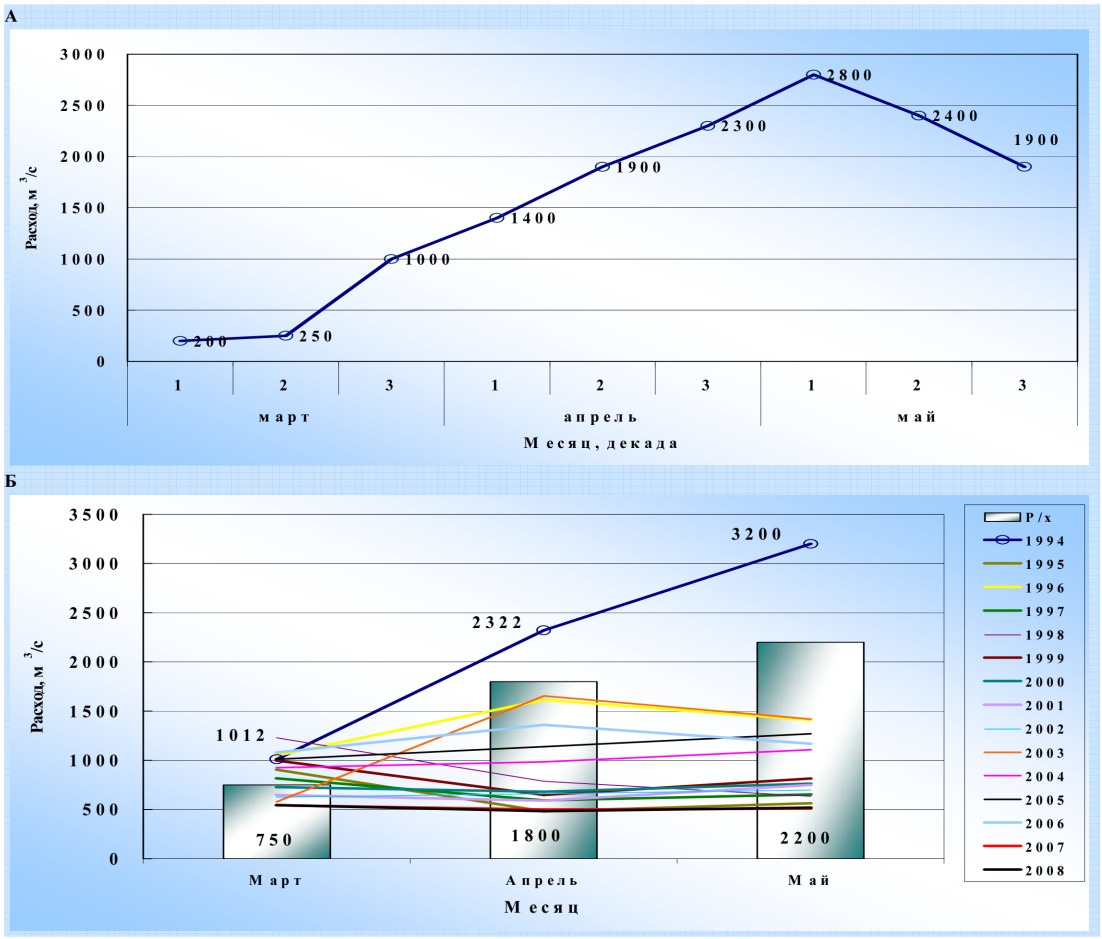


Рисунок 8 - А – рыбохозяйственный гидрограф весеннего стока, Б – изменение весеннего стока р. Дон –ст. Раздорская в период 1994-2008 гг.

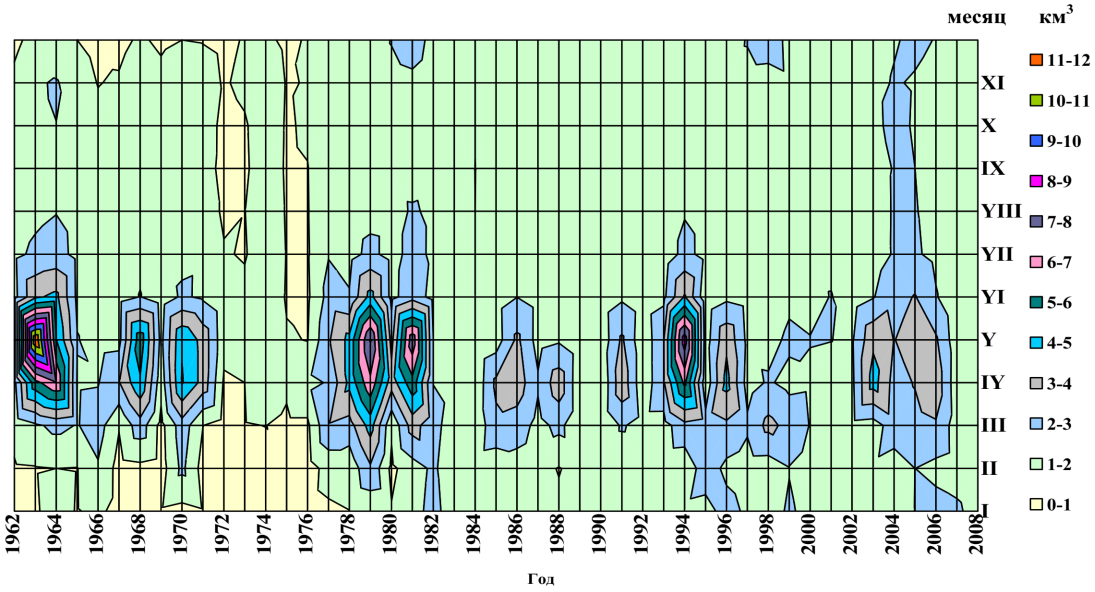


Рисунок 9 – Поле стока р. Дон у ст. Раздорская, 1962-2008 гг.

Следует отметить, что осуществление повышенных сбросов воды из Цимлянского водохранилища выполнялось, отнюдь, не в рамках требований рыбного хозяйства, а являлось лишь следствием повышенного притока вод, создающего опасность недопустимого перелива воды через гребень Цимлянской плотины. Как следует из рисунков 8Б и 9, в последующий после 1994 г. период залития поймы не происходило. Промежутки между указанными половодьями превышают жизненный цикл полупроходных рыб в условиях эксплуатируемых промыслом популяций. В таких условиях для воспроизводства сохраняется весьма ограниченное количество «производителей», нереститься которым приходится в гидрографической сети. Результативность такого нереста лимитируется сгонными явлениями, приводящими к осушению икры, отложенной по бровкам русла, гибели личинок и молоди. Зачастую при отсутствии необходимых условий для нереста у производителей рыб наблюдается резорбция икры, т. е. нереста рыб не происходит. Редкие обводнения поймы повлекли за собой изменение геоботанического облика займищ, их освоение другими отраслями хозяйства и отмирание гидрографической сети. В пользу этого свидетельствуют и оценка эффективности естественного воспроизводства рыбных запасов полупроходных видов в годы залития пойма Нижнего Дона: 1963 г – 35–40 тыс. т в промвозврате, 1979 -1981 гг. – 10–12 тыс. т, 1994 г. – 2–3 тыс. т. (Воловик и др., 2009). Таким образом, снижение повторяемости обводнения нерестилищ предопределяет не только прогрессирующее снижение промвозврата поколений, но и значительную деградацию качества нерестилищ.

Неудовлетворительный режим обводнения займищ (или отсутствие весенних разливов), особенно в годы с относительно высоким стоком, в современный период связан с высокой вероятностью затопления целого ряда строений, появившихся в водоохранной зоне Нижнего Дона. Вызывает определенные сомнения санкционированность подобного строительства, но очевидно, что нанесенный от наводнения ущерб может оцениваться внушительными суммами.

Безусловно, удручающее современное состояние рыбного хозяйства Азовоморского бассейна за годы эксплуатации Волго-Донского канала, помимо гидростроительства, безвозвратных изъятий, перераспределения стока и действия еще целого ряда из-

вестных антропогенных факторов (таблица 5), было существенно усугублено несанкционированным, неконтролируемым и неучтенным промыслом рыб (фактор «три Н»), низкой эффективностью искусственного воспроизводства (при формировании комплекса компенсационных мер в связи с гидростроительством на реках бассейна промышленному разведению промысловых рыб отдавалось приоритетное значение), изменением после распада СССР правового статуса Азовского моря и различием подходов российской и украинской сторон к вопросам рыболовства и промысла

Судя по масштабам происшедших преобразований в Азовоморском бассейне и на Нижнем Дону, уже на уровне 1952-1955 гг. появились убедительные доказательства «реальной опасности для экосистемы Азовского моря и его биоресурсов от осуществленного безвозвратного отъема больших объемов пресного стока и обоснованности требований рыбного хозяйства к рациональному решению проблемы управления водным хозяйством и ресурсами бассейна» (Воловик и др., 2009).

Таблица 5 -Экологические последствия некоторых антропогенных факторов в бассейне Азовского моря (Воловик, Корпакова, 2002)

Фактор	Последствия в экосистеме
Зарегулирование стока рек	➢ Пространственно-временное изменение жидкого, твердого стока ➢ Нарушение механизма воспроизводства проходных и полупроходных рыб, снижение их запасов ➢ Перераспределение площадей утилизации биогенных элементов ➢ Изменение солевого, газового режима в море ➢ Снижение продуктивности экосистемы
Безвозвратное изъятие стока	➢ Нарушение пресного баланса моря ➢ Изменение баланса биогенных элементов ➢ Повышение солености моря ➢ Перераспределение ареалов организмов разных комплексов ➢ Угнетение генетически пресноводных организмов ➢ Улучшение условий обитания генетически морских организмов ➢ Увеличение частоты и мощности заморных явлений ➢ Изменение трофических цепей ➢ Снижение продуктивности экосистемы и запасов промысловых объектов ➢ Редукция биоразнообразия
Загрязнение поллютантами	➢ Отрицательные воздействия на биоту (нарушения физиологических механизмов, процессов созревания и развития, генетические последствия) ➢ Редукция биоразнообразия ➢ Ухудшение качества пищевых продуктов
Работы на акватории моря (дампинг, нефтегазоразведка, судоходство и др.)	➢ Изменение структуры грунтов ➢ Уничтожение нерестилищ бентофильных рыб ➢ Загрязнение биоты поллютантами ➢ Локальная гибель гидробионтов ➢ Редукция биоразнобразия ➢ Снижение продуктивности экосистемы, запасов промысловых объектов, качества пищевых продуктов
Биологическое загрязнение	➢ Ухудшение санитарного состояния ➢ Изменение структуры флоры и фауны ➢ Внедрение экзотов и потеря аборигенных гидробионтов ➢ Изменение пищевых цепей ➢ Снижение продуктивности экосистемы, запасов промысловых объектов ➢ Потеря рекреационной значимости региона

Произведенная рядом авторов (Бронфман и др., 1979) оценка потерь рыбного хозяйства от гидростроительства и безвозвратных изъятий стока на уровне 1977 г. позволила им сделать вывод, что «рыбное хозяйство Азовского бассейна за 25 лет зарегулирования и преобразования режима стока рек потеряло не менее1.4 млрд. руб.», или в среднем за год ущерб составлял 57 млн. руб. (в ценах того периода) Общие размеры ущерба были сопоставимы с капитальными вложениями в мероприятия, необходимые для сохранения и поддержания уникальной экосистемы Азовского моря, а также почти на порядок превышали вложения средств на строительство Волго-Донской водной магистрали (общая смета строительства которой оценивалась в 175 млн. руб).

Подводя итог, отметим, что Волго-Донской судоходный канал, в т.ч. Цимлянское водохранилище как уникальные объекты антропогенного происхождения, уже вписались в экосистемы Азовского и Каспийского морей и отвоевали у природы свое право на существование. В реалиях сегодняшнего времени, когда антропогенная деятельность наносит все более ощутимые удары по экосистемам рек, озер, водохранилищ, все более обостряя водохозяйственный баланс и противоречия между участниками водохозяйственных комплексов, следует искать пути «мирного сосуществования», в том числе и с рыбохозяйственной отраслью. Одной из альтернатив такого «примирения сторон» могут стать экологические нормативы безвозвратных изъятий и экологического стока, моральный статус которых уже установлен природой, а правовой – предстоит «прописать» в документы, определяющие использование водных ресурсов.

Манычские водохранилища

Созданием на р. Маныч каскада из Пролетарского, Веселовского и Усть-Манычского водохранилищ, последующей переброской части кубанского и донского стока был в той или иной мере решен целый ряд проблем гидроэнергетики и водного транспорта, питьевого, коммунального и промышленного водоснабжения, сельскохозяйственной и рыбохозяйственной отраслей, рекреации Ставропольского и Краснодарского краев, Калмыкии и Ростовской области (площадь бассейна водохранилищ 42850 км^2, протяженность – 462 км).

Схема Манычских водохранилищ представлена на рисунке 10, а основные морфометрические характеристики - в таблице 6.

Водные ресурсы Манычских водохранилищ в современных условиях складываются из вод местного, донского и кубанского стока, возвратных вод с прилегающих орошаемых земель, грунтовых и подземных вод.

Комплекс природных и антропогенных факторов, действующих в процессе создания и функционирования каскада Манычских водохранилищ, обусловил их уникальную и сложную химическую географию. В естественных условиях минерализация р. Западный Маныч изменялась от 5-12 г/л в нижнем течении до 300-370 г/л в бессточном оз.Маныч – Гудило, расположенном в верховье реки. Высокая степень минерализации природных вод бассейна являлась фактором, лимитирующим развитие инфраструктуры региона. В 50-60-х годах распресняющим эффектом от переброски кубанской и донской воды было достигнуто почти 25-кратное снижение минерализации воды по всей длине восточной части Пролетарского водохранилища до уровня 10,3-14,6 г/л, а также 5-10 кратное разбавление до 1,0-1,2 г/л в западном отсеке Пролетарского и в Веселовском водохранилищах. Это стало толчком стремительного развития в бассейне сельского хозяйства (к концу 90-х годов площади орошаемого земледелия достигли 56 тыс.га.) и рыбной отрасли (к концу 50-х годов в водоемах добывали почти по 1600 т рыбы в год, а промысловая рыбопродуктивность составляла 23 кг/га (Дахно, 1987). Манычский водный путь проходил от Усть-Манычского гидроузла до устья р. Егорлык. Судоходство (перевозка стройматериалов, хлебных грузов, пассажиров) осуществлялось с апреля по ноябрь.

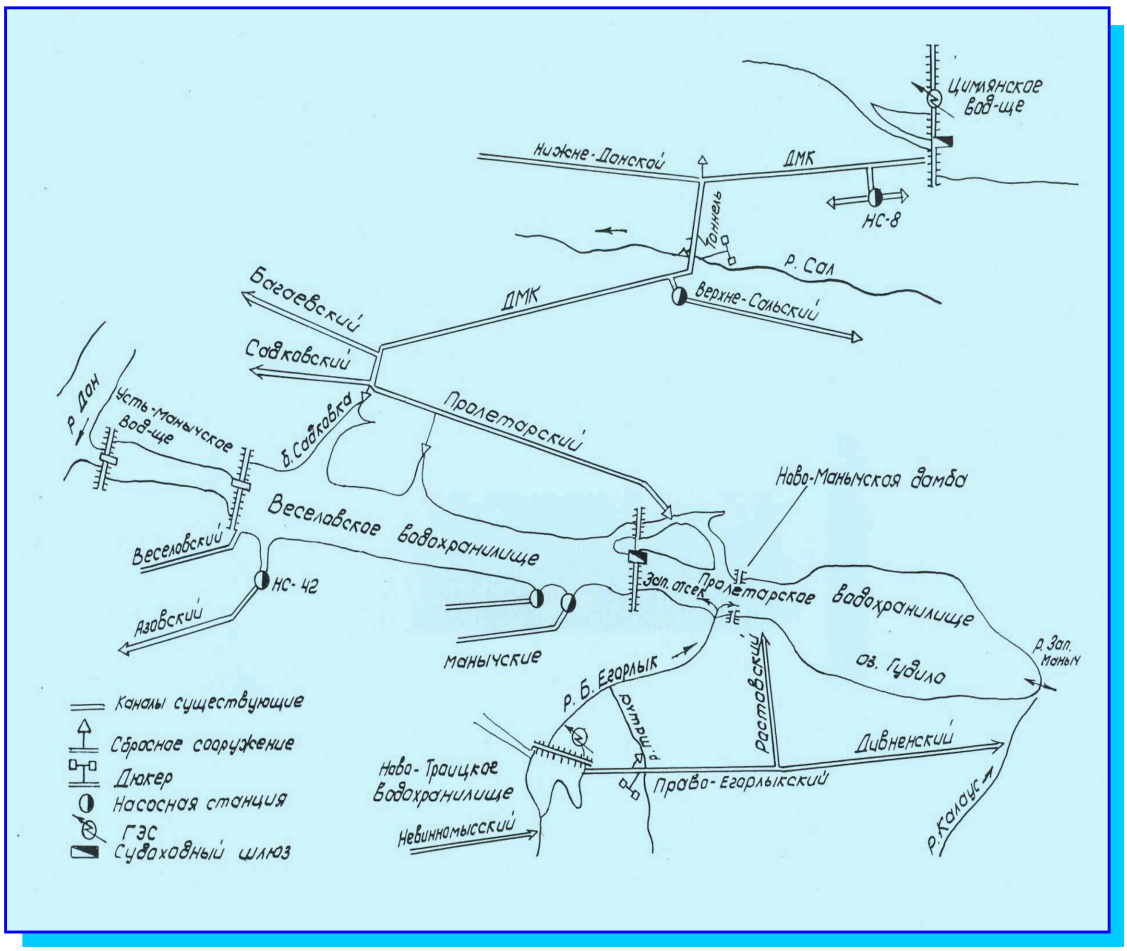


Рисунок 10- Схема Манычских водохранилищ

Таблица 6 - Морфометрические характеристики Манычских водохранилищ (Основные положения …, 1967)

Характеристика	Усть-Маныч-ское	Веселовское	Пролетарское		
			Всего	Западный отсек	Восточный отсек
Длина, км	62	100	200	19	181
Ширина макс., км		7,0	13,0	2,0	13
Глубина макс., м	3.5	8,0	-	5,20	5,20
Макс. эксплуатац. уровень, м		10,30	-	13,17	12,82
Мин. эксплуатац. уровень, м		10,00	-	12,86	12,51
Мин. судоходный уровень, м		9,25	-	11,80	11,80
Площадь зеркала при макс. эксплуатационном уровне, км^2	73	309	825	45	780
Объем, млн. м^3 при макс.ур.		1095	2004	119	1885

Неуклонное расширение в бассейне масштабов хозяйственной деятельности, достигшее пика в 80-90 годы прошлого столетия, отсутствие научно-обоснованных подходов в принципах стратегии управления и развития региона, недостаточная изученность ресурсной составляющей, экономический спад производства привели к глубоким структурным преобразованиям в бассейне. Исследованиями АзНИИРХ, проведенными в 1984- 1991 гг., было установлено, что уже с середины 70-х годов в регионе возобладали процессы роста минерализации, загрязнения вод, засоления и вторичного засоления орошаемых массивов, заиления, износа и необходимости ремонта и реконструкции гидротехнических сооружений и т.д., приведшие не только к обострению межведомственных противоречий, но и утрате отраслевых позиций. В 1972 г. были демонтированы Веселовская и Пролетарская ГЭС, к середине 80-х годов с прекращением подачи воды в восточный отсек Пролетарского водохранилища и ростом минерализации воды до 27 г/л даже на участке Ново-Манычская дамба - горло оз. Маныч-Гудило была полностью потеряна рыбохозяйственная значимость восточной части Пролетарского водохранилища, наметилась тенденция спада рыбопродуктивности и численности раков в западном отсеке и Веселовском водохранилище, снизилось плодородие почв, из-за отсутствия дноуглубительных работ сократился Манычский водный путь, было подорвано биоразнообразие в экосистеме Манычей, около 60 000 га которых являются водно-болотистыми угодьями (ВБУ), имеющими международное значение и находящимися под юрисдикцией Рамсарской конвекции, 19200 га (Маныч-Гудило) – ключевой орнитологической территорией России (КОТР) с международным значением.

Развитие в бассейне водохранилищ орошаемого земледелия стало причиной загрязнения водоемов (особенно Веселовского водохранилища) высокотоксичными соединениями хлорорганических пестицидов, солями тяжелых металлов, развития аккумуляционных процессов в донных отложениях и вторичного загрязнения. Наряду с этим, антропогенная деятельность в бассейне привела к прогрессирующему росту минерализации водоемов, лимитирующей развитие не только сельскохозяйственного производства и рыбного хозяйства, но и инфраструктуры бассейна в целом. Уже с начала 70-х годов отмечалось повышение концентрации солей (до 1.5 г/л) в р.Егорлык, по которой осуществляется переброска в Манычские водохранилища кубанских вод (имеющих в районе водозабора из р.Кубани минерализацию 0.2 г/л), а к началу 90-х годов в отдельные периоды суммарное содержание ионов солей в р.Егорлык уже превышало 4.5 г/л (рисунок 11). Парадоксальным стал факт, что безвозвратно изымаемые с целью распреснения Манычских водохранилищ водные ресурсы кубанского бассейна, испытывающего недостаток, явились источником засоления…

Источником засоления Веселовского водохранилища, помимо кубано-егорлыкского стока, поступающего сюда из вышерасположенного Пролетарского водохранилища (68%), как было установлено расчетами водно-солевого баланса, стали возвратные воды коллекторно-дренажной сети Пролетарской и Манычской оросительных систем, концентрация солей в которых достигала 3-5 г/л, а роль в пополнении солезапаса водоема оценивалась в 32% (таблица 7). К началу 1991 г. водные ресурсы водохранилищ в целом количественно удовлетворял все требования участников водохозяйственного комплекса, а качественная комонента превышала почти втрое установленные Правилами лимиты.

На основании проведенных водно-балансовых исследований было показано, что недостаточное научное обоснование при планировании масштабов сельскохозяйственного производства и внедрении рисосеяния без учета возможных последствий для окружающей среды, привело к деградации части водных экосистем и прилегающих территорий обширного региона юга России; установлена иррациональность переброски значительных объемов донского и особенно кубанского стока, не решающих проблемы улучшения качества водной среды.

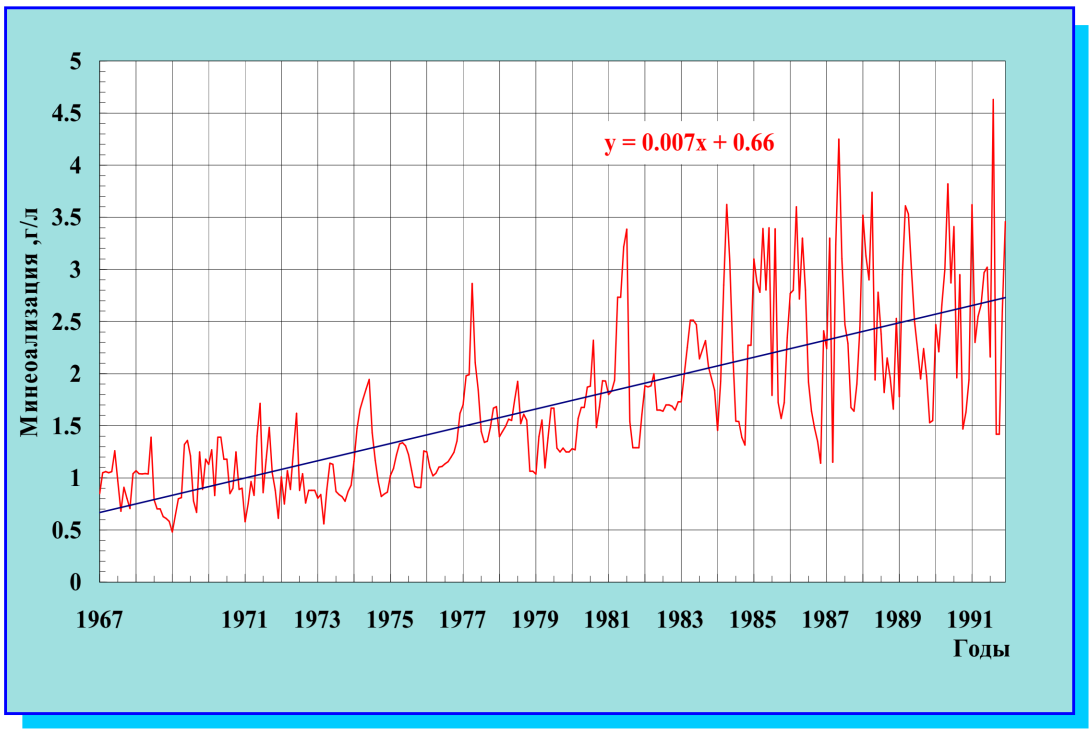


Рисунок 11- Среднемесячные значения минерализации воды р. Егорлык- устье в 1967-1991 гг.(Жукова, 2000).

Таблица 7- Укрупненные среднемноголетние годовые значения основных компонентов водно-солевого баланса Манычских водохранилищ в период 1967-1991 гг. (Жукова, 2000)

Водохранилище	Поверхностный приток в т.ч. др. бассейнов		Коллекторно-дренажный сток		Атмосферные осадки	Поверхностный отток		Орошение		Испарение
	Вода	соли	вода	соли	вода	вода	соли	вода	соли	вода
Пролетарское: Западный отсек	1150* / 98	1868 / 100			23 / 2	1100 / 96	3042 / 100			43 / 4
Восточный отсек (1967-1984)	812 / 71	962 / 100			360 / 29					955 / 100
Веселовское	963 / 73	2298 / 68	264 / 17	571 / 32	151 / 10	951 / 58	1770 / 68	391 / 25	805 / 32	271 / 17

* числитель - вода- млн. $м^3$, солезапас- тыс.т; знаменатель - % от суммарного прихода или расхода

Использование воды с минерализацией, не соответствующей критериям водопользования, требовало уже на уровне 1971 г. принятия срочных мер по стабилизации солевого режима Веселовского водохранилища, связанных с отведением или хотя бы частичным снижением объемов поступления кубано-егорлыкских и коллекторно-дренажных вод, либо привлечением в водохранилище дополнительных объемов донского стока для рассоления вод-

ных масс до оптимальных значений. Очевидно, что темпы роста антропогенной деятельности в бассейне значительно опережали своевременность принятия мер по корректировке водохозяйственной стратегии региона. В современный период, в связи со снижением объемов сельскохозяйственного производства, гидрохимический режим водохранилищ (за исключением восточного отсека) несколько улучшился. Минерализация воды, по информации Донского водохозяйственного Управления, в период 2005-2008 гг. стабилизировлась на уровне 1.3-1.5 г/л, однако биологические ресурсы водоемов остаются в критическом состоянии.

Рыбное хозяйство Развитие рыбного хозяйства Манычских водохранилищ изначально рассматривалось как «сопутствующий эффект», но со временем этот аспект использования водоемов стал основным. После сооружения Цимлянской плотины Усть-Манычское водохранилище остается крупнейшим нерестилищем на Нижнем Дону, ежегодно обеспечиваемым водой (Потехина, Сыроватский, 1956, 1957). Однако ежегодно в марте-апреле в устье р. Маныч устанавливается низконапорная плотина, преграждающая путь производителям рыб, мигрирующим из р. Дон. Только в 2009 г. вопрос беспрепятственного захода производителей на нерест, как уже отмечено, был решен сооружением двух рыбоходных канала в обход Усть-Манычского гидроузла. Основными рыбопромысловыми объектами Манычских водохранилищ являются судак, лещ, тарань, сазан, щука, берш, чехонь, карась, густера, сом и окунь. Рыбохозяйственное освоение Веселовского водохранилища началось с 1935 г. В начальный период своего существования (до 1941 г.) этот водоем отличался исключительно высокой промысловой рыбопродуктивностью. Среднегодовой вылов рыбы достигал 1800 т, а удельная рыбопродуктивность в отдельные годы – 160 кг/га (рисунок 11). Преобладающую часть уловов в этот период составляли ценные промысловые рыбы – сазан, лещ, судак, причем доля сазана в общем вылове достигала 48% (Дахно, 1987). Начиная с 1960 г., основной промысловой рыбой становится лещ. Заметную роль в промысле стали играть густера, берш, чехонь, то есть мигранты из Цимлянского водохранилища. Их доля в общем вылове достигла 50%. В начале 60-х гг. для повышения рыбопродуктивности в Веселовское водохранилище был начат выпуск белого и пестрого толстолобиков и белого амура. Ежегодное зарыбление позволило получить уловы до 213–354 т в год (Воловик и др., 2002). К середине 60-х гг. суммарный вылов рыбы во всех водохранилищах превысил 2700 т. Как видно из рисунка 12, рыбопродуктивность водоемов (более 120 кг/га) на уровне 60-х годов оказалась максимальной.

В последующий период во всех водоемах началось снижение промысловых запасов и уловов, ухудшение их качества. Это было обусловлено ростом загрязнения водоемов и фактами неоднократной массовой гибели рыб, потерей рыбохозяйственных площадей в восточной части Пролетарского водохранилища, периодически неблагоприятными колебаниями уровенного режима, ухудшением кислородного режима (формирование заморных явлений) в межплотинном пространстве, в связи с его зарастаемостью и заилением, ростом минерализации воды, а также особенностями промысла, имеющими те же тенденции, что и в сопредельных рыбопромысловых районах.

Существование Манычских водохранилищ невозможно без дотаций речного стока. Водоемы приобрели рыбохозяйственную значимость только благодаря распресняющему эффекту от подачи кубанской и донской воды, что определяет решающую роль стока в формировании биологического режима водоемов. Это подтверждается рядом регрессионных зависимостей и уравнений между уловами промысловых рыб и кубано-егорлыкских стоком. Гипотетически смоделировав ситуацию, при которой весь подаваемый сток по р. Егорлык предназначался бы только для обводнения Манычей (без расходов по пути транспортировки на орошение рисовых массивов и обогащения солями), т.е. вариант при котором приоритет в бассейне был бы отдан рыбному хозяй-

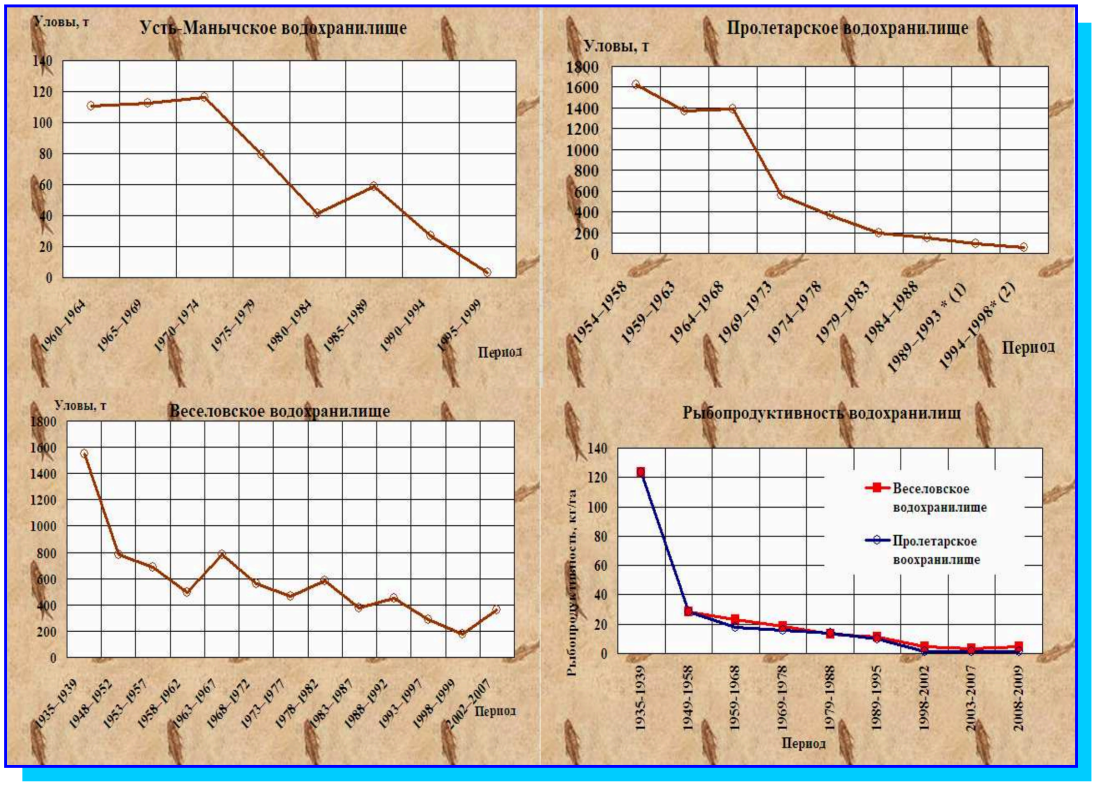


Рисунок 12 – Уловы рыб (т) и рыбопродуктивность Манычских водохранилищ

ству, мы рассчитали, что суммарные за период до 1987 г. уловы рыб могли бы быть на 3.0 тыс. т больше фактических. Потери рыбного хозяйства от отбора 1 млн. м3 кубань-егорлыкской воды составили 0.376 т рыбы для Веселовского и 0.953 т – для Пролетарского водохранилищ.

При существующем режиме управления водными ресурсами суммарные оценки потенциально возможного вылова рыбы в Манычских водохранилищах вряд ли будут превышать нескольких сот тонн (Воловик и др., 2002), что не оставляет никаких надежд для оптимизма.

За время существования водохранилищ, по мере ухудшения экологической ситуации, вопросы реконструкции водохранилищ поднимались неоднократно. Известны предложения по изменению облика восточной части Пролетарского водохранилища (идея М.И. Кривенцова, 1974) по созданию в горле оз. Маныч-Гудило двух плотин, перекрывающих возможность попадания соленых озерных вод в центральную часть, поднимались вопросы реконструкции Ново-Манычской (Барнаниковской) дамбы, но есть и более радикальные предложения, связанные со спуском водохранилищ. На наш взгляд, более актуален умеренный подход, предложенный Северо-Кавказским филиалом РосНИИВХа, призывающего провести научные и проектно-изыскательные работы для принятия решения о целесообразности сохранения комплекса.

Литература

Александров Б.П., Тихонов В.Н., Троицкий С.КРыбохозяйственное значение Аксайско-Донского займища. – М.: Фонды ВНИРО, 1930.

Бедрицкий А.И. , Хамитов Р.З. , Шикломанов И.А. и др. Водные ресурсы России и их использование в новых социально-экономических условиях с учетом возможных изменений климата /Пленарное заседание. VI Всероссийский гидрологический съезд. Тез. докл. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2004. – 260 с.

Бронфман А.М., Воловик С.П., Козлитина С.В., Кучай Л.А., Попов А.В Статистическая структура океанографических и биологических параметров экосистемы Азовского моря: Монографический сборник. – Ростов н/Д: РГУ, 1979. – 158 с.

Воловик Е.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е. Нижний Дон. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления-Новочеркасск: СевКавНИИВХ, 2009, 301 с.

Воловик С.П., Корпакова И.Г. О проблемах сохранения и восстановления биоресурсов рыбохозяйственных водоемов // Пути решения проблем изучения, освоения и сохранения биоресурсов Мирового океана в свете Морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года: Матер. Всерос. конфер. 20–22 марта 2002. Москва. ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – С. 99–104.

Временные правила использования водных ресурсов Пролетарского, Веселовского и Усть-Манычского водохранилищ с оросительными системами. – Ростов н/Д: Южгипроводхоз, 1992. – 206 с.

ГВК. Разд. 1. Поверхностные воды. Сер. 3. Многолетние данные. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. I. Реки и каналы. Ч.2. Озера и водохранилища. Т. 1. РСФСР. Вып. 3. Бассейн Дона. / Госкомгидромет, СК УГКС, УГКС ЦЧО.- Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 559 с.

Гидрологический режим поймы Нижнего Дона и проблемы рыбохозяйственного использования водных ресурсов реки. Диссертация на соискание ученой степени канд. Геогр. Наук, Р.Д., 1969

Городничий А.Е Пути миграции с естественных нерестилищ полупроходных рыб Дона // Гидробиологический журнал. – 1971. – Т.VII. – № 4. –С.51–56.

Дахно В.Д., Дахно Л.Г., Жукова С.В. Костяков В.Т. Студеникина Е.И. Состояние и перспективы рыбного хозяйства Веселовского и Пролетарского водохранилищ // Рыбохозяйствен. использование внутренних водоемов Азовского и Каспийского бассейнов: Сб. научн. тр. ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1983.– С. 8–12.

Дубинина В.Г. Гидрологический режим поймы нижнего Дона и проблемы рыбохозяйственного использования водных ресурсов реки: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ростов н/Д: РГУ, 1969. – 31 с.

Дубинина В.Г. Рациональное использование водных ресурсов Дона с учетом рыбохозяйственных требований // Водные ресурсы №3, 1978.

Дубинина В.Г. Гаргопа Ю.М. Рыбное хозяйство бассейна Азовского моря в условиях интенсивного использования водных ресурсов // Сырьевые ресурсы Азовского бассейна и перспективы их развития:. Тр. ВНИРО. – 1974. – Т. 103. – С. 10–31.

Жукова С.В. Водно-солевой баланс Веселовского водохранилища // Тез. докл. областн. науч. конфер. по итогам работы АзННИРХ в XI пятилетке. – Ростов н/Д, 1986. – С. 105–107.

Жукова С.В Гидролого-экологические аспекты использования водных ресурсов Пролетарского и Веселовского водохранилищ: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Ростов на/Дону, 2000. – 19 с.

Жукова С.В., Беляев А.Г., Сыроватка Н.И., Шишкин В.М., Куропаткин А.П., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф., Подмарева Т.И. Дельта Дона: эволюция в условиях антропогенной трансформации стока// ФГУП «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, 2009, 305 с.

Зайцева И.С., Коронкевич Н.И., Крылова З.А. Особенности антропогенных воздействий на водные ресурсы России в конце XX – начале XXI столетия / VI всероссийский гидрологический съезд: Тез. докладов, Санкт-Петербург, 28 сентября – 1 октября, 2004 г. -С.-П.: Гидрометеоиздат, 2004.- С. 138-141.

Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее - М.: ГЕОС, 1997. - 414 с.

Основные положения Правил использования водных ресурсов Пролетарского, Веселовского и Усть-Манычского водохранилищ с оросительными системами. – М.: Наука, 1967. – 22 с.

Основные положения правил использования водных ресурсов Цимлянского водохранилища на р. Дон Госземводхоз РСФСР - М.: Управление

по регулированию и использованию водных ресурсов, 1965. – 28 с.

Полонский В. Ф., Остроумова Л. П. Закономерности изменения стока воды и взвешенных наносов в устьях рек южных морей России // Труды ГОИН. Вып. 211. Исследования океанов и морей; под ред. Е. В. Борисова – М.: 2008.- 471 с.

Потехина Е.В. Возможности использования водохранилищ низовьев Дона для воспроизводства полупроходных рыб // Рыбное хозяйство. –1956. – № 11.

Потехина Е.В. Сыроватский И.Я. К вопросу об использовании водохранилищ низовьев Дона для пополнения запасов полупроходных рыб в Азовском бассейне // Рыбное хозяйство. – 1957. – № 7. – С. 62–66.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т.7. Донской район./ Под ред. Д.Д. Мордухай-Болтовского. -Л.: Гидрометеоиздат, 1964, 265 с.

Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря - М.: Гидрометеоиздат, 1989.- 327 с.

Троицкий С.К., Цуникова Е.П. Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани. Руководство по определению видов - Ростов-на-Дону: кн. Изд-во, 1988. – 112 с.

Влияние Ангаро-Енисейских ГЭС на водные биоресурсы и среду их обитания

*Долгих П.М., **Шадрин Е.Н. к.б.н.
*ФГУ «Енисейрыбвод», **ФГНУ НИИЭРВ

Во второй половине XX столетия основные реки Красноярского края – Енисей и Ангара были подвергнуты наиболее мощному из всех известных антропогенных воздействий – русловому зарегулированию. Это привело к созданию ряда крупных водохранилищ: на р. Енисее – Саяно-Шушенское, Майнское, Красноярское, на р. Ангаре – Иркутское, Братское и Усть-Илимское. Менее крупные водохранилища – Усть-Хантайское и Курейское расположены в Заполярье на правых притоках р. Енисея (рр. Хантайка и Курейка). Завершается строительство Богучанской ГЭС. Активно продвигаются проекты строительства Мотыгинской и Эвенкийской ГЭС.

Формирование и эксплуатация водохранилищ ГЭС привело к коренному изменению гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов рек. В наибольшей степени эти преобразования проявляются при создании глубоководных водохранилищ, каковыми являются водохранилища ангаро-енисейского каскада. Режимы эксплуатации водохранилищ ГЭС в настоящее время определяются в первую очередь задачами гидроэнергетики и практически не учитывают интересы других водопользователей, в том числе и интересы рыбного хозяйства. Между тем существующая практика эксплуатации водохранилищ приводит к значительным негативным последствиям.

Зарегулирование стока р. Енисея и ряда её основных притоков оказало негативное воздействие на состояние запасов, прежде всего, наиболее ценных видов рыб. Неблагоприятное влияние, обусловленное масштабными изменениями (особенно, в нижних бьефах водохранилищ ГЭС) гидрологического и термического режимов, на фоне резкого снижения биостока, а также значительное сокращение нерестовых и нагульно-выростных площадей, в корне осложнило условия обитания и воспроизводства большинства представителей ценной промысловой ихтиофауны.

Так зарегулирование стока плотиной Красноярской ГЭС привело к кардинальному изменению гидрологического режима реки, который полностью определяется графиком работы ГЭС. Значительно, в 3-5 раз, сократились расходы воды в период весеннего половодья.

Отсутствие половодий в период нереста весенне-нерестующих, фитофильных по типу нерестового субстрата, видов рыб многократно сокращает нерестовые площади для последних, поскольку не происходит залития наземной растительности на островах и в прибрежной зоне реки. Высокие весенние паводки, существующие до зарегулирования стока, способствовали промыву многочисленных проток, затонов, стариц, где обитали преимущественно представители лимнофильной группы видов рыб (щука, язь, карась,

плотва, окунь). В настоящее время эти биотопы интенсивно мелеют, в значительной степени зарастают в летний период высшей водной растительностью и становятся малодоступны для обитания, т.е. происходит сокращение нагульных площадей рыб.

Сокращение почти на 1/5 объёма годового стока в течение летнего периода привело не только к общему падению запасов речной ихтиофауны, но и к существенному сокращению зоны «распреснения» в Енисейском заливе и прилегающей к нему акватории Карского взморья. Это, в свою очередь, обусловило резкое сокращение наиболее продуктивных нагульных площадей для ценных анадромных рыб и единственного массового представителя морской ихтиофауны – сайки, что в итоге привело к значительному снижению продукционного потенциала морского биоценоза (включая морских млекопитающих).

В результате зарегулирования стока реки плотинами гидростанций на Ангаре и Енисее ухудшились условия обитания гидробионтов – на 30% сократился тепловой сток. За счёт перераспределения стока почти вдвое увеличились зимние расходы воды.

Глубинный забор, подаваемой на гидроагрегаты воды, привел к тому, что ее температура в реках на участках ниже плотины резко, в среднем на 10^0 С, понизилась в летний период и повысилась на $2\text{-}3^0$ С зимой. Низкие температуры воды в вегетационный период сдвигают сроки нереста, увеличивают период инкубации икры весенне-нерестующих рыб и ее гибель, связанную, в первую очередь, с ее выедаемостью другими рыбами. Повышенный температурный фон в зимний период нарушает естественные условия зимовки рыб.

Относительно высокие температуры воды на глубинных горизонтах водохранилищ, а также глубинное расположение водозаборных окон ГЭС являются основными причинами образования в зимний период значительных по протяженности участков открытой воды в нижнем бьефе ГЭС.

Так на участке реки ниже плотины Красноярской ГЭС образуется незамерзающая полынья, кромка которой в отдельные годы может спускаться более 270 км от плотины. Зимой, уже после установления ледостава, имеют место резкие, до 4-6 м, повышения уровня на отдельных участках реки, связанные с зашугованностью русла и образованием «зажорных» явлений. Нередко такие подъемы уровней вызывают подтопления населенных пунктов.

Влияние на уровенный и ледовый режим Енисея прослеживается более чем на 900 км, до устья реки Подкаменная Тунгуска.

На участках рек в нижних бьефах плотин наблюдаются также колебания уровня воды, обусловленные суточным режимом регулирования мощности ГЭС. Такие колебания уровней воды могут достигать 1.5 м. Значительные по амплитуде суточные колебания оказывают крайне негативное влияние в период нереста фитофильных по типу нерестового субстрата рыб (щука, плотва, язь, окунь и др.). Отложенная в период высокого уровня в прибрежной зоне реки на залитую наземную растительность икра при снижении уровня воды обсыхает и погибает. Массовая гибель икры значительно влияет на уровень воспроизводства рыб и, в конечном итоге, на рыбопродуктивность водоема.

Изменение гидрологического режима, после зарегулирование стока Енисея и Ангары, в значительной степени изменило структуру речных ихтиоценозов. Практически на значительных по протяженности участках полностью исчезли осетр и повсеместно встречающаяся ранее стерлядь. Сокращение площади нерестилищ в связи с отсутствием продолжительных весенних паводков, значительная зарастаемость высшей водной растительностью тиховодных участков реки привели к резкому снижению численности и распространения щуки, плотвы, язя, пескаря, окуня, ерша. Вместе с тем возросла численность холодолюбивых видов - хариуса и, в некоторой степени, сига. В нижних бьефах ГЭС значительное влияние на видовой состав и относительную численность различных видов рыб оказывают виды рыб, скатывающиеся из водохранилищ - окунь, плотва, лещ.

Сокращение объемов вылова в 80-90 годах прошлого столетия в бассейне Енисея относительно дозарегулированного периода, несмотря интенсивный промысел, составило около 20%, преимущественно за счет ценных, полупроходных видов рыб.

Основными факторами негативного воздействия на водные биоресурсы непосредственно водохранилищ при эксплуатации ГЭС являются: 1) изменение структуры ихтиоценозов, имеющее, как правило деструктивный характер; 2) прямая гибель рыб и их кормовых ресурсов при скате через гидросооружения ГЭС, 3) потеря нерестовых площадей и гибель икры весенне-нерестующих видов рыб в весенне-летний период, 4) гибель кормовых ресурсов рыб в процессе зимней сработки уровня и осушения ложа водохранилищ.

Зарегулирование стока рек плотинами ГЭС и формирование искусственного водоёма привело к кардинальному изменению абиотических условий обитания речных ихтиоценозов в зоне водохранилищ. Смена реофильного комплекса на лимнофильный в процессе формирования водохранилищ сопровождалась общим сокращением видового разнообразия и резким снижением численности ценных видов рыб – стерляди, осетра, тайменя, ленка, хариуса, сига. Обитавшие до зарегулирования стока нельма, сиг-валёк, голец (вьюновые), два вида гольянов и три вида подкаменщиков исчезли из состава сообщества рыб. Резко снизилось видовое разнообразие. В целом по акватории водоемов по частоте встречаемости, а также по численности и биомассе доминируют плотва и окунь. Так, по данным мониторинга Красноярского водохранилища относительная численность только трех видов рыб – окуня, плотвы и леща составляет 98%, по биомассе - 89%.

Одним из основных негативных факторов воздействия гидроузловГЭС на биологические ресурсы водохранилищ является массовый скат рыбы и других гидробионтов, являющихся кормовыми объектами для рыб через гидросооружения плотин. Русловой тип расположения тела плотин Ангаро-енисейских ГЭС, фронтальное, глубинное расположение водоприемных окон рабочих агрегатов, высокий уровень расходов воды создают обширную зону изъятия стока, распространяющуюся на большую часть экологических зон приплотинных участков водохранилищ. Основной ущерб, наносимый рыбному хозяйству в результате сброса воды через гидросооружения Красноярской ГЭС, слагается из трех факторов: 1) от гибели рыб в результате ската из водохранилища через рабочие агрегаты и водосливную плотину, 2) от потери потомства для погибших рыб-покатников, 3) от гибели кормовых организмов рыб в результате выноса из водохранилища с потоком воды через гидросооружения ГЭС.

Скат и гибель рыб, а также их кормовых ресурсов приводят к существенной потере рыбопродукции водохранилищ и снижению уровня воспроизводства популяции рыб. Существующие в бассейне р. Енисея ГЭС не оборудованы рыбозащитными сооружениями; что приводит к ежегодному значительному ущербу рыбному хозяйству. Ущерб только от потери рыбопродукции при скате рыб и гибели кормовых ресурсов через гидросооружения Красноярской ГЭС в натуральном выражении составляет ежегодно около 175 т. Расчетный ущерб в натуральном выражении для строящейся Богучанской ГЭС только от гибели зоопланктона составляет 540 т рыбы, проектируемой Мотыгинской – 250 т.

При зимней сработке уровня воды в водохранилищах основной ущерб водным биологическим ресурсам связан с осушением и вымерзанием значительных площадей литоральной (прибрежной) зоны водоемов, что приводит к гибели донных организмов, являющихся основным кормом рыб-бентофагов. Так при максимальной сработке уровня Красноярского водохранилища осушается и промерзает около 26% от общей площади водохранилища, при средней сработке – 15%. Гибель и подавление зообентоса приводит к снижению кормовой обеспеченности и потере дополнительной продукции рыб, обитающих в литоральной зоне и обеспечивающих более 90% промысловых уловов в Ангаро-енисейских водохранилищ.

Значительная осенне-зимняя сработка уровня водохранилища и низкий его уровень в период нереста приводит к резкому сокращению площадей нерестилищ для весенне-нерестующих видов рыб. Отсутствие в прибрежной зоне водохранилища высшей водной и залитой наземной растительности негативно сказывается на выживаемости икры фитофильных по типу нерестового субстрата рыб, являющихся массовыми для водохранилища (плотва, лещ, карась, щука). Резкие перепады уровня воды (до 1 м/сут.) в период весенне-летнего наполнения водохранилища, совпадающего с периодом нереста, неблагоприятно сказываются на выживаемости икры. Потеря нерестилищ, низкая эффективность нереста приводят к падению уровня воспроизводства промысловых видов рыб и потере рыбопродукции.

В условиях водохранилищ по сравнению с речными условиями значительно снижается и относительная промысловая рыбопродуктивность. Так значение этого показателя в Красноярском водохранилище составляет 1.5 кг/га, в условиях реки до зарегулирования стока он достигал 8 кг/га.

В случае строительства плотины Эвенкийской ГЭС, кроме перечисленных выше основных факторов негативного воздействия гидроэлектростанций на водные экосистемы, наиболее губительным является опасность попадания в воды водохранилища, а затем и в речные участки Нижней Тунгуски и Енисея широко распространенных в водовмещающих породах зоны затопления соленных вод и рассолов. Поступление в реку высокоминерализованных вод из Эвенкийского водохранилища резко ухудшит условия нагула и нерестовых миграций для ценных осетровых и сиговых видов рыб.

Уроки из опыта строительства и эксплуатации плотин

Президент НП «ВИЛ XXI»,
доктор технических наук В.А.Кривошей

Уважаемые коллеги!

Прежде всего, я хотел бы поблагодарить организаторов сегодняшнего мероприятия за то, что они четко определили повестку сегодняшнего заседания и проявили завидную настойчивость, чтобы всех нас собрать, несмотря на имеющуюся загруженность каждого из нас.

Рассматриваемый вопрос исключительно важный и актуальный, что в значительной степени обусловлено и той ролью, которую играют плотины в экономике страны, и теми проблемами, которые могут возникнуть при их строительстве и эксплуатации.

Практически каждая плотина вносит в жизнь природы большие изменения. Она перегораживает русло реки, поднимает уровень воды, изменяет продольный профиль водного объекта, меняет режим поверхностных и подземных вод, усиливает фильтрационные потоки, изменяет условия равновесия и напряженность грунтовых масс, а также оказывает существенное влияние на водные биоресурсы.

Водные объекты никогда не мирятся с этим и стараются обойти или просто разрушить сооружение.

Так было, например, в США при разрушении плотин Аустин и Сент-Френсис.

Так было в Китае при разрушении плотины Баньцяо, с последующим разрушением еще 62 плотин.

Так было в Италии (плотина Глено) и Франции. Так неоднократно было и в России.

Во всех этих случаях были большие наводнения, огромный материальный ущерб и огромные человеческие жертвы, исчисляемые в некоторых случаях десятками тысяч. Естественно, страдала и природа.

Поэтому главный урок, который следует извлечь из проектирования и эксплуатации плотин состоит в том, что прежде чем что-то строить, нужно вначале очень и очень серьезно подумать. Тем более, если речь идет о безопасности сооружения и сформировавшейся экосистеме, вмешательство в которую может привести к непредсказуемым последствиям.

(Рис.1) Примером таких непредсказуемых последствий может стать строительство нового гидроузла на Волге в районе Б. Козино, выше Нижнего Новгорода. Здесь, с целью повышения глубин в нижнем бьефе Горьковского гидроузла, Минтранс России внес предложение построить низконапорную водосливную плотину, совмещенную с автодорогой Москва – Киров. Отметка нормального подпорного уровня 68м.

(Рис.2) В составе гидроузла предусмотрены водосливная плотина длиной 600 м и двухниточный судоходный шлюз с габаритными размерами каждой камеры 300 х 30 м. Стоимость проекта

оценивается примерно в 120 млрд. рублей.

Анализ данного предложения показывает, что сегодня в створе Городецкого гидроузла перевозится примерно 6 млн. тонн грузов, в то время как пропустить действующий шлюз может 40 - 50 млн. тонн. Резерв пропускной способности по сравнению с фактической загрузкой шлюза составляет от 600 до 800 процентов, то есть, с точки зрения грузопотоков, необходимости в строительстве такого гидроузла нет. **Это, во-первых**

Во-вторых, инициаторы проекта ориентируются на то, что через гидроузел будут проходить крупнотоннажные суда типа «Волго-Дон» с осадкой 3.6 м. Средний возраст таких судов составляет примерно 30 лет при нормативных сроках эксплуатации транспортного флота 24-26 лет.

Строительство нового флота с характеристиками, близкими к судам типа «Волго-Дон», идет крайне медленно и не восполняет выбытие старого флота. Число судов, снимаемых с учета в Российском речном регистре, значительно превышает количество судов, принимаемых на учет. Поэтому ориентироваться в развитии внутренних водных путей на выбывающие из эксплуатации суда, очевидно не стоит.

В-третьих, строительство гидроузла станет препятствием для других судов, которые имеют меньшую осадку, чем суда типа «Волго-Дон» и каких-либо трудностей при проходе через действующий Городецкий шлюз не испытывают. Введение в эксплуатацию нового гидроузла потребует для таких судов дополнительного шлюзования, что негативно скажется на эффективности их работы.

.

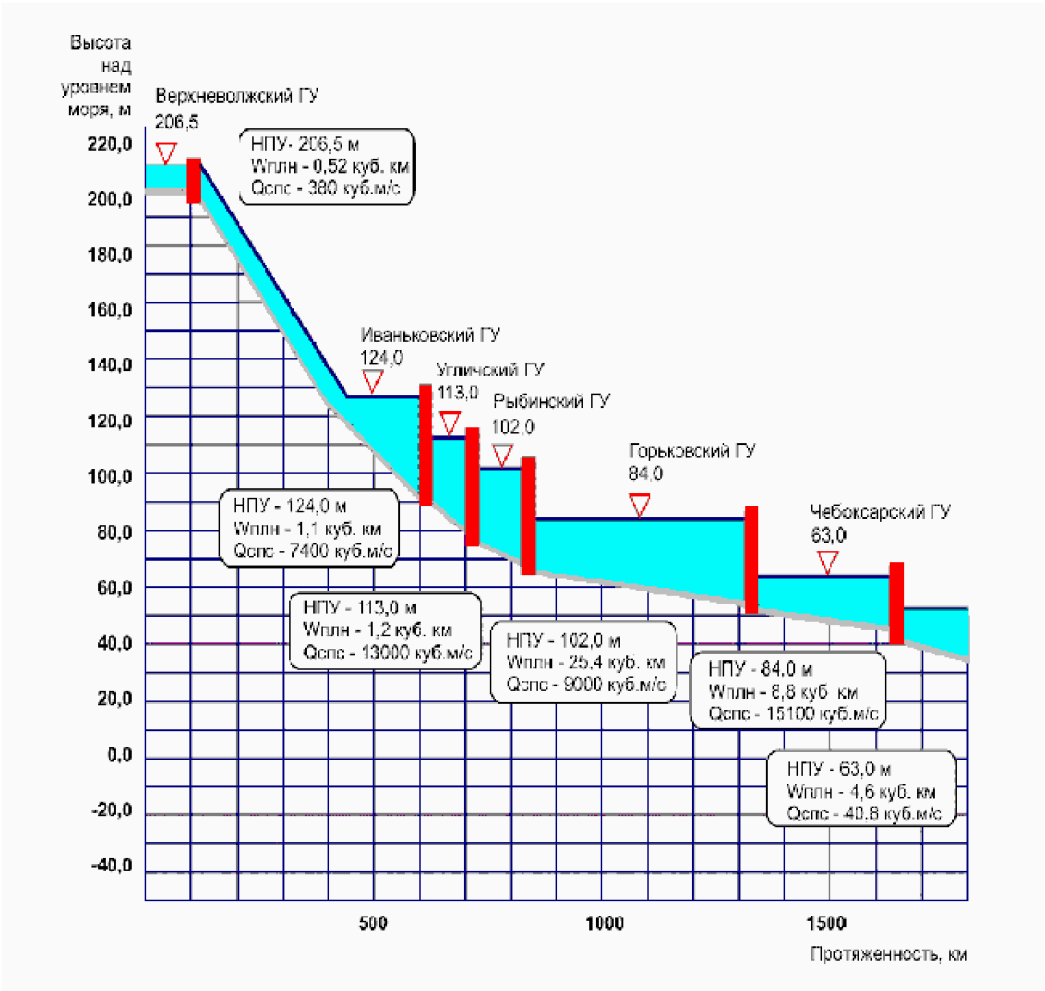


Рис.1. Схема продольного профиля верхнего участка реки Волга.

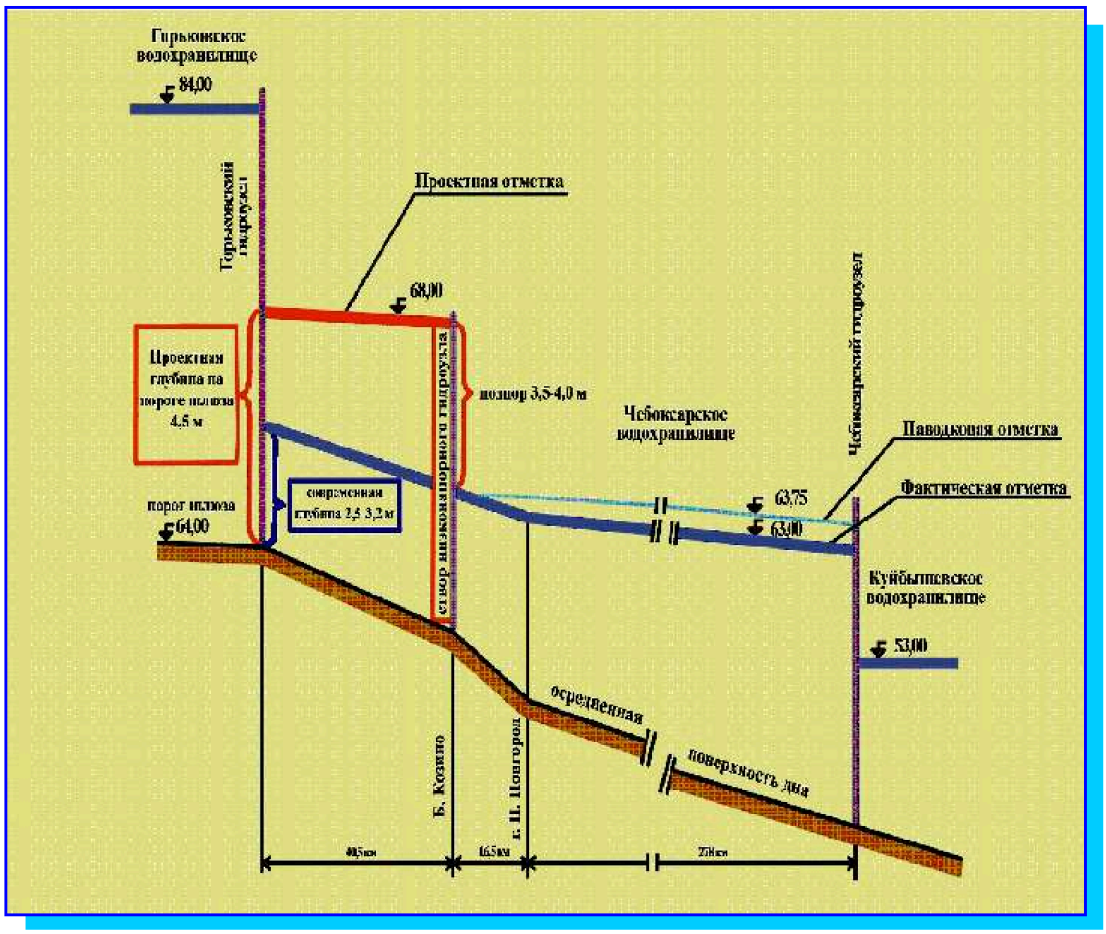


Рис. 2 Схема строительства низконапорного гидроузла, совмещенного с автодорогой.

В-четвертых, кроме подтопления территории и переработки берегов в верхнем бьефе, строительство гидроузла приведет к ликвидации свободного участка реки, вызовет эрозию русла и просадку уровня водной поверхности в его нижнем бьефе, со всеми вытекающими отсюда последствиями. По сути, это один из худших вариантов, реализация которого неизбежно нанесет вред и экономике, и экологии, и водному транспорту. Гигантомания, которая началась на водных путях в 60 годы, продолжается и в наши дни. Правда, если раньше это имело хоть какую-то осмысленность, то сегодня это идет в большей степени по инерции, без учета реальных условий, и того, что мы находимся уже в другой стране.

В качестве решения проблемы водного транспорта Научно-техническим центром водохозяйственной безопасности «ВОДА И ЛЮДИ: XXI ВЕК» предложено строительство третьей нитки Городецкого шлюза (Рис.3).

Расчеты показывают, что стоимость ее строительства будет в несколько раз меньше, чем строительство нового гидроузла в районе Б. Козино. Строительство третьей нитки обеспечит глубину на водном пути от 365 до 450 см и позволит пропускать любые суда, эксплуатирующиеся на водных путях. При этом необходимости перегораживать Волгу и поднимать уровень водной поверхности до 68 отметки уже не будет.

Строительство третьей нитки судоходного шлюза это самый экономичный, самый экологичный, самый простой и самый надежный вариант решения проблемы водного транспорта (Рис.4).

С таким предложением мы обратились в Правительство Российской Федерации, которое направило материалы для рассмотрения 18 министерствам и ведомствам, 16 из которых, в той или иной степени это предложение поддер-

жали. Министерство экономического развития России обобщило материалы министерств и ведомств и внесло в Правительство Российской Федерации следующие предложения:

1.Рассмотреть вопрос о прекращении дальнейшей проработки по строительству низконапорного гидроузла на р.Волге.

2.Поручить заинтересованным федеральным органам исполнительной власти с привлечением специализированных организаций, включая НТЦ «ВОДА И ЛЮДИ: XXI ВЕК»:

-провести прединвестиционное обоснование строительства третьей нитки Городецкого шлюза с целью минимизации финансовых потерь и беспрепятственного пропуска судов через гидроузел;

-провести прединвестиционное обоснование комплекса технологических и технических решений, направленных на обеспечение устойчивого развития ЕГС Европейской части России и повышение эффективности работы внутреннего водного транспорта;

-разработать комплексную целевую программу реконструкции ЕГС европейской части России для снятия ограничений транспортировки грузов с учетом перспектив развития водохозяйственного комплекса России и ухудшающейся экологической обстановки.

Точка зрения Правительства на письмо Минэкономразвития пока не известна. Поэтому полагаю, что предложения Минэкономразвития могут быть озвучены и в нашей резолюции. Для решения общей задачи, связанной с вдумчивым отношением к строительству плотин, это пойдет только на пользу.

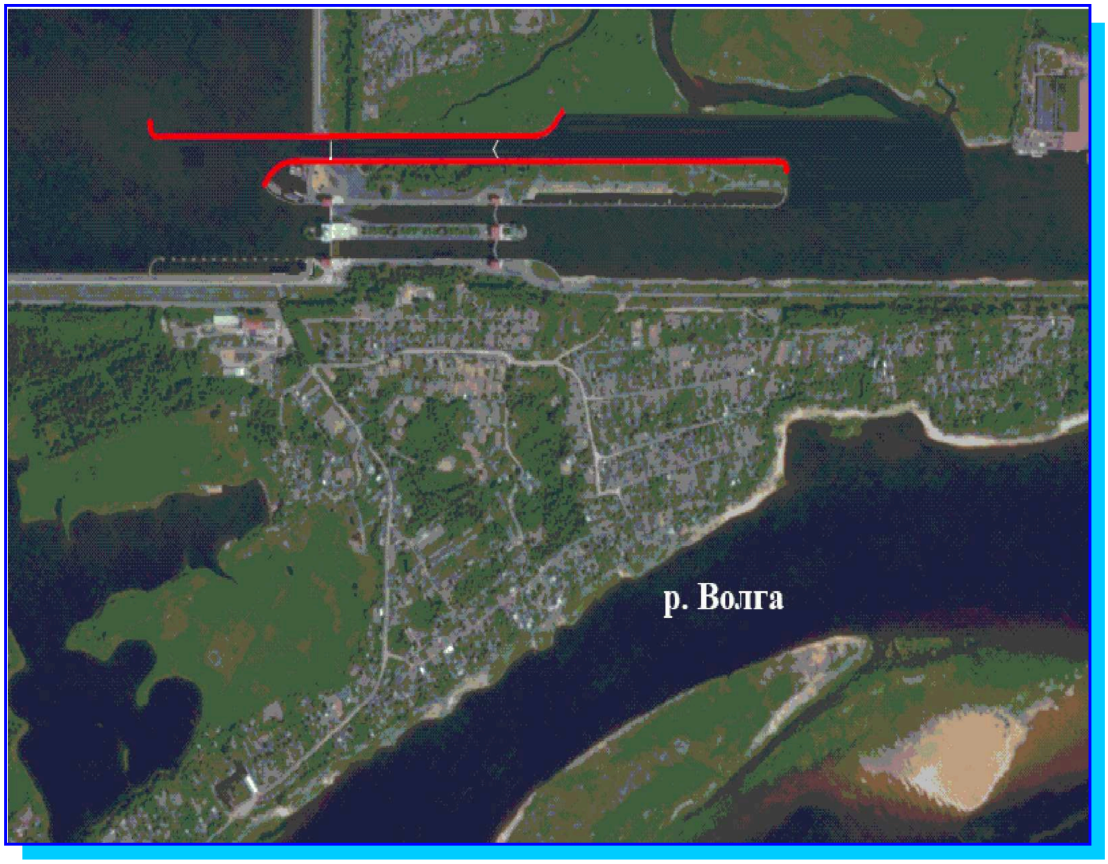


Рис. 3. Схема расположения третьей нитки Городецкого шлюза.

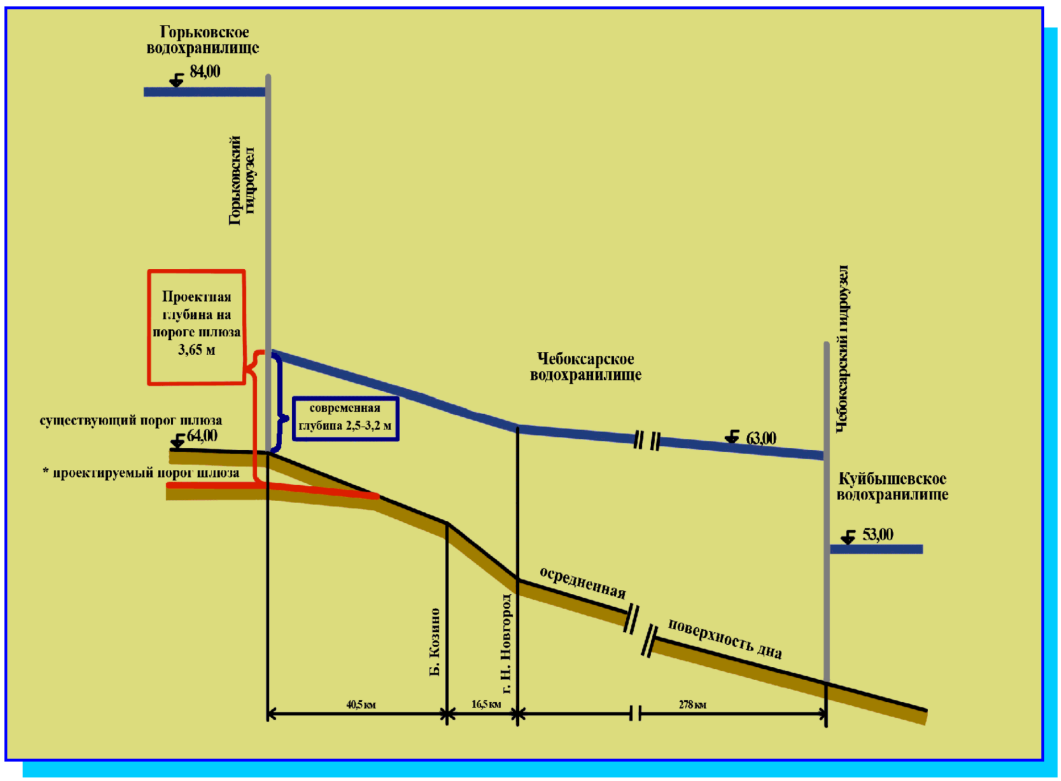


Рис.4 Схема строительства

* - отметка порога устанавливается в зависимости от уровня нижнего бьефа

Особенности формирования качества водной среды в водохранилищах

Ю.И. Скурлатов

Сочетание замедленного водообмена с загрязнением водной среды биогенными формами азота и фосфора, неизбежные при образовании водохранилищ, создает предпосылки для размножения синезеленых водорослей.

Появившись в водах Мирового Океана более 3 млрд лет назад в анаэробной среде, с/з водоросли стали первыми автотрофными микроорганизмами, продуцирующими молекулярный O_2 в процессе фотосинтеза. Сохранение с/з водорослей как вида на протяжении млрд лет эволюции обусловлено рядом их физиологических особенностей. Среди них:

- возможность осуществлять фотосинтез в условиях даже очень низкой освещенности;
- симбиоз с сопутствующими бактериями, поставляющими CO_2 для процесса фотосинтеза;
- миксотрофный характер питания, благодаря которому клетки продолжают делиться и в темное время суток, и в анаэробных условиях;
- наличие газовых вакуолей, благодаря которым клетки с/з водорослей способны перемещаться по глубине между дном и поверхностью;
- деление клетки в процессе митоза не на две, а на несколько частей, благодаря чему процесс «цветения» носит взрывной характер.

Кроме того, в борьбе с конкурентами за ареал обитания с/з водоросли применяют своего рода «химическое оружие», выделяя во внешнюю среду токсичные вещества – так называемые альготоксины. Некоторые альготоксины оказываются токсичными для теплокровных животных и человека.

Подробней остановлюсь на двух других, менее известных отличительных особенностях с/з водорослей.

Первая – непереносимость клетками с/з водорослей присутствия в водной среде перекиси водорода. С этим связано, в частности, явление их «фотоокислительной смерти» – казалось бы беспричинное резкое прекращение «цветения».

Дело в том, что под действием УФ-составляющей солнечного излучения в природных водах в аэробных условиях происходит образование активных[форм молекулярного кислорода, в частности, $O_2^{\cdot-}$-радикала, легко трансформирующегося далее в перекись водорода.

Перекись водорода, занимающая промежуточное положение между водой и молекулярным кислородом, является непременным участником круговорота кислорода как во внутриклеточных процессах, так и в окружающей среде. В норме в природной водной среде, как и в аэробной клетке, содержание перекиси водорода находится на уровне 10^{-6} моль/л (плюс-минус порядок) или в концентрации примерно от 3 до 300 мкг/л.

Токсическое действие перекиси водорода в отношении с/з водорослей связано с отсутствием у них, в отличие от других аэробных организмов, защитных антиоксидантных систем. В отсутствие антиоксидантной защиты взаимодействие H_2O_2 с радикалами $O_2^{-\cdot}$ Приводит к образованию радикалов OH, приводящих к инициированию внутриклеточных свободно-радикальных процессов, сопровождающихся гибелью клетки.

Вторая отличительная особенность с/з водорослей, органически связанная с их непереносимостью H_2O_2, это – выделение во внешнюю среду веществ восстановительной природы, эффективно взаимодействующих с H_2O_2. Это так же, как и выделение альготоксинов, является своего рода «химическим оружием», направленным против перекиси водорода, присутствующей во внешней среде.

В исследованиях, проведенных нами на ряде водохранилищ, было показано, что «цветение» с/з водорослей сопровождается появлением в воде веществ восстановительной природы, инертных по отношению к O_2 и эффективно взаимодействующих с перекисью водорода.

Носителями восстановительных эквивалентов являются водорастворимые соединения восстановленной серы.

Формирование квази-восстановительного состояния водной среды, когда вместо H_2O_2 в воде присутствуют вещества-восстановители, титруемые перекисью водорода, чревато рядом негативных последствий для водной экосистемы и потребительских свойств воды.

Помимо «цветения» с/з водорослей в воде появляются неизвестные ранее факторы токсичности, резко снижается способность водной среды к самоочищению, возникают условия, благоприятные для развития патогенных микроорганизмов, приводящих к заболеванию рыб и водных животных.

Изменение направленности внутриводоемных о.-в. процессов с участием перекиси водорода наиболее пагубным образом сказывается на жизнедеятельности аэробных водных организмов с интенсивным водообменом с внешней средой.

В частности, в условиях квази-восстановительного состояния водной среды происходит гибель личинок рыб до перехода их на жаберное дыхание.

В формировании токсичного квази-восстановительного состояния водной среды в водохранилищах важную роль играют окислительно-восстановительные процессы, протекающие на границе раздела вода-донные отложения.

В толще донных отложений формируются анаэробные условия, протекают процессы сульфатредукции и деструкции органических веществ, сопровождающиеся образованием сероводорода. Сероводород восстанавливает ионы Fe(III), находящиеся в донных отложениях в составе фосфатных комплексов, с высвобождением фосфат-ионов и образованием моносульфида железа(II). Таким образом, с некоторого момента донные отложения становятся источником фосфат-ионов и восстановительных эквивалентов в виде сероводорода и моносульфида железа.

На границе раздела вода-донные отложения сероводород окисляется растворенным в воде кислородом. Моносульфид железа гораздо более эффективно взаимодействует с перекисью водорода, чем с растворенным кислородом. Тем самым, в определенных условиях, когда приток восстановительных эквивалентов из толщи донных отложений превысит приток перекиси водорода из толщи водной среды, на границе раздела вода-донные отложения возникают квази-восстановительные условия в сочетании с повышенной концентрацией фосфат-ионов.

При температуре воды выше 18°C такое сочетание служит «спусковым крючком» для массового развития с/з водорослей, для которых содержание в водной среде фосфат-ионов является лимитирующим фактором. Начав размножаться в придонных слоях воды, с/з быстро распространяются по объему, выделяя вещества восстановительной природы, разрушающие перекись водорода в толще воды.

Возникает вопрос, каким образом не допустить изменения редокс-состояния водной среды от нормального окислительного к токсичному квази-восстановительному и как предотвратить явления «цветения» с/з водорослей?

Можно выделить три варианта решения проблемы, условно - физический, химический и биологический.

Физический путь – своевременная, до повышения температуры придонных слоев воды выше 17°С, очистка приплотинных участков водохранилища от донных отложений. Например, за счет придонных попусков воды или механического сбора.

Химический путь основан на окислительной обработке поверхности донных отложений при прогреве воды до 17°С с использованием так называемой «твердой» перекиси водорода, находящейся в составе безвредного для водной экосистемы носителя. Медленно растворяясь в воде, перекись водорода создает защитную окислительную пленку, препятствующую выходу фосфат-ионов и восстановительных эквивалентов в толщу воды.

Биологический путь основан на интродукции в водохранилище зеленых водорослей, например хлореллы, вегетационный период которых начинается при более низких температурах по сравнению с с/з водорослями. В процессе фотосинтеза и под действием УФ-составляющей солнечного света зеленые водоросли продуцируют перекись водорода, поддерживая окислительное состояние водной среды.

Выбор того или иного варианта или их комбинации определяется конкретными условиями водохранилища.

Представленная картина формирования квази-восстановительных условий в природной водной среде водохранилищ будет неполной, а предлагаемые меры по нейтрализации донных отложений могут оказаться недостаточно эффективными, если не учитывать еще один существенный фактор воздействия.

Речь идет о сбросе в воды водохранилищ сточных вод больших городов после их биологической очистки в аэротенках. В первичных отстойниках очистных сооружений, как и в донных отложениях приплотинных участков водохранилищ, в анаэробных условиях образуется большое количество веществ-восстановителей, эффективно взаимодействующих с перекисью водорода и устойчивых к молекулярному кислороду. Эти вещества беспрепятственно проходят через аэротенки и сбрасываются со сточными водами в водоем, разрушая природную перекись водорода.

Таким образом, сброс в водоем сточных вод с высоким содержанием фосфат-ионов и веществ-восстановителей способствует изменению редокс-состояния природной водной среды и «цветению» с/з водорослей.

Выводы и предложения

1. Важным показателем биологической полноценности водной среды водохранилищ является содержание в воде перекиси водорода естественного происхождения. Обнаружение в воде веществ-восстановителей, титруемых перекисью водорода, свидетельствует об изменении направленности внутриводоемных окислительно-восстановительных процессов с участием перекиси водорода – от нормального окислительного к квази-восстановительному, токсичному для аэробных организмов с интенсивным водообменом.

2. Существующий рыбохозяйственный норматив ПДК по перекиси водорода 0,01 мг/л (~ 3.10^{-7} моль/л) не отражает реальной экологической значимости этого неотъемлемого участника круговорота кислорода в природной водной среде. Данный норматив оказывается на порядок ниже естественного содержания перекиси водорода в природных водах и в клетках аэробных организмов, что является нонсенсом. По отношению к перекиси водорода необходимо применять тот же подход, что и в случае растворенного кислорода – в общих требованиях к составу и свойствам воды водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей, без указания верхней границы, с ограничением «не менее» 0,003 мг/куб. дм (~10^{-7} моль/л).

3. В качестве профилактических мер по предотвращению «цветения» с/з водорослей необходимо прекратить сброс биологически очищенных сточных вод без их окислительной обработки и обеспечить окислительное состояние границы раздела вода-донные отложения.

«Об экологическом регламенте, определяющем предельно допустимые трансформации водного стока для сохранения условий воспроизводства водных биоресурсов, на стадии планирования развития гидроэнергетики»

Зам. Генерального директора
ИНП «Союзводпроект»,
Действительный член Международной общественной академии экологической безопасности природопользования (МОАЭБП),
Заслуженный эколог Российской Федерации
И.Б.Коренева
Москва, 25 февраля 2010 года

В контуре анализа (2009 – 2010) с позиций экосистемного подхода в водном хозяйстве (принципы и правила ЭСПвВХ, И.Б.Коренева, 1999 год): базовых материалов по экологическим аспектам создания и эксплуатации гидроэнергетических объектов; опубликованных научных и проектных работ: собственных разработок в области экологических оценок при создании крупных объектов водохозяйственного строительства, очевидно следующее.

Несмотря на то, что сущностью использования природной среды для создания крупных ГЭС является именно коренная глубокая трансформация протяжённого участка водотока и прилегающих территорий, в прединвестиционных и проектных материалах ГЭС не уделяется необходимого внимания результатам проработок по воздействию на условия воспроизводства биоресурсов и околоводных экосистем.

Так остаются следующие, вне поля внимания вопросы: процентного соотношения свободного и зарегулированного стока водотока; увеличения в разы и на порядок глубин водного объекта; снижения в разы и на порядок скорости течения и водообмена; изменения естественно-природного хода колебаний уровня воды и структуры течений; постоянной интенсивной переработки берегов; образования сероводородных, метановых зон; зон всплытия торфяников; зон дефицита кислорода; и т.д., то есть именно те факторы, которые и определяют условия воспроизводства водных биоресурсов.

Мы считаем, что такое «не внимание» к насущным вопросам охраны окружающей среды, которая предусмотрена действующим законодательством, в значительной степени обусловлено отсутствием регламентирующего документа соответствующего статуса, то есть, документа, требования которого конкретны и обязательны для учёта при выборе створа размещения, конструкции, параметров крупных плотин и водохранилищ, а также режимов эксплуатации водного стока, в том числе с учётом обеспечения экологических попусков в нижний бьеф.

В результате многочисленных исследований по оценке влияния на сохранение и воспроизводство водных биоресурсов строительства и эксплуатации крупных плотин, выполненных в течение последних десятилетий, как отечественными, так и зарубежными институтами, установлено следующее:

- создание высоконапорных плотин неизбежно ведёт к коренной трансформации водного стока, и, как следствие, к неуправляемому и некомпенсируемому ухудшению гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов. Это, в свою очередь, приводит к нарушению условий воспроизводства биоресурсов, и соответствующему снижению биопродукционного потенциала и видового разнообразия;

- при работе крупных гидроузлов, их водохранилищ, а также акваторий нижнего бьефа, восстановление биопродукционного потенциала не происходит, поскольку эксплуатация высоконапорных плотин неизбежно связана с регулированием стока по гидроэнергетическому гидрографу, который диаметрально противоположен рыбохозяйственному гидрографу. Таким образом, создаются резко отрицательные условия для существования биоресурсов и в верхнем, и в нижнем бьефе, и в весенне-летний, и в осенне-зимний периоды, в течении всего срока эксплуатации ГЭС;

- конструкции высоконапорных плотин несовместимы с функционально эффективными рыбозащитными и рыбопропускными сооружениями. Это приводит к нарушению путей миграции наиболее ценных видов рыб, и соответственно резкому снижению их численности;

- каскады крупных плотин и их водохранилищ ведут к утрате естественно-природных функций рек и деградации замыкающих водоёмов (например, Волжский каскад, Волго-Ахтубинская пойма, Северный Каспий);

- снижение видового разнообразия и биопродукционного потенциала в зонах воздействия (прямого, сопредельного, опосредованного) высоконапорных энергетических объектов необратимо и после окончания срока эксплуатации таких объектов, поскольку, происходящие в этих зонах процессы, в силу объективно действующего закона эволюционной необратимости, ведут к формированию менее продуктивных в экологическом и хозяйственном смысле экосистем.

Также, в результате исследований установлены количественные характеристики зависимости состояния водных биоресурсов от степени трансформации водного стока.

Это даёт основание сформулировать конкретные экологические ограничения для планирования створа размещения и степени трансформации водного стока для обеспечения режимов работы крупных гидроэлектростанций, а также каскадов ГЭС.

На стадии ОВОС вопрос об ограничениях в размещении ГЭС рассматривать «поздно», так как ОВОС разрабатывается для объектов, которые уже включены в Стратегии и Планы развития гидроэнергетики.

Поэтому, в целях использования на стадии составления Стратегии и Планов развития гидроэнергетики, необходимо разработать - «Экологический регламент, определяющий предельно-допустимые трансформации водного стока для сохранения условий воспроизводства водных биоресурсов и околоводных экосистем».

В настоящее время, этот вопрос имеет чрезвычайно важное значение в связи с крупномасштабным гидроэнергетическим освоением Сибири.

Особую озабоченность системными экологическими последствиями вызывают:

- план гидроэнергетической трансформации реки Ангара в каскад водохранилищ, с соответствующей сработкой (понижением уровня) озера Байкал;
- планы дальнейшего крупномасштабного гидроэнергетического строительства в бассейне реки Енисей, в том числе на реке Нижняя Тунгуска.

При этом не учитывается суммарная антропогенная нагрузка на гидрографическую сеть и водные биоресурсы от уже существующих (Красноярская, Усть-Илимска, и др.) и вновь создаваемых в этом регионе ГЭС, в том числе: Богучанская, Мотыгинская, Эвенкийская, и т.д.

В тоже время, очевидно, что самоочищающая и самовосстанавливающая способности водных объектов региона находятся на грани исчерпания экосистемных естественно-природных функций, а следовательно, происходит прогрессирующее снижение биопродукционного хозяйственно полезного потенциала. Это противоречит уже не только требованиям Закона «Об охране окружающей среды», но и задачам, определённым в утверждённой «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации», где сказано о необходимости развития рыбного хозяйства.

На основании вышеизложенного представляется целесообразным рекомендовать Правительству Российской Федерации следующее:

1. Поручить Минрегионразвития России совместно с МПР России, Росрыболовством с привлечением профильных научных и проектных организаций: на основании статей 6, 7(п.4), 8(п.5), 9,10 Федерального закона «О техническом регулировании» №184-ФЗ от 27.12.2002, действующих законодательных норм: «Водного кодекса Российской Федерации» №74-ФЗ от 03.06.2006, а также Федерального закона «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002, разработать «Технический регламент охраны окружающей среды и экологической безопасности трансформации водного стока рек (место расположение плотины в верхнем, среднем и нижнем течении рек; морфометрические характеристики водохранилища и нижнего бьефа плотины; скорость и структура течений; глубины и колебания уровней; весенне-летний и осенне-зимний гидрографы), затопления и подтопления околоводных экосистем при создании плотин и водохранилищ крупных гидроэнергетических объектов, с учётом климатических и географических особенностей региона размещения гидроузла».

2. Поручить Минрегионразвития РФ организовать разработку в 2010 – 2012 годах темы «Экосистемная оценка существующей антропогенной нагрузки на территории и акватории географического пространства: бассейн р.Енисей – бассейн озера Байкал, и определение располагаемого природно-ресурсного потенциала», имея ввиду выполнение данной работы по методологии экосистемного подхода творческим сообществом профильных институтов;

3. Принять решение о моратории на 4 года на строительство Богучанской ГЭС на р. Ангара, а также поручить Минэнерго РФ откорректировать в сторону уменьшения проектные показатели плотины и водохранилища Богучанской ГЭС с целью существенной минимизации негативных экологических и экономических последствий создания этого гидроэнергетического объекта на перспективы устойчивого развития Нижнего Приангарья;

4. Принять решение об исключении из Стратегии и Планов развития гидроэнергетики, а также решение о прекращении всех видов работ, по созданию

Мотыгинской ГЭС на р. Ангара и Эвенкийской ГЭС на р.Нижняя Тунгуска;

5. Поручить Минэнерго РФ совместно с Минрегионразвития РФ и Минприродой РФ с привлечением профильных, в том числе водохозяйственных и экологических институтов, разработать Стратегию развития гидроэнергетики, учитывающую экологические ограничения использования водного стока.

Контактная информация:
E-mail: kor90@ya.ru
Сайт: www.koreneva.com
Тел./факс: +7 (499) 263-10-20
Моб./тел: +7 (903) 590-09-84

Информация для ихтиологической комиссии

Мальцев С.А. ОАО "РусГидро"
Корпоративный университет гидроэнергетики,
Руководитель Волжского учебного центра, к.б.н.

1. Гидротехнические сооружения Волжско-Камского каскада

Гидротехнические сооружения Волжско-Камского каскада были построены в 30 – 80 годы 20 столетия. Каскад состоит из 11 крупных гидроузлов комплексного значения с общей мощностью 11300 МВг с водохранилищами общей площадью 25 тыс. км^2 и объемом 186 км^3.

На реке Волге 7 ГУ: Иваньковский, Угличский, Рыбинский, Нижегородский, Чебоксарский, Жигулевский, Саратовский, Волжский. На реке Кама 3 ГУ: Камский, Воткинский, Нижнекамский.

2. Волгоградский гидроузел и Нижняя Волга

Волгоградский гидроузел построен в 1961 году. В состав ВГУ входят земляные и бетонные плотины Волжской ГЭС, рыбоподъемник, шлюзовые каналы, санитарный канал Волго-Ахтуба. После строительства ВГУ остался не зарегулированный участок Нижней Волги протяженностью около 500 км.

Влияние Волгоградского гидроузла на рыбные запасы Нижней Волги.

Основные анадромные (нерестящиеся в реках) промысловые рыбы: осетровые (белуга, осетр, севрюга) и каспийские сельди, потеряли возможность нереститься на нерестилищах, расположенных выше гидроузла.

Компенсационные мероприятия при строительстве ВГУ

Вопрос сохранения рыбных запасов при сооружении Волгоградского гидроузла, как и других подобных гидротехнических сооружений на Волжско-Камском бассейне решался в законодательном порядке. Постановлениями на правительственном уровне были утверждены компенсационные мероприятия, направленные на сохранение рыбных запасов. Выполнение компенсационных мероприятий, как правило, осуществлялось с опережением строительства основных объектов.

При строительстве ВГУ согласование предусматривало сооружение рыбоподъемника и строительство рыбоводного завода.

Рыбоподъемник

Первые осетровые рыбы были пропущены в верхний бьеф в количестве 18 тыс.штук уже в год окончания строительства ВГУ – в 1961 году. В последующие годы, вплоть до остановки его работы в 1994 году, ежегодно пропускалось в верхний бьеф осетровых (осетр, белуга, севрюга, стерлядь) – 20 -60 тыс. шт., сельди – 300-700 тыс. шт. и других туводных рыб – 50-90 тыс. шт. [1]. Следует заметить, что в процессе работы рыбоподъемника техническое обслуживание сооружений и механизмов проводила Волжская ГЭС, а вопросами пересадки рыбы и ее учета занимались органы рыбоохраны.

Катастрофическое сокращение поголовья осетровых рыб послужило причиной остановки работы рыбоподъемника.

Сейчас, по прошествии почти 50 лет со дня сооружения ВГУ и рыбоподъемника, можно уверенно сделать вывод,

что надежды, которые возлагались на рыбоподъемник, как на сооружение, которое позволит поддержать миграцию осетровых рыб на нерестилища, не оправдались. Изменение гидрологических характеристик в верхнем бьефе изменило необходимые для естественного нереста условия и существенного влияния на состояние рыбных запасов работа рыбоподъемника не оказала.

Рыбоводные заводы

В целях сохранения запасов осетровых рыб в бассейне Каспийского моря на территории Российской Федерации было построено девять рыбоводных заводов, занимающихся воспроизводством осетровых общей мощностью около 80 млн. экз. молоди в год. Один из них - Волгоградский осетровый рыбоводный завод, расположенный в непосредственной близости от Волгоградского гидроузла начал свою работу в 1961 году.

Строительство рыборазводных заводов в качестве компенсационных мероприятий явилось одной из наиболее важных мер по сохранению запасов осетровых в бассейне Каспия.

К 1998 году доля в уловах осетровых от заводского воспроизводства достигла по белуге 99%, по осетру – 56%, по севрюге – 36% [2].

Нельзя не упомянуть и строительство на Нижней Волге искусственных осетровых нерестилищ (1970 – 1980 годы), которые дополнительно решали вопросы воспроизводства, частично восполняя отсеченные гидротехническими сооружениями площади естественных нерестилищ.

3. Состояние рыбного хозяйства

На Нижней Волге традиционно развито рыболовство. Здесь обитают 69 видов рыб, из которых 6 видов осетровых рыб. Все осетровые, за исключением стерляди, проходные рыбы.

Отдельно остановлюсь на вылове осетровых.

Промысловый вылов

Для более глубокого понимания процесса происходящего с запасами осетровых рыб на Нижней Волге необходимо ознакомиться с данными по уловам рыб.

Немного статистики.

Вылов осетровых в Волго-Каспийском бассейне в 1930 году составлял 13,5 тыс. тонн, в 1946 году уловы уменьшились до 4,9 тыс. тонн. Благодаря принятым мерам по сохранению запасов, которые охватывали как регулирование рыболовства, воспроизводство на рыбоводных заводах и охрану рыбных запасов, добыча этих рыб в последующий период заметно возросла и достигла в 1968 - 11,6 тыс. тонн [5]. В 70-80 годы прошлого столетия вылов осетровых уже составлял 20-25 тысяч тонн, производство черной икры до 2 тысяч тонн. Основу промысла в Волго-Каспийском районе составляли особи, выращенные на рыбоводных заводах Волги, что позволило к концу 12 пятилетки (1986-1990гг.) стабилизировать уловы осетровых на уровне 19-20 тыс. тонн [4].

Среднегодовые уловы осетровых рыб в бассейне Каспия за 125 лет (в тыс.ц) [3]
(Сведения по А.Н. Державину – 1917, Г. Гуревичу – с 1932, С.Лопатину – с 1962)

Годы	Тыс. ц	Годы	Тыс. ц
1835-1836	380,8	1936	148,8
1901-1905	294,7	1941-1945	44,4
1911-1915	242,9	1946-1950	97,1
1926-1930	144,4	1951-1955	116,8
1931-1935	172,5	1956-1960	110,0

Недолгое благополучие с запасами закончилось в конце 80-х, когда наметилась тенденция к уменьшению уловов. Уловы за 15 лет упали в десятки раз, и в 2004 году вылов осетровых рыбаками Российской федерации на Волго-Каспийском бассейне составил около 400 тонн. В дальнейшем, промысел осетровых рыб был прекращен. Причина такого резкого падения запасов типична для России 90-х годов. В первую очередь – это незаконное изъятие рыб.

О белорыбице.

Белорыбица – одна из самых «пострадавших» рыб в результате гидротехнического строительства. Нерестится в Камских притоках (Белая, Уфа, Чусовая), нагуливается в Каспийском море. Чтобы дойти до самых дальних мест естественного нереста она должна была преодолеть 7 плотин. В 60 – 70 годах прошлого века белорыбица практически полностью исчезла. И только благодаря государственной программе и поддержке, слаженной работе ученых и рыбоводов ее запасы начали восстанавливаться и к середине 80-х годов прошлого столетия уже начал решаться вопрос о легализации ее промышленного отлова. В настоящее время судьба белорыбицы схожа с судьбой осетровых.

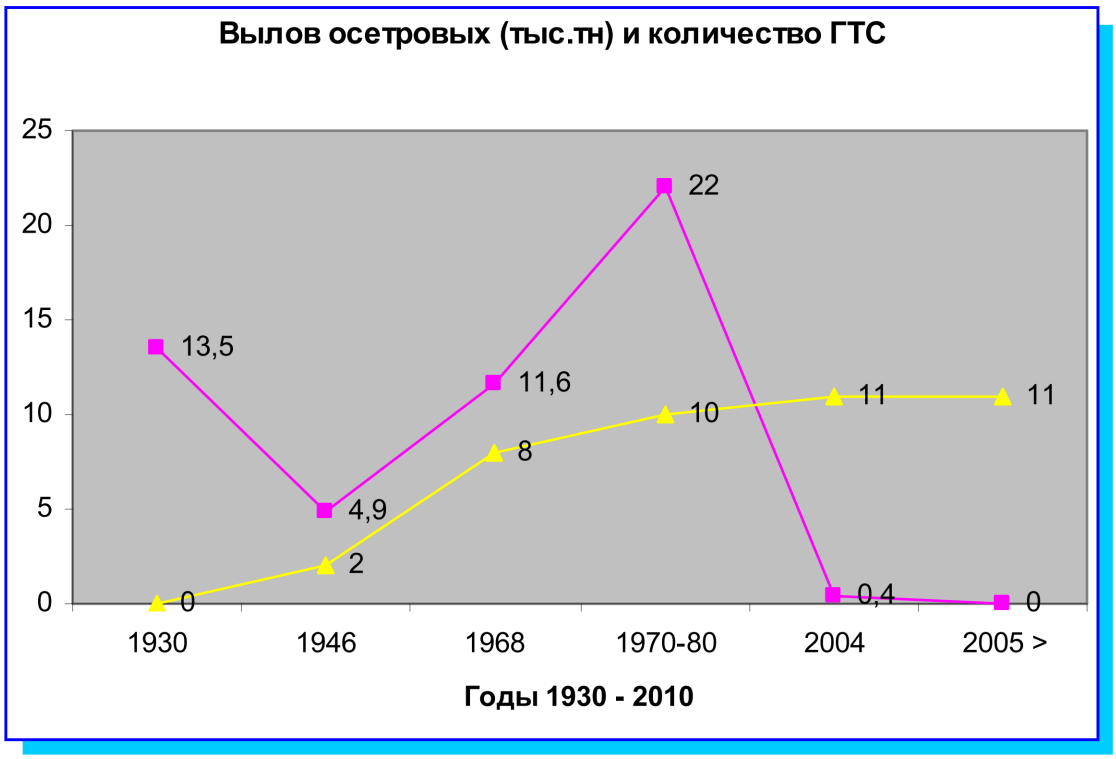
Зачем эти цифры и примеры?

Приведенные данные показывают, что в условиях зарегулирования стока реки Волги, стратегически правильное планирование и ведение рыбного хозяйства может показывать примеры не только сохранения, но роста рыбных запасов.

Анализируя статистические данные по вылову осетровых рыб в период с 1930 по 2009 годы, сведения по воспроизводству осетровых рыб можно уверенно констатировать, что гидротехнические сооружения не могут означать «приговор» для рыб.

4. Что делают гидроэнергетики?

Как уже отмечалось в этой информации, при строительстве гидротехнических сооружений рассматриваются вопросы компенсационных мероприятий и их выполнение в опережающем порядке. Так, строительство рыбоводных заводов, рыбоподъемников являются



типичными примерами этих компенсационных мероприятий.

Гидроэлектростанции ОАО «РусГидро», расположенные на Волжско-Камском каскаде ежегодно платят около 1 млрд. рублей водного налога на поддержание водного фонда.

Важным вкладом в поддержание экологии речного бассейна является выполнение мероприятий экологической политики ОАО «РусГидро», связанных с проведением реконструкции гидротурбинного оборудования. В настоящее время осуществляется плановая замена старых маслонаполненных турбин на новые, применение которых полностью исключает возможность попадания масла в водоем. В рамках реализации экологических мероприятий на Волжской ГЭС построены локальные очистные сооружения, куда поступают ливневые стоки.

Проводятся мероприятия по экологической сертификации и аудиту. Так Волжская и Жигулевская гидроэлектростанции получили международный экологический сертификат ISO 14001.

На Волжской ГЭС с 1998 года функционирует рыбоводный комплекс Волгоградского осетрового рыбоводного завода, входящий с систему Росрыболовства. На садковой линии и в теле плотины, где были выделены площади для установки бассейнов, содержатся производители и молодь всех видов осетровых рыб, обитающих в реке Волге.

5. Что надо делать вместе?

Вначале, что не надо делать. Не надо поддаваться на провокационную шумиху и обещания, что кто-то знает как быстро вернуть в наши реки рыбу. Даже в стабильные (не тучные) времена, работа, направленная на поддержание чистоты рек и рыбных запасов требовала много средств, усилий и умения, чего у нас сейчас явно не хватает. Поэтому,

Предложения:

Создать дирекцию по эксплуатации Нижней Волги и Волго-Ахтубинской поймы (по аналогии с существующими при Росводресурсах дирекциями по эксплуатации водохранилищ) и межрегиональный общественный комитет по проблемам Нижней Волги и Волго-Ахтубинской поймы с привлечением представителей коалиции экологических НПО. Силами дирекции организовывать и выполнять природоохранные мероприятия.

Ходатайствовать перед Правительством РФ и Росводресурсами о направлении платы за пользование водными ресурсами, уплачиваемой Волжской ГЭС и другими водопользователями субъектов, расположенных на Нижней Волге на обеспечение работ по сохранению водного фонда Нижней Волги и Волго-Ахтубинской поймы.

В рамках природоохранных мероприятий, рассмотреть предложение ОАО «РусГидро», сделанное на совещании «Проблемы водообеспечения Волго-Ахтубинской поймы» в октябре 2007 года в г. Волгограде о возможном строительстве локальных гидротехнических сооружений в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла, что позволит:

- поддерживать стабильную отметку уровня реки на Нижней Волге;
- улучшить водообеспечение Волго-Ахтубинской поймы, рек Волга (в нижнем течении) и Ахтуба, что исключит зависимость обводнения Волго-Ахтубинской поймы от водности года и снимет социальное напряжение, связанное с экологическими рисками;
- обеспечить гарантированный судовой ход для функционирования канала Волго-Дон, в том числе и проектируемой второй очереди.

6. Список литературы:

Отчет Межведомственной ихтиологической комиссии «Определение биологической целесообразности работы рыбоподъемника для пропуска проходных рыб», Москва, 2007

Соотношение в промысловых уловах осетровых рыб от естественного и заводского воспроизводства. Р. П. Ходоревская, Г. Ф, Довгопол, О. Л. Журавлева, КаспНИРХ, Астрахань, 2000

Воспроизводство осетровых в зарегулированной Волге. В. В. Мильштейн, Л. М. Пашкин, В. П. Шилов. ЦНИОРХ, Волгоградское отделение ГосНИОРХ,

Саратовское отделение ГосНИОРХ, Саратов, 1971

Состояние запасов осетровых Волго-Каспийского района. Р.П. Ходоревская, ЦНИОРХ, Астрахань, 1986г.

Воспроизводство запасов осетровых рыб в нижнем бьефе плотины Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС, Ф.И. Вовк, Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ том II, Волгоград, 1966

7. Фотографии



Рыбоподъемник Волжской ГЭС



Садковая линия рыбоводного завода на Волжской ГЭС



Бассейны на площадке в теле плотины Волжской ГЭС

ДИНАМИКА ПОЛОВОДИЙ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ГЭС И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗА 2006 – 2009 ГОДЫ.

В.А. Брылев, А.Ю. Овчарова, Е.В. Мелихова

За последние годы произошли негативные изменения в природном комплексе Волго-Ахтубинской поймы, заключающиеся в остепнении растительного покрова, усыхании водоемов (ериков, озер), обеднении рыбных ресурсов. Неразумная хозяйственная деятельность приводит к нарушению экологических условий речной долины. Процесс начался давно, примерно 30-40 лет назад и об этом написано не мало статей. Но последние указанные 4-5 лет активно назревали эти негативные явления. Кризисная ситуация произошла в 2006 году, когда в половодье, которое продолжалось всего 5-6 дней, максимальный расход составлял только 20 тыс. $м^3$/сек, расход на «полке» половодья, которое длилось один месяц (с 10 мая по 10 июня), от 12-15 тыс. $м^3$/сек, площадь затопления поймы составила примерно 1/3. Такие расходы чрезвычайно малы для того, чтобы поддерживать экосистему Волго-Ахтубинской поймы в состоянии самовозобновления, саморегуляции, экологической стабильности. Последствие этой кризисной ситуации проявилось к концу лета 2006 года и выразилось в крайне засушливом состоянии поймы.

Реакцией на многочисленные обращения населения и ученых о произошедшем кризисе стали, проведенные в 2007 году по линии Общественной палаты области и Экологической академии, совещания, в том числе и выездные.

По любезно предоставленным сведениям ООО «Русгидро» и поручению Общественной палаты области нами проанализированы: суточные расходы Волги за трехмесячный период половодья (апрель, май, июнь) за 4 года и объем сброса воды через Волгоградский гидроузел за 2006-2009 гг. Выяснилось, что годовой сток в 2006 году составлял - 207,9 $км^3$ (средний 250 $км^3$), в 2007 году – 281,8 $км^3$ (выше средних многолетних данных), в 2008 году – 241,7 $км^3$ (близко к норме, но несколько ниже нее). Повышенный сток 2007 года можно объяснить как реакцию на ходатайство Общественной палаты области и губернатора области на сложившийся кризис 2006 года. Тем не менее, анализ графиков показал, что уровни, расходы и объемы половодий недостаточны для

улучшений экологической ситуации нижнего бьефа Волжской ГЭС. При сравнении графиков расходов последних лет с 1991 годом. Выяснилось, что в последние годы (2006, 2008 гг.) аномально большой сброс происходил в декабре, а в 2009 году и в январе, чего не отмечалось никогда в прежние годы.

Таким образом, объем стока в 2008 году близок к норме, с аномально высоким сбросом в декабре и январе 2009 года. Это свидетельствует о том, что режим работы Волжской ГЭС направлен на выработку электроэнергии, что конечно, имеет народохозяйственное значение, но при этом снижает экологическое значение режима ГЭС. Возникает закономерный вопрос: «Что такое экологический режим, что такое оптимальный режим для энергетиков, что хотелось бы населению?». Понятно, что «высокая вода», это опасно для населения, а «низкая вода» губительна для природы. Возникает необходимость социологического опроса, но результаты его можно заранее предсказать. Если думать только о своем личном хозяйстве, то ответ будет отрицательным, а если думать о пойме в целом, то тогда необходимо приближаться к оптимальному режиму половодья, постараться найти золотую середину. Желательно, чтобы половодья были приближены к графику 1991 года, если придерживаться экологически благополучного варианта. Основной сброс воды должен происходить в те 2 месяца (с начала мая до конца июня), а «полку» держать на уровне 20 тыс. $м^3$/сек со спадом до 15 тыс. $м^3$/сек.

Трудно судить о том, нужен ли такой повышенный расход в зимние месяцы. С одной стороны «да», так как энергопотребление в зимние месяцы возрастает, с другой стороны, энергетики боятся излишнего попуска, чтобы водохранилище всегда было переполнено, то есть не ниже НПГ (нормального подпорного горизонта). Наши наблюдения на берегах водохранилища показали, что НПГ в прошедшие годы были не ниже, а даже выше уровня. Например, у Столбичей в последние годы летом практически нельзя было пройти из-за опасности обрушения, а в прежние годы было можно. Ту же ситуацию можно увидеть и по другим точкам наблюдения.

Таким образом, на ответ энергетиков о том, что нужно сбросить больше чем обычно в зимний период, а летом – меньше с экологической точки зрения не выдерживает критики.

Последние годы показали, что необходим экологический режим сброса половодий с той целью, чтобы поддержать природные комплексы и отдельные его компоненты в состоянии близком к природному оптимуму. Однако, не все пользователи пойменных земель хотят этого. Например, застройщики проникают во все уголки поймы, строят ниже средних уровней половодий. Дачники также решают свою проблему локально: у кого насосы и вода поступает из ближнего ерика, - и другие режимы их не устраивают. Что же мы имеем ввиду: восстановление рыбных ресурсов, парковых лесов, обводнение внутренних водоемов. Для этого необходимо выработать экологический график половодий. Союзниками в этом деле являются ГосНИОРХ, Природный парк «Волго-Ахтубинская пойма» и др.

Все чаще за последние годы происходят зимние сбросы воды. Целью этих сбросов является боязнь переполнения водохранилища, но это, так называемая, «зимняя вода» не дает эффекта для природа. Она даже негативно влияет на нее. Например, вызывает зимние ледоходы, ледовую эрозию берегов и деревьев, срезание растительности, плавающими льдинами, а главное, потревоженность нерестилищ и зимовальных мест рыбы.

Зимние сбросы последнее время наблюдались в декабре 2006 г., в декабре 2008 и январе 2009 гг. Целесообразнее было бы присоединить зимние попуски к весеннему и летнему пику половодий, которое прежде было в мае и длилось не менее двух недель.

Напомним, что по данным ГосНИОРХа и НВБУ до зарегулирования Волги средняя продолжительность высокого уровня составляла 42 суток, а после – 27 суток. Средняя продолжительность «рыбной полки» до зарегулирования составляла 42 суток, а после – 31 сутки (В.И.Казак, С.В.Яковлев). Дата максимального уровня воды приходилась на

май и продолжалась 16-18 суток, после зарегулирования продолжительность уменьшилась на 13 суток и составила в половодье 2007 г. всего 6 суток (с 19 по 25 апреля). Понятно, что это рано и холодно – это также одна из главных причин деградации ихтиофауны и растительности.

Мы на общественных началах работаем над экологически обоснованным графиком Волжской ГЭС. В качестве модели можно взять за основу половодье 1991 г., так как более ранние невозможно воссоздать ввиду зарегулирования. Мы учитываем разные мнения жителей двух крупных агломераций Волгоградской и Астраханской. В то время как волгоградцам не хватает воды в пойме, астраханцы испытывают ее избыток, так как город находится в вершине дельты. К тому же до недавнего времени отмечался подъем Каспийского моря (трансгрессия).

Необходимо обратить внимание также на расходы воды в зимние месяцы. Так, если до зарегулирования с декабря по март объемы сброса в среднем составляли 8 км^3, то после зарегулирования они возросли вдвое. В апреле объемы сброса также выросли примерно на 25 %. А в мае, и особенно, в июне, месяцы жизненно важные для развития и функционирования флоры и фауны в пойме, они резко сократились. Например, в мае объемы попуски снизились на 13-14 км^3, а в июне на 35 км^3 (почти в 2,5 раза!). Следовательно, в теплое время года в Волго-Ахтубинской пойме катастрофически не хватает воды, а в холодное – можно наблюдать ее губительный избыток. Еще раз хотелось бы отметить, что такой режим работы Волжской ГЭС приносит пользу только энергетикам, в то время как потребности природы абсолютно не учитываются.

Таким образом, мы хотим, чтобы специалисты, природопользователи, общественники понимали, в чем кроется причина деградации природных условий Волго-Ахтубинской поймы. Чтобы было направление, в котором следует работать.

Рекомендации

Рекомендовать разработать экологический режим работы Волжской ГЭС, приняв за основу скорректированный гидрограф 1991 г.

При этом, максимально снизить объем зимних (декабрь-январь) попусков, удерживая их по расходам не более 5-6 тыс. м^3/сек.

Пик половодья сдвинуть на начало мая до середины, а его расход довести до 28 тыс. м^3/сек. Длительность пика половодья и рыбохозяйственная полка по времени не менее одного месяца (мая).

Затопляемость поймы по площади должна быть не менее 50%, при этом есть надежда, что возобновиться гидравлическая связь в пойме между водотоками и озерами.

Согласовать рекомендуемый график со всеми заинтересованными организациями - природопользователями поймы.

Регламентация работы ГЭС с целью исключения суточных изменений попусков

П.В. Люшвин, lushvin@mail.ru, 8-903-774-57-08

Аннотация

Рыбопродуктивность водоемов определяется воспроизводством жизнестойкого пополнения и кормовой базой. В условиях зарегулированного стока гидробионты эволюционно не приспособлены к ежедневным изменениям уровня воды и сопутствующим явлениям. Из-за суточной изменчивости уровня воды – попусков, отложенная икра, личинки и рыбы обсыхают за бровкой берегов. Пиковые попуски с приморских ГЭС способствуют преждевременному выплеску молоди полупроходных рыб в губительную для них солоноватую морскую воду. Резкие увеличения скоростей воды обуславливают взмучивание илов, из которых выделяется природный газ, губительный для многих гидробионтов. Окисление природного газа способствует гипоксии, в результате чего аэрофильные рыбы постепенно уступают место рыбам, боле приспособленным к такой среде обитания. Сброс воды с водохранилищ происходит с верхних горизонтов, тогда как многие питательные для гидробионтов биогены находятся в нижних слоях воды и осаждаются перед плотинами. В результате вниз сбрасывается обедненная биогенами вода, рыбы не могут самостоятельно достигать природных нерестилищ вверх по течению и спускаться вниз по реке на откорм и зимовку.

Ключевые слова: ГЭС, попуски, стоковые волны, цуги, природный газ, гидробионты, рыбы.

Введение

Фактическая рыбопродуктивность волжских водохранилищ в 60-70 годы XX века была ниже плановой в 2-6 раз (табл.1) [1]. Обусловлено это в значительной мере неравномерностью загрузок энергосетей (зарегулированностью стока) – пиковыми попусками, приводящими к внутрисуточным изменениям уровня (рис.1) [2,3]. За плотиной уровень воды ежедневно изменяется >0,5 м, в понедельники >1 м. В зимнее время, когда все проморожено, энергопотребление возрастает, подъем уровня достигает 4 м (январь 1967 г. [4]). Согласно оценкам специалистов ВНИРО за бровку берега выплескивается до 30% рыб [5]. Цена вопроса ≈20% стока в межень (до 0,2 км³/сутки). В старицах и ямах обсыхает и выедается птицами, гадами и млекопитающими значительная часть икры, мальков и рыб. Особенно негативно это в маловодные годы, когда полка паводка держится менее 50 суток. Поэтому в маловодные годы, по-видимому, следует в ущерб площади заливания поймы удерживать длину полки. В результате негативных для гидробионтов последствий зарегулирования

стока спад уловов рыб только рыбаками Астраханской области составил около 140 тыс. т в год. Что привело к потере работы и еды ≈ 80 тыс. человек (средняя добыча ≈10 т/г. на 1 рыбака, плюс 3÷5 человек обслуги – строительство судов, эллингов, разделка рыбы, доставка её потребителю и т.д.).

Таблица 1. Показатели хозяйственного освоения волжских водохранилищ

Водохранилище	Плановая продуктивность, кг/га	Фактическая продуктивн., кг/га		Отношение фактическ. продукт. к плановой,%	
год		1963	1973	1963	1973
Рыбинское	16	8	6	50	38
Угличское	35	7	17	20	47
Иваньковское	30	12	12	39	41
Куйбышевское	40	6	6	16	16
Волгоградское	50	8	9	17	18

Уловы Астрах. обл., тыс.т	1933	1943	1953	1963	1983	2003
сельдь	7	68	31	6	1	0
судак	42	25	15	3	2	1
лещ	23	56	21	16	11	14
сазан	10	14	8	2	4	1
вобла	78	61	40	20	5	5

Число рабочих мест из расчета 10 т/год на рыбака + 4 человека в обслуге (переработка, доставка потребителю, создание и эксплуатация судов, причалов, цехов)

1933-1953	1983-2003
83 тыс.	4 тыс.

из-за неравномерных суточных попусков всего в одной области недовлено 140 тыс. т/г. 80 тыс. людей потеряли еду и работу

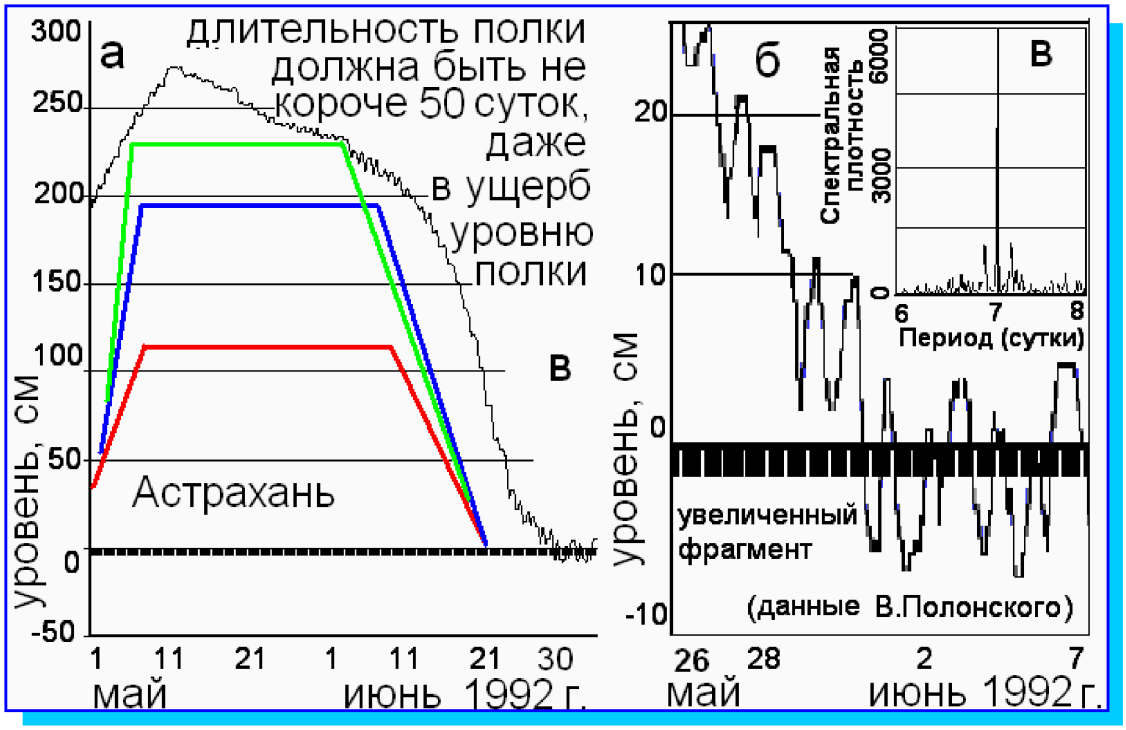


Рис.1. Запись уровня в/п Астрахань (*а*), увеличенный фрагмент (*б*), спектральная плотность колебаний уровня воды в/п Енотаевка в период с января 1992 г. по декабрь 2003 г. (*в*) [3].

Негативные последствия ежедневного зарегулирования стока

Стоковая волна от попуска, следуя от Волгограда к Астрахани, за 3-5 суток распластывается, её амплитуда снижается в 3-5 раз. На спутниковых радиолокационных снимках выход стоковых волн в Северный Каспий выглядит в виде цугов волн (рис.2. *а-в*). После пиковых попусков с Волгоградской ГЭС, когда суточные изменения уровня воды на астраханском в/п превышают ≈10 см, цуги волн охватывают не только западную часть Северного Каспия, но выходят и в Средний Каспий (рис.2. *г-е*).

Благодаря пиковым попускам вынос органики и загрязнений из реки в море происходит без биологической очистки в дельте (рис.3. *а-е*). Зимой вода выходит из под припая в открытое море южнее, чем летом на 100÷200 км. При совпадении времен прохождения стоковых волн с ветрами северных румбов, стамухами, сорванными с мелководий о-ва Тюлений и Аграханского п-ова, могут «торпедироваться» буровых вышки ЛУКОЙЛа (рис.3.ж). Пиковые попуски с приморских ГЭС приводят к резкому перемешиванию вод у речных рукавов – переходу солености через критическую соленость для биологических процессов (5-8‰), что губительно для значительной части биоты (рис.4. *а*). В результате примыкающие к морю части акваторий имеют малое количество кормовых организмов - бентоса, бентофагов, гибнет молодь рыб [2,6-8].

Увеличения уровня воды более чем на 1 м, сопровождающееся усилением скорости течений, ледовой эрозии, приводят к взмучиванию илов, выходу природного газа, губительного многих для гидробионтов. Так, например, у морского края основного волжского рукава в межень содержание метана в верхней толще осадков по данным измерений Южморгеология составляет0,01÷0,1 мг/л (ПДК 0,01 мг/л). В половодье вдоль стрежня содержание метана достигает 11 мг/л, над подповерхностными скоплениями углеводородов содержание метан круглогодично превышает мг/л (рис.4. *б*) [9].

Нарушения поведенческих функций у многих рыб в паводок, когда с болотными водами и взмученными пойменными илами в реки массово поступает природный газ, наблюдал каждый. На островах Фиджи, где в соленых озёрах водится разновидность макрели – ава, меланезийцы практически используют эту генетическую не адаптированность гидробионтов к природному газу (рис.4. *в*). А именно, по строгому обряду: в определенный день все жители входят в озера и всячески мутят донный ил. Из ила выделяется природный газ с примесью сероводорода. Полуотравленные рыбы всплывают на поверхность, где их и добивают. Ритуал связан с требованиями ихтиологии - происходит после икрометания. Затем в воде вновь появляется кислород, а взболтанный водный ил дает молодняку первый корм. Взмучивание вод, вследствие пиковых попусков с ГЭС, осуществляется не только в паводок, по согласованию с ихтиологами, а круглогодично. Окисление природного газа способствует гипоксии, в результате чего аэрофильные рыбы постепенно уступают место рыбам, боле приспособленным к меньшему содержанию кислорода. Так, например, в р. Куре после ввода куринского гидроузла, постепенно прекратилось естественное размножение лососей, а в о. Севан сиг заместил форель.

Зависимость урожайности полупроходных воблы и леща только от длительности половодья (объема паводкового стока) имеется только для леща (рис.5). Обусловлено это многофакторностью процесса – данные по урожайности не нормированы на число производителей, хотя и этого было бы мало, поскольку известно, что порой до 50% нерестовой воблы пропускает нерест, на пресс хищников, кормовую базу и т.п. [10-12]. Небольшие локальные увеличения уровня воды в дельте, вне зависимости от их генезиса (сгонно-нагонные явления или попуски), благоприятны для воблы в умеренные по длительности половодья, для леща – в маловодные годы. Обусловлено тем, что мальки воблы появляются быстрее, чем иных рыб, стоковые волны досрочно выплескивают их за волжские бары, где

пока ограничена численность конкурентов в питании - леща и судака. В маловодные годы затопления дельты способствуют выплескам мальков леща из обсыхающей дельты. В полноводные годы имеются тенденции падения урожайности рыб при увеличении числа и амплитуд колебаний уровня. Вызвано выплеском молоди из пресных вод в морские, где соленость несовместима с условиями обитания молоди ≈5-8‰ [2,7].

Предложения по изменению пропусков вод через плотины

С большинства водохранилищ вода сбрасывается с верхних горизонтов. При таком сливе значительная часть, находящихся в толще воды и у дна биогенов с верховьях рек, жизненно важных для гидробионтов, оседает перед плотиной, не поступая в низовья рек [10]. Поэтому целесообразно хотя бы часть сброса вод осуществлять через трубы в теле плотины. Диаметры труб оценивать исходя из меженных и паводковых расходов. Нижние трубы будут способствовать пропуску донных рыб вверх по течению, верхние – пелагических. Очищать трубы от наростов бентоса продувкой природным газом [13,14]. Рыбоходные каналы в виде труб позволят минимизировать проблему их обслуживания и браконьерства в них. Если скорости течений в трубах будут непреодолимы для рыб, следует задействовать пенальную схему: на входе воды установить задвижку с малым отверстием. Когда рыба зайдет в трубу, закрыть глухой задвижкой выходное отверстие, открыть входное. Звуковыми, световыми и пр. сигналами или движущейся решеткой-заслонкой вытолкать рыбу из трубы выше плотины. После икрометания рыба пройдет вниз с потоком воды сама.

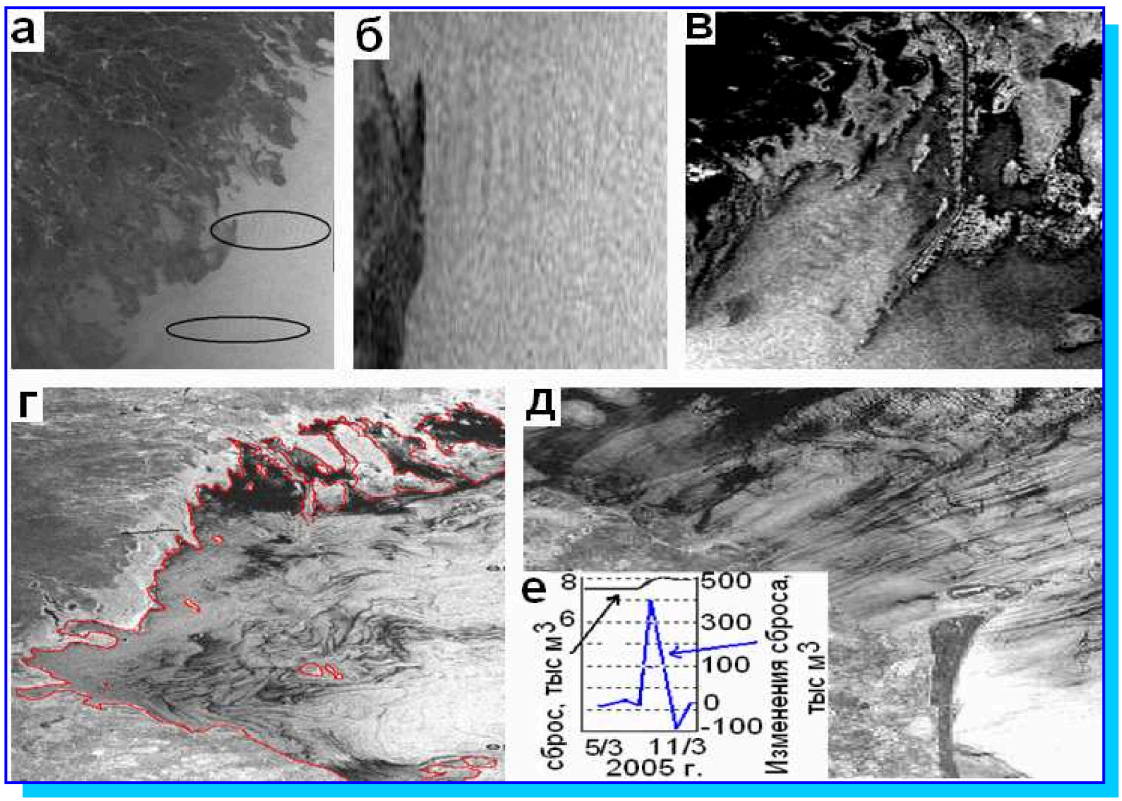


Рис.2. Отображения прохождения стоковых волн по Северному Каспию по спутниковым радиолокационным снимкам. Выход цугов волн (обведены эллипсами) от суточных попусков из волжских рукавов 21.01.2005 г. (*а*); увеличенный фрагмент верхнего цуга волн (*б*); цуг волн 14.07.2003 г. в мористой части рукава Бахтемир (*в*). Прохождение цугов волн по Северному Каспию (*г,д*). Сброс воды с Волгоградской ГЭС 5-11 марта 2005 г. (*е*).

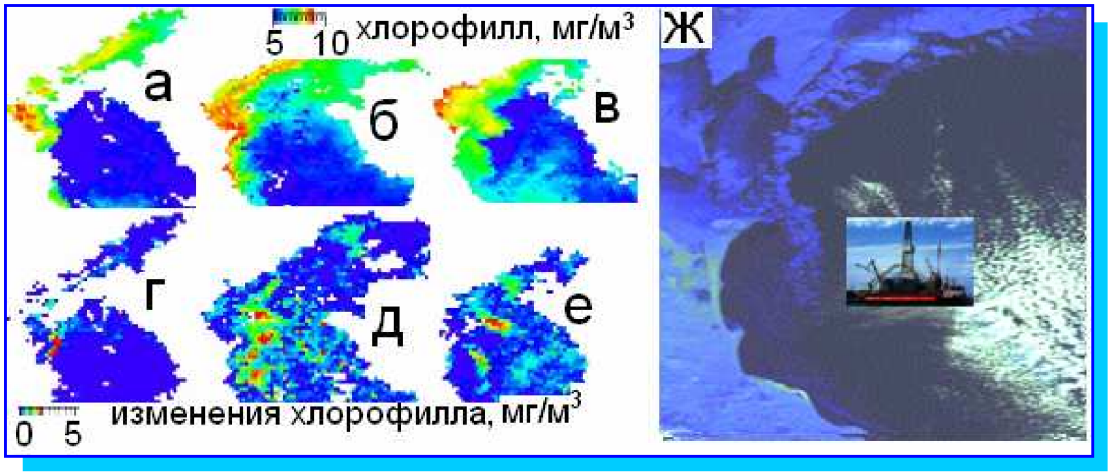


Рис.3. Хлорофилл в верхней толще вод вне прохождения фронта стоковой волны 25.03.1999 г., 25.09.1999 г. и 06.04.1998 г. слева направо (*а-в*)[oceancolor.gsfc.nasa.gov]. Разница между максимальным и минимальным содержанием хлорофилла в период прохождения стоковой волны (*г-е*). Язык льда огибает Аграханский п-ов 10.02.2005 г. (*ж*).

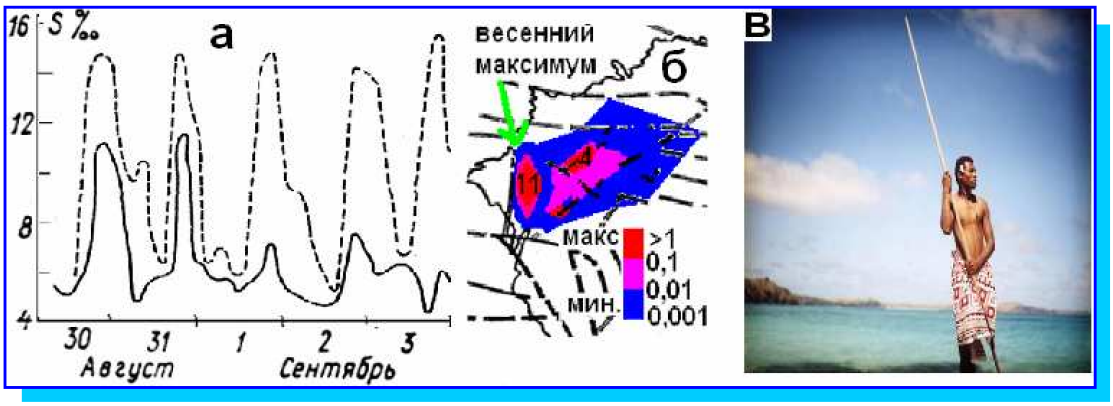


Рис.4. *а* - кратковременные изменения солености воды на взморье р. Днепр в августе-сентябре (пунктир – дно, непрерывная линия – поверхность) [6]. *б* - содержание метана в донных осадках Северного Каспия на схеме разломов земной коры [9]. *в* – лов рыбы на островах Фиджи [http://botinok.co.il/node/48542].

Для сглаживания суточной цикличности изменений уровня за плотиной целесообразно синхронно с ростом объема забора воды на турбины, снижать подачу воды в шлюзы и трубы, и наоборот. В паводок этим исключится суточная антропогенная составляющая неравномерности уровня - решится проблема массового техногенного обсыхания икры и мальков в полоях.

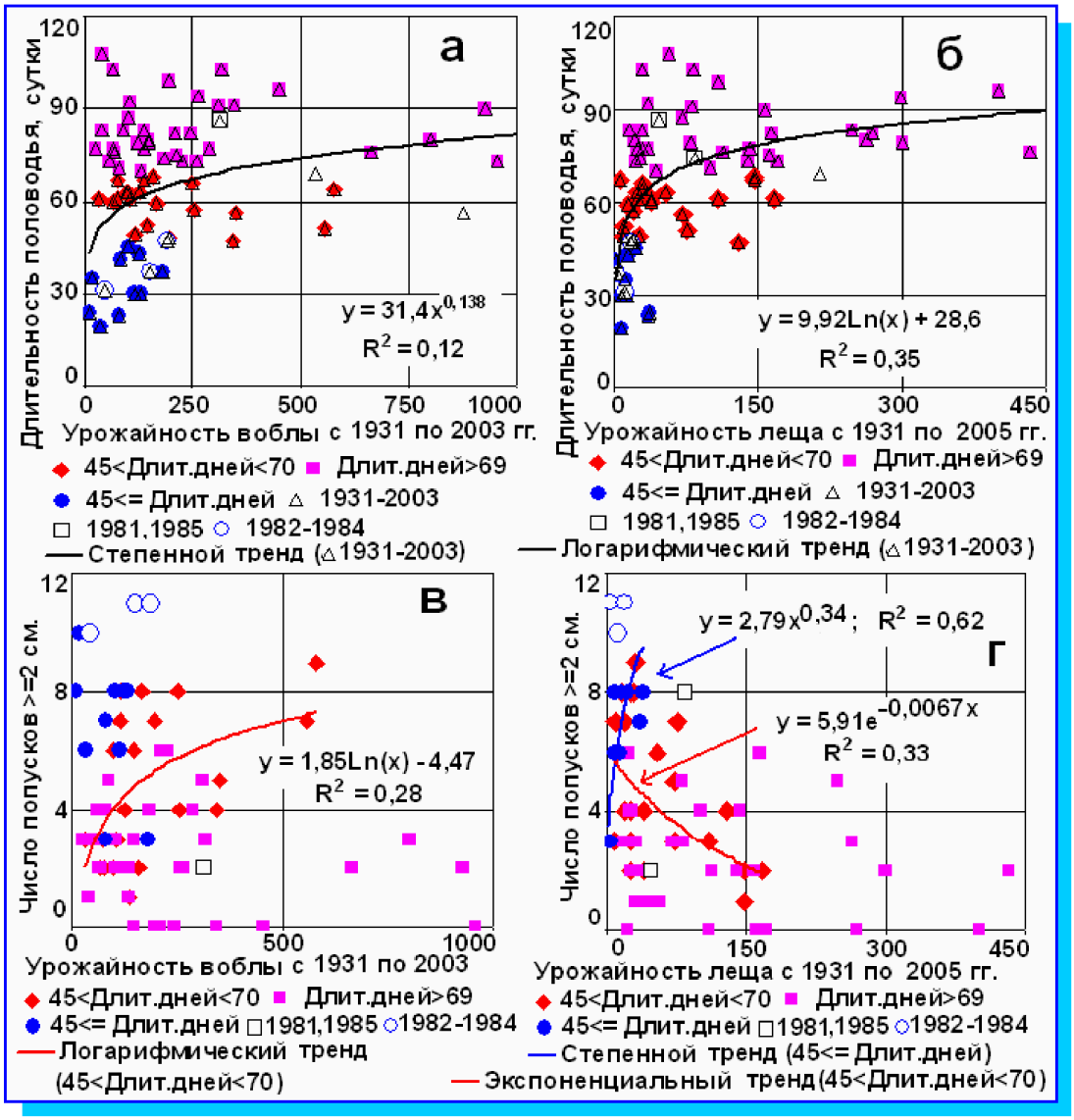


Рис.5. Соотношения между урожайностью воблы и леща (экз./час траления) в Северном Каспии с длительностью половодья и числом попусков в летнюю межень, когда имелись локальные максимумы в ходе уровня воды на астраханском в/п на 2 см и более. Отдельно приведены данные в годы ядерных взрывов в дельте Волги с 1981 по 1985 гг.

Выводы

Для повышения рыбопродуктивности водохранилищ и низовьев рек следует организовать пропуск воды с минимальной внутри суточной цикличностью, вплоть до встройки в плотины пропускных труб или создания до и после каждой ГЭС гидроузлов, демпфирующих суточные попуски. В маловодные годы в летнюю межень для выплеска мальков из обсыхающей дельты по согласованию с ихтиологами несколько раз обеспечивать неравномерность суточных попусков. В прогнозируемые дни повышенного

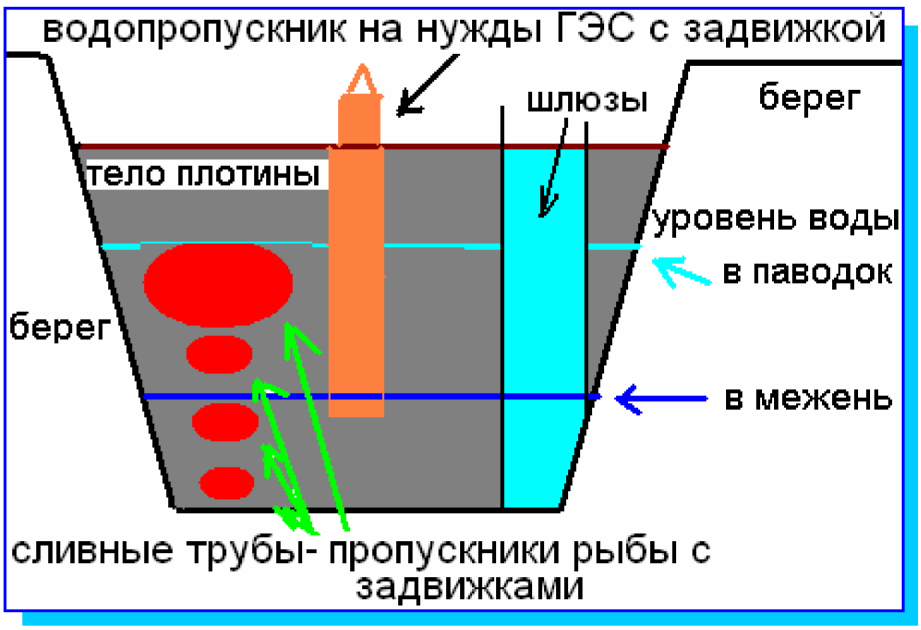


Рис.5. Схема водопропускных сооружений в плотине.

энергопотребления (после праздничные, особенно зимние дни) организовать увеличенную поставку энергии с ТЭЦ. В противном случае проводить отчисление средств на рыборазводные заводы, обустройство нерестилищ и нагульных акваторий.

Отметим также, что согласно выводам работы [15], молодь рыб, выращенных в бассейнах ЖБИ нежизнестойка. Обусловлено это слишком частым пересечением мальками электромагнитных возмущений, к чему рыбы эволюционно не приспособлены. Размножение и выращивание рыб следует производить в бассейнах, изготовленные из непроводящих материалов. Размещать бассейны следует не в железобетонных зданиях, вдали от электромагнитных продуктопроводов. В бассейнах должна быть не стоячая вода, а струйные потоки.

Литература

1. Бердичевский Л.С. Пути сохранения высокой рыбопродуктивности Каспийского моря // Труды ВНИРО. 1975. Т.CVIII. С.6-17.

2. Люшвин П.В., Зырянов В.Н., Егоров С.Н., Кухарский А.В., Полонский В.Ф., Коршенко А.Н., Лобов А.Л. Влияние пиковых попусков с Волгоградской ГЭС на экологию Северо-Западного Каспия. Сб. научных статей «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса» // М.:ООО «Азбука-2000», 2006. С.121-129.

3. Лебедев С.А., А.Г. Костяной Спутниковая альтиметрия Каспийского моря // М.:Изд. Центр Мир, 2005. 366 с.

4. Брылев В.А. Опыт классификации антропогенных изменений природных условий некоторых районов Волго-Ахтубинской поймы // Сборник статей под ред. Кубанцева Б.С. и др., Волгоград, 1978. С.3-7.

5. Водные биологические ресурсы северных Курильских островов. Под редакцией О.Ф. Гриценко // М.:ВНИРО, 2000. 163 с.

6. Полонский В.Ф., Лупачев Ю.В., Скриптунов Н.А. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и мето-

ды их расчета (прогноза) // СПБ.:Гидрометеоиздат, 1992. 383 с.

7. Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов // Л.:Наука,1974. 235 С.

8. Залуми С.Г., Газарян М.Т., Праворов Б.И. Влияние интенсивности пресноводного стока на рост леща в нижнем Днепре // Рыбное хозяйство, 1981. вып.23. С.69-74.

9. Сапожников В.В., Курапов А.А., Люшвин П.В. Индикация литосферной дегазации, губительной для развития рыбных популяций. Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы. Материалы Всероссийской конференции, Москва. 22-25 апреля 2008 г. // М.:ГЕОС, 2008. С.442-443.

10. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том VI, Каспийское море, вып. 2. Гидрохимические условия и океанографические основы формирования биологической продуктивности // СПБ.:Гидрометеоиздат, 1996. 323 с.

11. Кошелев Б.В. Экология размножения рыб // М.:Наука, 1984. 309 с.

12. Люшвин П.В. Стрессовые и комфортные условия развития рыбных популяций // Рыбное хозяйство. 2008. №6. С.42-50.

13. Sergeeva N.G., Gulin M.B. Meiobenthos from an active methane seepage area in the NW Black Sea // Marine Ecology. (28). 2007. P.152-159.

14. Люшвин П.В., Карпинский М.Г. Причины резких сокращений биомасс зообентоса и их последствия // Рыбное хозяйство. 2009. №5. С.65-69.

15. Живые системы под внешним воздействием. Современные проблемы изучения и сохранения биосферы, т. II, под ред. Н.В. Красногорской // СПБ.:Гидрометеоиздат, 1992. 338 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА УЩЕРБА ВОДНЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ ОТ РАБОТЫ ГЭС В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ: ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ СТОРОНЫ ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВА

И.А. Евланов, Г.С. Розенберг
Институт экологии Волжского бассейна РАН,
г. Тольятти
ievbras2005@mail.ru

Водохранилища стали неотъемлемой частью окружающей человека среды. Между тем, водохранилища – это чрезвычайно сложные экологические системы, техногенного происхождения, это уже не река и не озеро, так как по сравнению с рекой в них сильно замедленно течение, а по сравнению с озерами – существенно меняющийся уровенный режим в течение года.

Строительство водохранилищ на равнинных реках явилось экологической катастрофой, их отрицательное воздействие на природные комплексы, в том числе водные биологические ресурсы, достаточно подробно рассмотрены в обширной монографии Г.С. Розенберга (2009).

Куйбышевское водохранилище является самым крупным в Волго-Камском каскаде ГЭС, оно контролирует более 95% водных ресурсов Волги (Правила использования водных ресурсов…, 2003).

В прекрасной книге «Технический отчет о проектировании и строительстве Волжской ГЭС имени В.И. Ленина (1950-1958 гг.) (Москва-Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1963) отмечается (с.405-406): «…на участке Волги и ее притоков выше плотины гидроузла, главным образом в пределах Куйбышевской и Ульяновской областей, располагались нерестилища ценнейших проходных рыб Волго-

Каспийского бассейна: осетра, белуги, сельди и др. Через этот район проходила на нерест из Каспийского моря белорыбица, поднимаясь по Каме в р. Белую. Кроме того, в полойной системе бассейна Волги происходило размножение местных частиковых - сазана, леща, судака и др. Таким образом, рыбопромысловый район, вошедший в зону затопления Куйбышевского водохранилища, имел большое значение в воспроизводстве запасов ценных проходных рыб Каспийского моря, а также местных промысловых рыб. ***Зарегулирование стока Волги Куйбышевским гидроузлом нанесло серьезный ущерб воспроизводству проходных рыб Волго-Каспийского бассейна»*** (выделено нами).

Отрицательное влияние ГЭС на формирование рыбной части сообщества Куйбышевского и других водохранилищ, подробно рассматривалось в огромном числе публикаций (Кудерский, 1974а,б; Лукин, 1975; Кузнецов, 1978; Пидгайко, 1978; Негоновская, 1986; и многие другие), и мы позволим себе на этом не останавливаться.

На повестке дня стоит один важный вопрос: *оценка ущерба водным биологическим ресурсам от работы ГЭС в современных условиях.* На сколько корректно его можно провести в рамках существующей «Временной методики оценки ущерба …, 1989)[1], по каким позициям ущерб водным биологическим ресурсам можно определить хотя бы в первом приближении, а по каким нет? Можно ли некоторые действия Правительства расценивать, как мероприятия, направленные на компенсацию ущерба водным биологическим ресурсам.

Согласно пункта 2.9 «Временная методика оценки ущерба…, М., 1989), следует рассматривать не только отрицательные стороны, но и положительные моменты – строительство нового водоема.

Прошло более 50-ти лет с момента образования Куйбышевского водохранилища и кратко остановимся на некоторых обстоятельствах, которые должны учитываться при определении ущерба водным биологическим ресурсам от работы ГЭС в современных условиях.

I. Положительное влияние на водные биоресурсы.

а) Исчезли заморы осетровых рыб, которые наносили серьезный ущерб состоянию популяций этих рыб. Особенно сильные заморы на Средней Волге отмечались в 1939-1942 годах (Лукин, 1948).

б) Возросли показатели биомассы кормовых организмов, увеличился вылов рыбы (табл.1), так как площадь и объема водной массы значительно возрос относительно речных условий.

Несколько слов следует сказать о вылове рыбы из Куйбышевского водохранилища и о том, что «проектная рыбопродуктивность», т.е. 40 кг/га не была достигнута.

Можем однозначно констатировать о том, что никто не знает, сколько фактически вылавливается рыбы из Куйбышевского водохранилища. До 90-тых годов XX века, когда официальная статистика уловов была более качественной и в определенной степени учитывала только промышленный вылов рыбы (браконьерство и хищение в местах промысла было заметно ниже), промысловая рыбопродуктивность водоема в отдельные годы (1989 г.) достигала 10,15 кг/га. Исследования, проведенные сотрудниками ФГУ «Средневолжрыбвод» показали, что любительское рыболовство на Средней Волге в 4 раза превышает промысловое (Болотов, Фатхулин, 1972). По данным управления ФГУ «Средневолжрыбвод» в 1986 году на Куйбышевском и Саратовском водохранилищах любительским рыболовством занимались около 220 тыс. человек, которые совершили более 2,5 млн. выездов на водоемы.

Можно констатировать, что в настоящее время пресс рыбаков любителей на запасы рыб значительно усилился. Это обусловлено техническим вооружением рыбаков любителей (моторные лодки, мотонарты, спутниковые карты, GPS навигаторы, эхолоты, снаряжение для подводной охоты, свободная продажа сетей и т.п.), которые осуществляют уже целенаправленный вылов рыбы.

1 В данном случае мы не будем критиковать существующую методику, в которой имеются определенные недоработки, работаем по тому, что имеется и согласовано с Минюстом.

Таблица 1. Изменение некоторых показателей в сообществе гидробионтов за 50-ти летний период эксплуатации Куйбышевского водохранилища

Показатели	Волга в пределах Куйбышевского водохранилища	Куйбышевское водохранилище
Среднегодовой вылов	**22,8 тыс. ц** (Тех. Отчет, 1963)	**59,9 тыс. ц** (Официальная статистика, 1989 г.)
Число рыб	**49** (Берг, 1949)	**56** (Евланов, Минеев, 2005)
Фитопланктон	**4,2 - 9,2 г/м^3** (Примайченко,1966)	**> 15 г/м^3** (Паутова, Номоконова, 1994)
Биомасса зоопланктона (русло)	**0,12 г/м^3** (Дзюбан, Дзюбан, 1976)	**0,5 г/м^3** на русле водохранилища и выше в заливах (Тимохина, 2000)
Биомасса кормового бентоса	**1,4 г/м^2** (Жадин, 1948) **от 0,3 до 2,48 г/м^2** (Мордухай-Болтовской, 1959)	**4,2 г/м^2** и выше (наши данные)
Биомасса моллюсков		**110 г/м^2** и выше (наши данные)

Таблица 2. Плотность и агрегированность (CV,%) придонных рыб в русловой частиводохранилищ Волжского каскада (Конобеева, 1996)

Водохранилища	Средняя плотность, кг/га	Коэффициент вариации (CV,%)
Иваньковское	26,25	32,1
Угличское	23,90	37,1
Рыбинское	38,0	43,2
Горьковское	20,25	35,1
Чебоксарское	37,67	61,0
Куйбышевское	40,62	78,7
Саратовское	28,08	84,7
Волгоградское	24,83	118,8

В таблице 2 приведены данные по плотности и агрегированности рыб водохранилищ Волжского каскада, которые в определенной степени подтверждают, что фактическая рыбопродуктивность Куйбышевского водохранилища значительно выше, чем по материалам официальной статистики, особенно в период перехода страны к рынку.

в) Повысился процесс самоочищения волжской воды. По данным А.Ф. Тимохиной (2000) зоопланктонные организмы при их высокой численности способны профильтровать объем Куйбышевского водохранилища (58 км^3) за 4 суток, в годы с низкой численностью - за 9-10 суток. Донное население водохранилищ также оказывает огромное влияние на формирование качества воды. Объем воды, пропускаемой двустворчатыми моллюсками (в основном дрейссеной) достигает за вегетационный период с апреля по ноябрь 840 км^3 (Розенберг, 2009).

В настоящее время трудно себе представить, что ни будь водохранилищ, все загрязняющие вещества поступали в Каспийское море. Их отрицательное влияние на водные биоресурсы Каспия хорошо известно: в 1988 году коммулятивный политоксикоз вызвал резкое сокращение численности осетровых.

г) Увеличилось количество отраслевых и академических учреждений, занимающихся вопросами изучения закономерностей формирования фауны и динамики численности рыб, созданных водохранилищ. В настоящее время, когда накоплен обширный научный материал, достаточно объективно заметны недостатки тех мероприятий, за счет которых планировались увеличение рыбопродуктивности водохранилищ. Так, например, за счет сводной сметы строительства Куйбышевской ГЭС, предусматривалась организация Свияжского, Пичкассовского и Ульяновского нерестово-выростных хозяйств, для выращивания 45,8 млн. молоди леща, сазана, осетровых, нельмы и сиговых рыб. Ежегодный промысловый возврат по этим нерестово-выростным хозяйствам должен был составить 36 тыс. центнеров товарной рыбы. Не состоятельность этих мероприятий очевидна. Во-первых, абсолютно не учитывалось состояние кормовой базы вновь созданного водоема и тех тенденций, которые будут ее определять в будущем. Во-вторых, комплекс абиотических факторов, вновь созданного водоема, не отвечал экологическим условиям, которые необходимы для нормального существования нельмы и сиговых рыб.

В конце XX столетия интенсивность научных исследований на водоемах Волго-Камского каскада заметно снизилась, практически отсутствуют комплексные крупномасштабные исследования по эффективности использования кормовой базы.

Однако в настоящее время можно сделать один конкретный вывод: *стратегия ведения рыбного хозяйства на водохранилищах отличается от классической схемы, характерной для крупных рек или озер, так как эти природно-техногенные водоемы - это уже не река и не озеро.*

II. Мероприятия, которые в определенной мере компенсировали ущерб от строительства Куйбышевской и других ГЭС.

а) С 50-тых годов XX века началось строительство осетровых рыбоводных заводов и 1980 году их работало 11, выпускавших 90-100 млн. экз. молоди. Вполне вероятно, что это была специальная Программа Правительства по компенсации ущерба наиболее ценным видам рыб Волго-Каспийского бассейна. При этом следует отметить, что в 1975-1986 гг. уловы осетровых были близки к уровню начала века.

б) В течение 6 лет проводились мероприятия по зарыблению Волги и Куйбышевского водохранилища производителями и молодью ценных видов рыб: сазана, леща, судака, осетровых. Всего выпущено производителей этих рыб около 27 тыс. шт., молоди 3300 тыс. шт., икры осетровых - 9 млн. шт., кормовых объектов для рыб - около 11 млн. шт. (Технический отчет о проектировании…., 1963. Т.1. с.406). К сожалению, нам не удалось найти сведений о финансовых затратах на выполнение данных мероприятий, но реальная отдача от вселения кормовых организмов имеется. По данным А.А. Кальниболоцкого (1971) дополнительный улов, получаемый за счет обогащения кормовой базы составляет 14% общего улова рыбы, так как мизидами кроме судака, берша, чехони, активно питается синец, плотва, окунь, жерех, ерш, а также молодь рыб почти всех видов. Расчет показывает, что ежегодный дополнительный улов рыб за счет обогащения кормовой базы составляет не менее 800 тысяч рублей.

Негативным фактором, оказывающим влияние на водные биологические ресурсы Куйбышевского водохранилища является не стабильный уровенный режим в весенний период, его сработка с 53 до 48 м зимой и гибель гидробионтов при прохождении турбин ГЭС.

В таблице 3 приведен перечень позиций, по которым нами осуществлялся расчет ущерба водным биологическим ресурсам Куйбышевского водохранилища.

Таблица 3. Перечень позиций для определения ущерба водным биологическим ресурсам Куйбышевского водохранилища

№ п/п	Позиция ущерба	Комментарии
1.	Гибель зоопланктона при прохождении через турбины и водосливную плотины	Определение возможно
2.	Гибель взрослых рыб и молоди во время ската через турбины	Объективный учет крайне сложен, необходимы многолетние исследования, требуется разработка специальных орудий лова, методики исследований, шкалы оценки степени травматизма рыб и др.
3.	Гибель гидробионтов (зообентоса) во время зимней сработки уровня (*определяется уровнем сработки)*	Определение возможно
4.	Гибель икры из-за обсыхания во время колебания уровеного режима (*определяется колебаниями уровня)*	Определение возможно
5.	Гибель молоди рыб в остаточных водоемах во время зимней сработки уровня (*определяется уровнем сработки*)	Требуется разработка специальной методики. Процесс отмечается при сработке уровня ниже 49 м
6.	Нарушения хода процесса гаметогенеза (*определяется уровнем сработки в нерестовый период*)	В настоящее время нарушения процесса гаметогенеза могут быть связаны не только с колебаниями уровня воды в весенний период, но и с загрязнением водной среды.

Ущерб от гибели зоопланктона при прохождении через турбины и водосливную плотины для каждого месяца определялся по следующей формуле[2]:

(1) $N=(B \bullet P/B \bullet 1/K_2 \bullet K_3/100 \bullet S \bullet t_o/t_1 \bullet 10^{-6}) \bullet K_1$

где:

N - ущерб рыбопродукции ,в тоннах;

B - среднее значение биомассы зоопланктона, г/м^3 с учетом коэффициента естественной смертности ($K_{e.c}$);

P/B - коэффициент для перевода биомассы кормовых организмов в продукцию;

K_1 - коэффициент смертности зоопланктона при прохождении через турбины и водосливную плотины ;

K_2 - кормовой коэффициент для перевода кормовых организмов в рыбопродукцию;

K_3 - показатель предельно возможного использования кормовой базы;

S - объем воды, используемый на технологические операции (проходящий через турбины и водосливную плотины (м^3);

t_o - продолжительность неблагоприятного воздействия на биоресурсы (дней);

t_1 - продолжительность вегетационного периода (дней);

[2] за основу нами использованы формулы, взятые из «Временной методикой оценки ущерба, наносимого рыбным запасам …, 1989), в которые внесены определенные изменения, отражающие специфику подсчета ущерба водным биологическим ресурсам от работы ГЭС.

10^{-6} - множитель для перевода граммов в тонны.

Коэффициент смертности (K) зоопланктона в результате прохождения через турбины ГЭС и водосливную плотины определялся по формуле:

$K = B_1 x\ 100 / B_2$ где:

B_1 - биомасса погибшего зоопланктона (мг/м^3);

B_2 - биомасса зоопланктона (мг/м^3) в верхнем бъефе.

Коэффициент естественной смертности зоопланктона определялся по формуле:

$K_{e.c} = B_1 x\ 100 / B_2$,

где:

B_1 - биомасса погибшего зоопланктона (мг/м^3) в пробе;

B_2 - биомасса зоопланктона (мг/м^3) в пробе.

Для точного учета живых и мертвых, нами использовался метод окрашивания проб зоопланктона анилиновым голубым (Seehersad and Grippen,1978).

Ущерб от гибели зообентоса в зоне осушения водохранилища определялся по следующей формуле

(2) $N=(B \bullet 1/K_1 \bullet K_2/100 \bullet S \bullet 10^{-6})$

где:

N - ущерб рыбопродукции, в тоннах;

B - среднее значение биомассы кормовых организмов, в г/м^2 с учетом коэффициента естественной смертности ($K_{e.c}$);

K_1 - кормовой коэффициент для перевода кормовых организмов в рыбопродукцию;

K_2 - показатель предельно возможного использования кормовой базы;

S - площадь зоны осушения (м^2);

10^{-6} - множитель для перевода граммов в тонны.

Гибель бентосных организмов в результате осушения части ложа водохранилища отмечается после окончания вегетационного периода, т.е. отсутствия у них роста. По этой причине в расчетах не использовалось значение P/B коэффициента.

Расчет ущерба рыбным запасам от колебания уровеного режима (обсыхание нерестилищ) в Куйбышевском водохранилище рассчитан по следующей формуле:

(3) $N= P_0 \cdot S \cdot q \cdot 10^{-3}$

где:

N - ущерб в тоннах;

P_0 - промысловая продуктивность по тем видам рыб, икра которых обсыхает на нерестилищах (кг/га);

S - площадь нерестилищ, утрачивающих рыбохозяйственное значение, в га;

q - поправочный коэффициент на разнокачественность нерестовых площадей;

10^{-3} – множитель для перевода килограммов в тонны.

Разрешите нам не останавливаться на особенностях отбора проб гидробиологического материала для расчета ущерба водным биологическим ресурсам. Следует отметить, что многолетние данные по средним значениям численности и биомасса гидробионтов (фитопланктона, зоопланктона и макрозообентоса) при таких расчетах использовать недопустимо.

Несмотря на простоту математических вычислений величины ущерба, имеются определенные трудности в получение объективных данных. В первую очередь это относится к использованию такого важного значения, как показатель предельно возможного использования кормовой базы K_2. По данным одних авторов (Яковлева,1978; Отчет Татарского отделения ГосНИОРХ, 2005) продукция фитопланктона и зоопланктона используется рыбами недостаточно, других (Лаврентьева и др., 2001) - степень использования продукции зоопланктона превышает допустимую норму (60%), резервы пищи для рыб планктофагов отсутствуют. В тоже время все авторы (Яковлева, 1978; Лаврентьева и др., 2001; Отчет Татарского отделения ГосНИОРХ, 2005) продукция мягкого бентоса используется на 60-80%.[3]

[3] Не обсуждая проблему эффективности использования кормовой базы Куйбышевского водохранилища и принимая во внимание, что при нормальном уровенном режиме появляются многочисленные поколения рыб, которые характеризуются замедленны темпом роста, возникает один любопытный вопрос: что будет с запасами рыб, если каждый год уровенный режим будет оптимальным? Чем будут питаться рыбы? Может быть, в оценке использование кормовых ресурсов допущены серьезные просчеты?

Некоторые результаты проведенных нами исследований по расчету ущерба водным биологическим ресурсам выглядят следующим образом.

1. Гибели фитопланктона[4] при прохождении турбин ГЭС (Куйбышевская относится к низконапорным) нами не наблюдалась, разрушались лишь колониальные формы на отдельные клетки. Следует отметить, что на расстоянии 60-70 км от плотины отмечалась вспышка численности колониальных форм фитопланктона. Вполне вероятно, что причиной послужило массовое превращение одиночных клеток в колонии. Трудно пока оценить положительное или отрицательное влияние ГЭС на фитопланктон.

2. Ущерб рыбной продукции от гибели зоопланктона при прохождении через турбины составлял 291,88 т. По данным Татарского отделения ГосНИОРХ (2005) продукция зоопланктона Куйбышевского водохранилища используется рыбами недостаточно, имеется резерв, который позволяет получать 23126 тонн рыбной продукции. В данном случае, ущерб рыбной продукции от гибели зоопланктона при прохождении через турбины ГЭС в **79,23** раза (23126 т : 291,88 т), чем его резерв во всем водохранилище.

3. В результате зимней сработки уровня воды (на 3,6 м за последние годы) ущерб рыбной продукции от гибели «жесткого» бентоса составил 81,44 т, «мягкого» - 146,34 т, всего - 227,79 т., что в **6,93** раза ниже, чем его резерв в водохранилище.

4. Из-за колебания уровня воды в период нереста рыб[5], ущерб составил 277,4 тонны. Следует отметить, что даже при уровне НПУ 53,0 м из-за ветровых явлений возможны колебания уровня в 0,5 м, что приводит в обсыханию части нерестилищ в отдельных акваториях водоема. Уровень будет держаться постоянным, но обсыхание икры возможно! техногенный водоем!

Несмотря на то, что через турбины ОАО «Жигулевская ГЭС» осуществляется их скат рыб, нами гибель зафиксирована только у тюльки, которая имела явные травмы от прохождения через турбины:

- отсутствие 1-го или 2-х глаз (обнаружено у 22% особей);
- сплющивание головы (обнаружено у 13% особей);
- разрыв челюстей (обнаружено у 20% особей);
- разрыв спинного плавника (обнаружено у 45% особей).

Нами интенсивность ската определялась косвенным путем: производился учет количества чаек совершающих на 1 час определенное число удачных попыток, т.е. потребления на воде травмированной или оглушенной рыбы. При этом надо отметить, что чайки активно потребляют рыбу на протяжении не только всего светового дня, но осенью и в вечернее время, так как зона ската имеет береговое освещение.

Проведенные нами наблюдения за активностью чаек (табл.4), которые потребляют травмированную или оглушенную рыбу, позволяют отметить:

1. Активный скат рыб через турбины ГЭС продолжается с 1 декады июля до 2 декады декабря.

2. Интенсивность ската резко отличается в отдельные периоды:

- в 2004 г. максимум ската отмечался во 2-ой и 3-ей декаде сентября, за 1 час чайки совершали 4710 удачных попыток (т.е. потребляли оглушенную или травмированную молодь);
- на протяжении летне-зимнего периода (июль-декабрь) интенсивность ската неодинакова, отмечается как увеличение, так и спад активности ската;
- минимальная интенсивность ската наблюдалась в 1-ой и 2-ой декаде декабря - 55 удачных попыток в час.

[4] В настоящее время установлено, что многие водоросли относятся к гетеротрофным организмам, т.е. для своего питания они используют готовые питательные вещества и по этому не могут быть отнесены к фитопланктону.

5 На нерестилища в мелководной зоне (глубина от 0,2 до 1,2 м) нерестятся щука, синец, язь, сазан, отчасти лещ.

Таблица 4. Количество удачных попыток, сделанных чайками за 1 час (в период ската через рыб через турбины ОАО «Жигулевская ГЭС»)

Дата	Кол-во удачных попыток, в час
10 июля	86
18 июля	270
24 июля	802
4 августа	980
12 августа	1070
23 августа	1090
30 августа	2892
4 сентября	3120
13 сентября	**4710**
23 сентября	416
4 октября	434
15 октября	255
25 октября	**1080**
1 ноября	501
8 ноября	**1430**
15 ноября	не обнаружены
26 ноября	348
6 декабря	161
14 декабря	55
26 декабря	не обнаружены

Изучение активности чаек, совершающих удачные попытки, позволило нам установить некоторые особенности распределения скатившихся рыб в акватории водотока (рис. 1, 2, 3). Как видно из этих рисунков, распределение скатившихся рыб значительно отличается и не может быть обусловлена работой отдельных агрегатов ГЭС.

Именно это обстоятельство и ряд других не позволил определить ущерб, вызванной гибелью рыб при скате.

Это обусловлено рядом причин:

1. При ширине акватории более 800 м и резких отличиях в распределении скатившихся рыб (рис. 1,2,3), как правильно определить место постановки орудий лова.

2. Какие орудия лова возможно использовать для этих целей? Применение каких-либо стандартных ловушек является мало эффективным, их трудно устанавливать при существующей скорости течения.

При использование пелагического трала, у рыб в результате контакта с сетным полотном могут быть обнаружены различного рода травмы, которые не связаны с прохождением через турбины, но они не совместимы с жизнью особей.

3. Даже в случае отлова травмированных рыб при помощи каких-либо ловушек или тралов, необходимо проведение специальных натурных наблюдений за их выживаемостью. Необходимо разработать специальную шкалу, которая будет учитывать ту или иную травму (нарушения в морфологии, анатомии) с их выживаемостью. Данная шкала оценки травматизма рыб должна быть утверждена соответствующими Государственными органами.

Следовательно, в настоящее время стандартными орудиями лова не возможно провести расчет ущерба от ската рыб через турбины ГЭС.

Первый опыт определения ущерба водным биологическим ресурсам от работы ГЭС в современных условиях выявил много проблем методического характера, которые требуют своего решения в самое ближайшее время. Только объединенными усилиями ряда научных учреждений можно ускорить разработку методики подсчета ущерба от работы ГЭС.

Для того, чтобы реально оценить влияние ГЭС на водные биологические ресурсы водохранилищ Волжско-Камского каскада, срочно требуется возрождение комплексных гидробиологических и ихтиологических исследований, так как структура рыбного сообщества водохранилищ и кормовых объектов за последнее десятилетие подвергается определенным изменениям.

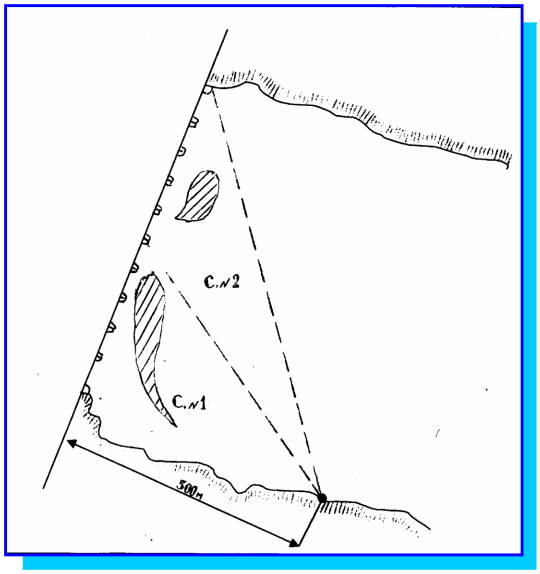


Рис. 1. Распределение чаек 13 сентября 2005 г. в 10 ч.

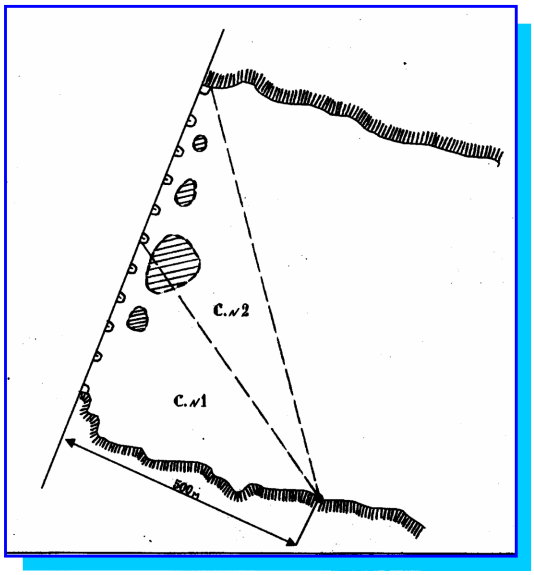


Рис. 2. Распределение чаек 13 сентября 2005 г. в 15 ч.

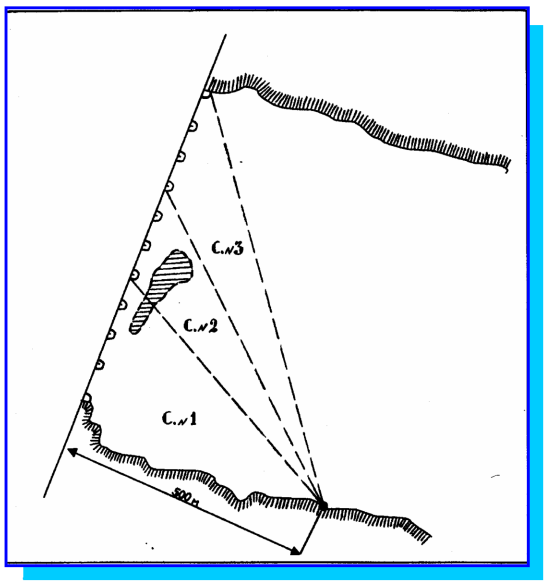


Рис. 3. Распределение чаек 13 сентября 2005 г. в 19 ч.

ЛИТЕРАТУРА

Болотов В.Г., Фатхулин Ш.Г. О некоторых результатах исследования любительского рыболовства на Средней Волге // Рыболовство и рыбоводства. 1972. № 6. - С.18-19.

Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах. - М., 1989. - 61 с.

Дзюбан Н.А., Дзюбан М.Н. Зоопланктон Волги до образования каскада водохранилищ // В кн.: Биологические и продукционные процессы в бассейне Волги. Л., 1976. - С. 82-89.

Евланов И.А., Минеев А.К. Ихтиологические исследования на Средней и Нижней Волге: состояние и перспективы // Известия Самарского НЦ РАН, 2005. Спец. выпуск «Актуальные проблемы экологии». №4. - С. 298-301.

Жадин В.И. Донная фауна Волги от Свияги до Жигулей и ее возможные изменения // Тр. ЗИН АН СССР, 1948. Т.8. №3. - С.413-466.

Кальниболоцкий А.А. Акклиматизация кормовых беспозвоночных - важный источник повышения эффективности рыбного хозяйства на внутренних водо-

емах // Рыбное хозяйство. 1971. №1. - С. 19-21.

Конобеева В.К. Критические ситуации в сукционных процессах в водных экосистемах: Автореф. дис…. докт. биол. наук. -М., 1996. - 36 с.

Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированности стока реки. Казань: Изд-во КГУ, 1978. - 166 с.

Кудерский Л.А. О рыбных ресурсах водохранилищ Волжско-Камского каскада // Известия ГосНИОРХ, 1974а. Т. 95. - С. 92-102.

Кудерский Л.А. Биологические основы повышения рыбопродуктивности Куйбышевского водохранилища // Известия ГосНИОРХ, 1974б. Т.95. - С. 103-113.

Лаврентьева Г.М., Мицкевич О.И., Огородникова В.А., Суслопарова О.Н., Терешенкова Т.В. Характеристика гидробиологического режима каскада Волжских водохранилищ за последние 20 лет //Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных экосистем: проблемы и перспективы гидробиологии и ихтиологии в XXI веке. Саратов: Изд-во Саратовского гос.университета, 2001. - С. 94-97.

Лукин А.В. Наблюдения над состоянием запасов осетровых в Средней Волге после заморов 1939-1942 гг.// Труды Татарского отд. ВНИОРХ. 1948. Вып.4. - С. 3-30.

Лукин А.В. Куйбышевское водохранилище // Известия ГосНИОРХ, 1975. Т. 102. - 105-117.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Первые стадии формирования бентоса Куйбышевского водохранилища // Тр. ИН-та биол.водохр., 1959. Вып.1(4). -С.118-138.

Неговская И.Т. Проектная, фактическая и потенциальная рыбопродуктивность водохранилищ // Сборник науч. тр. ГосНИОРХ, 1986. Вып. 242. - С. 4-26.

Отчет о научно-исследовательской работе: «Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать прогнозу ОДУ и определить объемы производства товарной рыбы в 2006 г. в пресноводных водоемах зоны ответственности ФГНУ ГосНИОРХ» Куйбышевское водохранилище (этап №2). биологическое обоснование на 2006 г по основным объектам промысла и рыбоводства. ФГНУ ГосНИОРХ. Татарское отделение. Казань, 2005. - 84 с.

Правило использования водных ресурсов Куйбышевского водохранилища на р. Волга (проект). М., 2003. - 29 с.

Паутова В.Н., Номоконова В.И. Продуктивность фитопланктона Куйбышевского водохранилища. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1994. - 188 с.

Пидгайко М.Л. Биологическая продуктивность водохранилищ Волжского каскада // Известия ГосНИОРХ, 1978. Т. 138. - С. 45-59.

Примайченко А.Д. Фитопланктон Волги от Ярославля до Волгограда в первые годы после сооружения Горьковской и Куйбышевской плотин // Растительность волжских водохранилищ. - М. - Л.: Наука, 1966. - С. 33-35.

Розенберг Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: Кассандра, 2009. - 478 с.

Тимохина А.Ф. Зоопланктон как компонент экосистемы Куйбышевского водохранилища. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. - 192 с.

Яковлева А.Н. Кормовые ресурсы и рыбопродуктивность волжских водохранилищ // Известия ГосНИОРХ, 1978. Т. 138. - С. 60-82.

Seepersad B., Grippern R.W. Use of aniline blue for distinguishing between live and dead freshwater zooplankton // J. Fish/ Res. Board. Can., 1978. Vol.35. №10. - P. 1363-1366.

Пути учета требований рыбного хозяйства к режиму использования водных ресурсов водохранилищ комплексного назначения

А.Ю.Александровский (МЭИ)

Требования водопользователей к режиму использования водных ресурсов водохранилищ регламентируются соответствующими «Правил использования водных ресурсов водохранилищ»». В составе «Правил…» разрабатываются диспетчерские графики, задача которых дать конкретные рекомендации по назначению режима работы сооружений в зависимости от запаса воды в водохранилище на момент принятия решения. Организации, эксплуатирующие гидроэнергетические и гидротехнические сооружения на водохранилищах и других водоемах, обязаны обеспечить режим наполнения и сработки водохранилищ, соблюдая потребности рыбного хозяйства на участках рек и водохранилищ, имеющих значение для сохранения и воспроизводства рыбных ресурсов.

Диспетчерские графики регламентируют среднеинтервальные (среднемесячные или среднедекадные) показатели режима. Такими показателями приняты среднеинтервальные расходы в нижний бъеф гидроузла или среднеинтервальные мощности ГЭС (при наличии в составе гидроузла гидроэлектростанции).

Характеристики динамики изменения уровня воды в водохранилище (скорости повышения или снижения уровня) в расчетном интервале времени в графиках не оговариваются. Такое положение приводит к несогласованности, а иногда и к противоречию требований по водо- или энергоотдаче водохранилища в зоне диспетчерского графика с одной стороны и скорости сработки водохранилищ необходимой для обеспечения этой отдачи с другой. Эта ситуация характерна при учете требований к режиму эксплуатации водохранилища в интересах рыбного хозяйства.

Характеристика суточных режимов работы водохранилища приводится в текстовой части «Правил», в виде пояснений, как правило, ограничивающих те или иные характеристики суточного режима уровней водохранилища и нижнего бъефа гидроузла, а также размера сбросных расходов в нижний бъеф.

Используемые в водохозяйственных расчетах имитационные водобалансовые модели не позволяют учитывать динамику изменения уровня воды в водохранилищах и, как следствие, эти требования по факту не учитываются, хотя и влияют на гарантированную водо- и энергоотдачу водохранилищ.

Для оперативного ведения суточных режимов работы водохранилищ по всем крупным бассейнам рек в составе бассейновых водных управлений созданы «Межведомственные оперативные группы». Задача данных групп сводится к назначению хода уровней водохранилищ и

размера сбросного расхода воды в нижний бъеф гидроузла, обеспечивающего компромиссный режим работы водохранилищ. Заблаговременность принятия решения ограничивается продолжительностью расчетного интервала времени – от одной декады в период половодья до одного месяца в меженную часть года. Следует иметь ввиду, что требования к ходу уровней (скорости сработки и наполнения) водохранилищ отдельных водопользователей, как правило, не согласуются между собой.

Гидроэнергетика заинтересована в значительной суточной неравномерности режима выдачи мощности и суточных расходов через турбины ГЭС, что крайне нежелательно для водного транспорта и рыбного хозяйства. Требования рыбного хозяйства к ходу уровней воды в водохранилищах не согласуется с требованиями рыбного хозяйства к режиму сбросных расходов в нижний бъеф, необходимых для затопления нерестилищ в устьевой части рек. Эти требования, например для Нижней Волги, не могут быть удовлетворены за счет водных ресурсов Волгоградского водохранилища. Требуется привлечение водных ресурсов Волжского водохранилища, а в крайне маловодные годы, возможно, и водных ресурсов всего Волжско-Камского бассейна.

Одним из основных факторов, лимитирующих численность популяций рыб в водоеме, является эффективность воспроизводства, которая, в первую очередь, определяется сохранением оптимальных условий развития икры на нерестилищах, выживаемостью личинок и молоди. Для водохранилищ характерна зависимость эффективности воспроизводства рыб и флуктуации численности популяций от гидрологических условий в период нереста, инкубации икры и развития молоди. В этот период нежелательно сработка водохранилищ, приводящая к осушению нерестилищ и гибели икры.

В работе (1) на примере Ковдинского каскада водохранилищ на реке Ковда выполнены расчеты по оценке влияния учета требований рыбного хозяйства к режиму уровней водохранилищ на энергетические показатели работы ГЭС каскада. Оценка энергетических потерь от учета требований рыбного хозяйства проводилась по гарантированной мощности каскада ГЭС, среднемноголетней годовой выработки электроэнергии гидроэлектростанций каскада и среднемноголетнему объему холостых сбросов воды в нижний бъеф гидроузлов приведена ниже.

	Nгар.,МВт	Эо, млн..кВтч	Wх.сбр.,млн.м^3
Энергетический вариант	223	1775	433.6
Рыбохозяйственный вариант	154	1683	1349.0

Результаты водноэнергетических расчетов работы ГЭС при учете требований рыбного хозяйства к изменению уровней водохранилищ. Nгар – гарантированная зимняя мощность ГЭС; Эо – среднемноголетняя годовая выработка электроэнергии; Wх.сбр.- среднемноголетний годовой объем холостых сбросов.

Приведенные результаты расчетов показывают, что учет требования рыбного хозяйства к режиму работы водохранилищ оказывает существенное влияние на энергетические показатели ГЭС. Снижение гарантированной мощности каскада ГЭС составляет 70 мВт, или 31.2%, и снижение среднемноголетней годовой выработки электроэнергии – 92 млн. кВтч, или 5.2%

Для учета ограничений по ходу уровня водохранилищ и снятия противоречий в диспетчерских графиках предлагается требования по водоотдаче водохранилища в каждой зоне диспетчерского графика формулировать в виде диапазона значений, учитывающего ограничения по скорости сработки водохранилища. Первое значение принимается по действующим диспетчерским

графикам, а второе показывает допустимое снижение водоотдачи для удовлетворения требований рыбного хозяйства.

Окончательный выбор варианта диспетчерских графиков требует технико-экономического обоснования, для чего необходимо оценить экономические последствия нарушения сформулированных рыбохозяйственных требований (потери рыбопродуктивности), сопоставив их с экономическими последствиями снижения энергетических показателей ГЭС.

Выводы:

1. Для каждого водохранилища, имеющего рыбохозяйственное значение и для каскадов гидроузлов в целом необходимо разработать интегральные (для всех видов рыб) требования к динамике изменения уровня воды в период нереста рыб, период летне-осенней и зимней сработки водохранилищ. Эти требования должны зависеть от времени года, запаса воды в водохранилище и от размера притока воды в водохранилище в данный момент времени.

2. Для оценки водохозяйственных возможностей водохранилищ каскадов для обеспечения требований рыбного хозяйства к режиму навигационных попусков на Нижней Волги необходимо разработка правил совместного использования водных ресурсов всех водохранилищ Волжско-Камского каскада.

3. Необходимо включить в расчетные модели функционирования каскадов требования к скорости сработки и наполнения водохранилищ, что позволит приблизить проектные расчеты к условиям эксплуатации.

4. Предлагается уточнить вид диспетчерских графиков работы водохранилищ путем представления в каждой зоне диспетчерского графика диапазона изменения водо или энергоотдачи учитывающих требования рыбного хозяйства.

Литература

1. Мурашов А.В., Дубинина В.Г., Александровский А.Ю. Требования рыбного хозяйства и их учет при разработке правил использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС. Жур. «Гидротехническое строительство», №12 2009г. с.28-32.

К вопросу о массовой гибели рыб на агрегатах Днестровской ГЭС (Днестровское водохранилище, Украина): определение наиболее вероятных причин

А.И. Худый
Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
khudij@email.ua khudij_oles@ukrpost.ua

В 80-х годах прошлого века значительная часть среднего течения реки Днестр была преобразована в Днестровское водохранилище. Его заполнение началось осенью 1981 года, а весной 1987 г. уровень воды достиг проектной отметки, при которой площадь водного зеркала составила 142 км^2, объем воды в водохранилище – 3 км^3 (полезный – 2 км^3). Поскольку форма водоема в плане полностью сохраняет очертания долины реки, водохранилище относится к каньонному типу: при длине 204 км, средняя ширина водохранилища составила 0,8 км, средняя глубина – 21,0 м, максимальная – 54 м [2].

Перепад высот между верхним и нижним бьефами составил 46,8-57 м (рис. 1).

С 1991 г. в Днестровском водохранилище начато промысловое освоение рыбных запасов. Основу промысла составили такие виды как лещ, плотва, судак, карп, сом. Уровень развития фито- и зоопланктона в водохранилище и недоиспользование его кормового потенциала аборигенными видами оправдывает целесообразность зарыбления Днестровского водохранилища белым и пестрым толстолобиками. Такие работы проводились неоднократно, последние датируются 2004 годом.

В ночь с 17 на 18 апреля 2008 г. во время планового сброса воды через агрегаты Днестровской ГЭС-1 с верхнего бьефа водохранилища в нижний прошла миграция рыбы, значительное количество которой погибло. По расчетам органов рыбоохраны погибло 96 тыс. особей толстолобика и около 8 тыс. особей судака общей массой около 500 тонн. Масса погибших особей колебались от 2 кг и до 10 кг [3].

В следующем году ситуация повторилась в еще больших объемах – 27 марта 2009 г. вследствие атипичной миграции погибло около 3 тыс. тонн (опять же по расчетам рыбинспекции) толстолобика, средняя масса особей которого 8,6 кг.

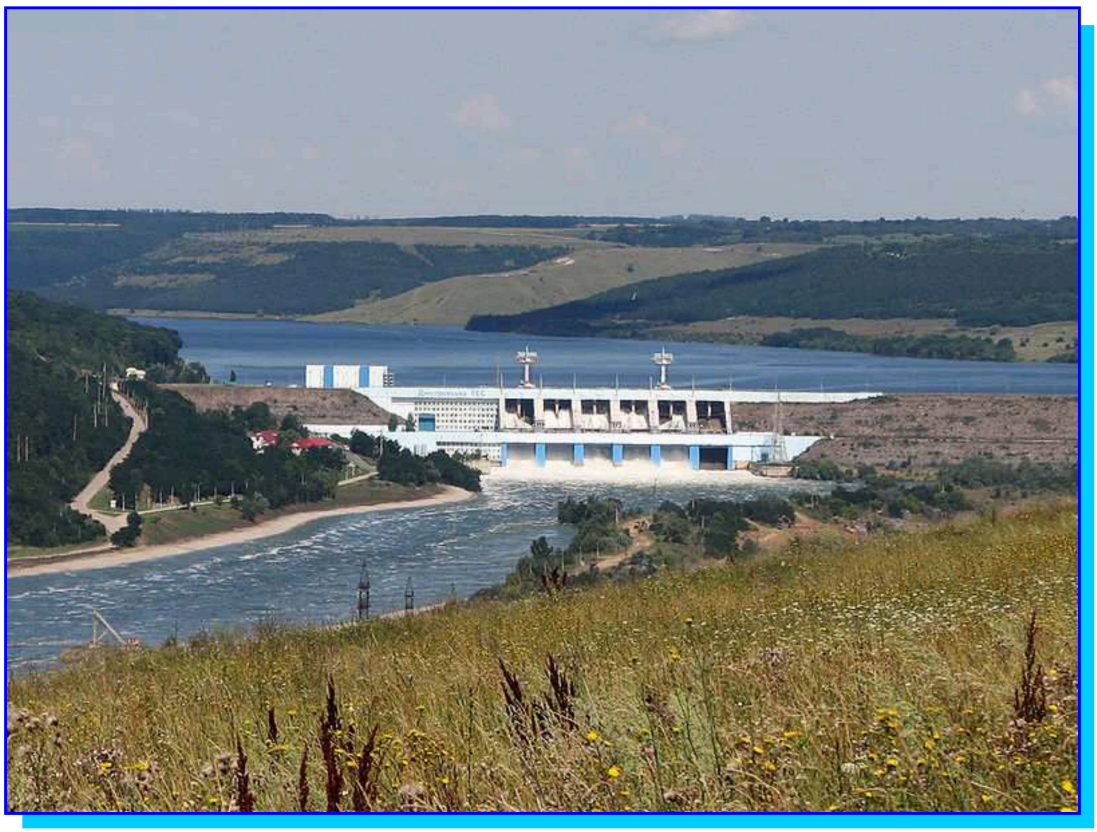


Рис. 1. Плотина Днестровской ГЭС-1



Рис. 2. Погибшие вследствие прохождения через гидроагрегаты Днестровской ГЭС-1 особи белого толстолобика.

В обоих случаях рыба погибла по причине контакта с лопастями турбин, а не кавитации, о чем свидетельствуют следы на погибших особях (рис.2).

Следует отметить, что, по словам очевидцев, рыба за несколько дней до гибели начала скатываться из расположенных выше по течению участков водохранилища и концентрироваться вблизи плотины. При этом у особей отмечалась некоторая пассивность в поведении.

Стандартные гидрохимические показатели качества воды (по данным санэпидемстанции) ни в дни гибели рыбы, ни в предшествующие дни не превышали норму. По данным ветеринарной инспекции у погибшей рыбы не обнаружено серьезных патологий или инвазий.

Указанные выше обстоятельства позволили нам выдвинуть и вынести на всеобщее обсуждение ряд вероятных причин случившегося.

Причина 1. Замор вследствие кислородного голодания. Предварительные исследования засвидетельствовали некоторое повышение уровня метгемоглобина в крови белого толстолобика в зимний период 2010 года. Повышение данного показателя вызывается интенсификацией анаэробных процессов при гипоксии. Однако, в исследуемый период толщина ледового покрова местами достигает 40 см, а гибель рыбы происходила не в зимний, а весенний период, когда льда уже не было.

Причина 2. Течение, вызванное сбросом воды, спровоцировало нерестовый ход. В бассейне Амура (природной среде обитания белого толстолобика) начало нерестовой миграции совпадает с весенним паводком. В Украине созревание гонад белого толстолобика неоднократно отмечается в низовьях Дуная и водохранилищах Днепровского каскада, правда, наблюдаются эти явления несколько позже – в июне-июле. Следует отметить, что протяженность путей нерестовых миграций достигает 120 км, то есть сам нерест и начало нерестовой миграции могут быть существенно разделены во времени. Как уже отмечалось, последнее зарыбление толстолобиком проводилось в 2004 г., с 2005 года на водохранилище введен мораторий на рыбный промысел, вследствие чего толстолобик не вылавливался, что, возможно, привело к достижению половой зрелости особей и провоцировало у них преднерестовое поведение.

Причина 3. Истощенная за зиму рыба не может противостоять течению и вследствие высокого притока воды в водоем во время весеннего паводка сносится к плотине. Возникает вопрос, почему возле плотины скапливается именно толстолобик, а не другие виды. Возможным объяснением может служить тот факт, что зимы 2008-2009 годов были относительно теплыми и не способствовали залеганию рыбы на зимовку. Рыба активно искала пищу, в то время как температура воды оставалась недостаточной для развития планктона, что и привело к истощению особей к весне.

Причина 4. Эндогенные отравления токсинами сине-зеленых водорослей, накопленными в жировой ткани в период поздней осени. Сине-зеленые завершают вегетацию одними из последних, поэтому они составляют основу рациона толстолобика перед зимовкой. В ранневесенний период возрастает активность рыб, но кормовая база остается бедной. Это стимулирует интенсификацию потребления запасенного осенью жира.

Причина 5. Локальная сейсмическая активность может сопровождаться выделением метана, сероводорода или других веществ [1], которые негативно влияют на организм рыб, особенно в послезимовальный период. Сам же выход газов может быть краткосрочным и иметь локальный характер, в силу этого такие явления не регистрируются при гидрохимическом анализе. Как известно, метан не только снижает концентрацию кислорода в воде, вызывая тем самым гипоксию, а и наркотически действует на организм рыб.

Учитывая вышеизложенные соображения можно выделить две основные проблемы: скопление рыбы в приплотинном участке и миграция рыбы не против течения, а по течению, что приводит к ее гибели на лопастях гидроагрегатов.

Однако, не выясненным на данный момент остается вопрос – являются ли указанные явления простым стечением обстоятельств или они взаимосвязаны и вытекают одно из другого.

Люшвин П.В. Причины резких сокращений биомасс зообентоса и их последствия // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 65-69.

Сиренко Л.А., Евтушенко М.Ю., Комаровский Ф.Я. и др. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов. – К.: Наук. думка, 1992. – 356 с.

Худий О.І. Актуальні проблеми іхтіоценозу Дністровського водосховища // Тези І Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології» (18-21 вересня 2008 р., Канів) – Канів, 2008. – С. 152-155.

Экологические проблемы изменения структуры ихтиофауны Цимлянского водохранилища.

Яковлев С.В., Долидзе Ю.Б.
Волгоградское отделение ФГНУ ГосНИОРХ

Цимлянское водохранилище создано в 1952—1953 гг. на р. Дон при сооружении Цимлянской ГЭС в Волгоградской и Ростовской областях для получения электроэнергии, ирригации, судоходства, водоснабжения городов и промышленных предприятий, развития рыбного хозяйства. Площадь водосбора в створе гидроузла равна 255 000 км2, средний годовой сток'—22 300 млн. м3, за половодье—15 100 млн. м3. В многоводные годы сток равен 44 400 млн. м3, в маловодные — 9500 млн. м3.

При НПУ 36,0 м площадь водохранилища - 270 тыс. га, при минимальном уровне (в предпаводковый период — 188,5 тыс.га.). Уровень срабатывается в основном в осенне-зимний период на глубину 5—6 м для энергетических целей, в летний период — для транспортных. Высокий уровень наблюдается с апреля до июля. В маловодные годы водохранилище не наполняется до проектной отметки на 3—4 м.

Цимлянское водохранилище по величине уловов и ценности видового состава промыслового ихтиокомплекса является крупнейшим среди аналогичных рыбохозяйственных водоемов России. Так, за всю пятидесятилетнюю историю его существования на рыбоприемные пункты было всего сдано почти полмиллиона тонн рыбы, в том числе леща – 181 тыс. т, судака и синца – по 38 тыс. т, берша – 30 тыс. т, чехони – 21 тыс. т, сазана – 9,6 тыс. т. Максимальный вылов был достигнут в 1989 г. (16 тыс. т), после чего началось неуклонное снижение объемов рыбодобычи, которые в последнее десятилетие составляют в среднем 7380 т в год при колебаниях 6200-8800 т. Подобные многолетние тенденции снижения запасов промысловых рыб отмечаются и во всех других водохранилищах нашей страны, но и в этой ситуации Цимлянское водохранилище в настоящее время по-прежнему сохраняет лидерство по величине уловов.

Снижение рыбных запасов Цимлянского водохранилища и соответственно объемов вылова рыбы в современный период имеет объективные и субъективные причины. Первые связаны с протеканием естественных природных процессов, вторые обусловлены хозяйственной деятельностью человека.

Ключевой проблемой современного состояния Цимлянского водохранилища, как важного рыбохозяйственного водоема, является снижение запасов ценных промысловых рыб, вызванное прогрессирующим ухудшением условий их естественного воспроизводства, что связано с тотальным зарастанием нерестилищ тех видов, которые непосредст-

венно размножаются в водохранилище (лещ, синец, судак, берш, сазан, сом). Сокращение нерестовых площадей приняло столь мощный характер, что в последние годы обозначилась тенденция снижения численности даже для малоценных промысловых видов (плотва, густера, карась). Условия естественного воспроизводства рыб, которые нагуливаются в Цимлянском водохранилище, а на размножение идут в реку Дон, намного лучше, поскольку последствия зарегулирования в малой степени коснулись речной системы Донского бассейна (чехонь, рыбец, вырезуб). В связи с этим гидротехническая мелиорация, о которой много говорится, но ничего не делается, может стать если не панацеей от бед Цимлянского водохранилище, то, по крайней мере, существенным элементом оздоровления экологической ситуации наряду с биологической мелиорацией (зарыблением водоема белым амуром).

Основные причины ухудшения условий естественного воспроизводства, принявшие в последнее время прогрессирующий характер, сводятся к следующему:

1. Заиление и зарастание нерестовых угодий жесткой водной растительностью, особенно верхних участков балок и заливов, где создаются наиболее благоприятные условия для размножения.

2. Потеря значения глубоководных нерестовых субстратов в размножении рыб в связи с их заилением.

3. Интенсивное «цветение» синезеленых водорослей.

4. Нарастание конусов выноса взвешенных частиц в устьевых участках боковых притоках Цимлянского водохранилища и сплошное зарастание их водной растительностью, которое не дает возможности производителям рыб пройти на нерест в речные участки.

5. Отчленение балок и заливов от материнского водоема в результате миграции берегового материала и закрытия подхода к нерестилищам.

6. Нарушение режима регулирования подъема и спада воды в период весеннего половодья руководством Цимлянской плотиной. В настоящее время в интересах судоходства, среди которого резко возросла доля нефтеналивных судов, поддерживается высокий уровень воды в течение всего летнего периода. Это нарушает природные ритмы сезонной динамики уровенного режима, когда полая вода заполняет нерестовые угодья, а затем спадает, вынося продукты деструкции органического вещества и формируя осушаемую зону, зарастаемую луговой растительностью, которая служит для размножения фитофильных видов в следующем году. Поддержание высокого уровня воды в течение лета, кроме того, способствует развитию застойных явлений на нерестилищах, их заболачиванию и ухудшению санитарных условий для размножения рыб.

7. Браконьерский лов, который путем применения запрещенных Правилами рыболовства мелкоячейных сетей (с шагом ячеи 40 мм и меньше) подрывает запасы будущих производителей.

8. Чрезвычайно широкое распространение бакланов. По предварительным подсчетам эти рыбоядные птицы ежегодно выедают на Цимлянском водохранилище около тысячи тонн рыбы.

9. Являясь частью Волго-Донского водного пути, на водохранилище интенсивно развито судоходство. Большую часть из них составляют нефтеналивные суда, сливающие в водоем морскую воду с нефтепродуктами и невольно приносящие сюда нежелательные морские виды животных и растений.

На фоне ухудшения условий естественного воспроизводства рыб, вызванного влиянием природных факторов, накладывается хозяйственная деятельность, а в некоторых случаях и бездействие (например, в отношении гидротехнической мелиорации), которая усиливает негативные изменения в цимлянской экосистеме и ложится тяжелым бременем на рыбные запасы. Чрезмерно высокая интенсивность промысла (с учетом браконьерского лова), высокий уровень неофициальной реализации рыбы профессиональными рыбаками, в результате которой объемы изъятия водных ресурсов превышают допустимые, ведет к подрыву всей сырьевой базы водохранилища. Наметившийся сейчас спад рыбного промысла в полной мере проявится уже в ближайшем будущем, если не предпринять срочных мер,

на осуществление которых нужна господдержка. Проведение необходимых мероприятий только за счет рыбодобывающих организаций не приведет к желаемому результату. Здесь нужны капитальные затраты.

Комплекс мероприятий и предложений, представляющих собой программу дальнейшего ведения рыбного хозяйства, практическое осуществление которой совместно со всеми заинтересованными административными и хозяйственными структурами Ростовской области призвано нейтрализовать негативные тенденции в развитии водных сообществ и повысить рыбопродуктивность Цимлянского водохранилища. Базовый тезис, лежащий в основе этой программы, заключается в сохранении традиционного ценного состава ихтиофауны и обогащении его новыми высокопродуктивными видами. Проведение этой работы в современных экономических условиях затруднено ограниченностью финансовых средств, в связи с чем не приходится ожидать быстрых результатов, тем не менее, несмотря на трудности, первоочередной задачей является координация усилий всех заинтересованных сторон и поиск дополнительных источников финансирования. При осуществлении предлагаемых мероприятий следует выделить два главных направления: экологическое и промысловое.

Экологическое направление включает следующие мероприятия:

1. Гидротехническая мелиорация.
2. Биологическая мелиорация.
3. Искусственное воспроизводстве редких и исчезающих ценных видов.
4. Организация пастбищного рыбоводства.
5. Регулирование стока воды через плотину Цимлянской ГЭС в интересах рыбного хозяйства Цимлянского водохранилища.

Промысловое направление складывается из следующих мероприятий:

1. Перестройка структуры (реорганизация) промысла.
2. Совершенствование организации (упорядочение) промысла.
3. Разработка новых Правил рыболовства.
4. Введение охранного и щадящего режима рыболовства в Верхнем плесе Цимлянского водохранилища.

1. Гидротехническая мелиорация.

Геологическое строение Приплотинного плеса характеризуется наличием значительного количества обширных балок и оврагов, впадающих в водохранилище и служащих местами размножения рыб. Основным процессом формирования берегов в устьях таких балок и оврагов является образование пляжей и накопление наносов по всей ширине береговой отмели. Отлагаясь в устьевых участках балок, наносы отчленяют их от водохранилища. Основная масса материала поступает как за счет местного размыва и переотложения наносов, так и в результате вдольбереговой миграции из других участков береговой полосы. Описанные процессы характерны для всех крупных балок Приплотинного плеса - Кривской, Жуковской, Терновской и Калининской. Все они имеют важное значение в воспроизводстве рыб, поэтому их полное отчленение от водоема грозит потерей значительной части нерестовых угодий. Благодаря большим изначальным глубинам перемычки в устьях этих балок еще не достигли тех высот, при которых они превращаются в изолированные водоемы, тем не менее в будущем в ходе переформирования берегов может произойти полное отчленение балок от основного водоема. Уже сейчас имеется пример, подтверждающий неизбежность этого процесса, – Соленовская балка. Вследствие малой глубины вход в нее уже полностью отчленился от водохранилища при отметке уровня 34,0 м и, как показали наблюдения, производители основных видов рыб не могут использовать нерестилища, расположенные в этой балке. Вход в балку для производителей затруднен и при более высоком уровне воды вследствие полного зарас-

тания образовавшейся перемычки жесткой водной растительностью.

Одновременно с переформированием береговой линии протекали широкомасштабные процессы накопления осадков по всей акватории водохранилища. В Приплотинном плесе постоянно действуют три источника осадконакопления: 1 - продукты разрушения береговых пород (осадконакопление абразионного типа), 2 - деструкция живого органического вещества водной толщи, и 3 - твердый сток притоков (осадконакопление эрозионного типа) из которых два первых источника являются наиболее мощными по силе воздействия на состояние природной среды.

В результате разрушения крутых береговых склонов абразионный материал поступает в водоем. Часть его, состоящая из тяжелых, в основном песчаных, частиц, откладывается на прибрежной отмели, а другая поступает в глубоководную зону водохранилища. Благодаря тому, что суглинки, слагающие береговой обрыв, содержат в своем составе до 95-98% пылеватых и илистых частиц, даже при небольшом волнении и слабых течениях можно наблюдать движение полос мутной воды из зоны прибоя в глубоководную зону или вдоль берега. Как правило, направление движения таких полос совпадает с направлением ветра. Описанный путь поступления продуктов абразии берегов приводит, в конечном итоге, к кумуляции иловых отложений в глубоководных участках плеса и заполнению ими донных впадин и углублений. Масштабы переработки берегов очень велики – так в районе ст. Хорошевской объем разрушений за сорок пять лет составил 700 м в кубе породы на один погонный метр береговой линии, а прогнозные показатели за 100, 200 лет и на конечной стадии оцениваются соответственно в 1485 м в кубе, 2674 м в кубе и 29352 м в кубе. Из приведенных примеров становится ясным, что поступление в водоем продуктов абразии крутых склонов является важной составляющей мощного природного процесса заиления ложа водохранилища.

Другой крупной составляющей донных отложений являются продукты деструкции живого органического вещества водной толщи и придонного слоя. Высокие биопродукционные возможности Цимлянского водохранилища обусловливают поступление на дно водоема огромной массы не полностью разложившейся органики, которая вместе с абразионным материалом береговых пород обеспечивает кумуляцию на дне до 60 млн. куб. илов в среднем за год. Мощность слоя донных отложений изменяется как по длине водохранилища, так и в зависимости от глубины. С увеличением глубины увеличивается и слой донных отложений, поэтому в открытой части Приплотинного плеса сосредоточена основная масса донных осадков, а слой ила здесь самый мощный. В отличие от глубоководной зоны водохранилища, на Кучугурах преобладает один сильный источник заиления – разложение зарослей жесткой водной растительности, занимающих огромные площади. Гниение макрофитов способствует накоплению на дне толстого слоя иловых частиц, откладывающихся вместе с массой неразложившихся растительных остатков. Такого рода илы более всего ухудшают газовый режим воды. Зона сильного заиления, если рассматривать по поперечному разрезу водохранилища, дошла до отметки горизонта 34 м.

Другой источник осадконакопления – осаждение твердого стока притоков водохранилища, имеет небольшое локальное значение и характерен для приустьевых участков рек Цимлы и Россоши, где образуются конусы выноса этих рек.

Уменьшение глубин в результате накопления в прибрежном мелководье донных отложений способствует распространению жесткой водной растительности. В Приплотинном плесе наибольшему зарастанию подвержена внутренняя водная система Кучугур – озера, протоки, заливы с узким входом. Этот участок привлекает особое внимание, поскольку здесь расположены самые ценные нерестовые угодья фитофильных рыб. Защищенность от ветровой и волновой деятельности в сочетании с бурным развитием водной жесткой растительности приводит к повышению степени прогрева этих мест,

снижению проточности, быстрой деструкции органического вещества и усилению застойных явлений. Заиление и зарастание естественных проток превращает внутреннюю водную систему Кучугур в сеть изолированных и полуизолированных озер. Последнее не только затрудняет доступ производителей к местам размножения и скат молоди в открытую часть водохранилища, но и ослабляет водообмен между ними, в результате чего происходит усиление застойных явлений.

Накопление мощного слоя ила приводит к ухудшению качества воды. Гниение растительных остатков сопровождается возникновением заморных зон, часто совпадающих по времени с эмбриональными и ранними личиночными стадиями развития рыб. Тяжесть заморных ситуаций усугубляется выделением из донных отложений ядовитых газов.

Накопление в глубоководной части водохранилища мощного слоя осадков, в основном органического происхождения, привело к распространению мутности по всей водной толще, в результате чего произошло прогрессирующее ухудшение качества воды. Исследования последних лет свидетельствуют о повышении частоты возникновения в придонных слоях зон дефицита кислорода. При этом нужно отметить стабильное появление заморных зон в осеннее время, чего раньше никогда не наблюдалось. Достаточно нескольких безветренных дней, чтобы расходная часть кислородного стала превышать приходную. При более длительной стагнации эти процессы могут привести к полному исчезновению кислорода на обширных глубоководных участках даже в осенний период. В условиях все чаще возникающей гипоксии увеличилась периодичность появления сероводородных зон. Следует констатировать, что в Цимлянском водохранилище протекают масштабные процессы накопления в грунтах серосодержащих веществ. Деструкция огромной массы органики, отложившейся на дне за длительный промежуток времени, при возникновении кислородного дефицита сопровождается выделением сероводорода. Если раньше выделение этого газа отмечалось только летом, то сейчас и в осенний период.

Негативные последствия заиления и зарастания нерестовых угодий прибрежной мелководной полосы Цимлянского водохранилища требуют проведения неотложных мер по гидротехнической мелиорации этих участков. Однако развертывание в полном объеме подобных мероприятий на таком крупном водоеме связано с огромными финансовыми и материальными затратами. Процессы заиления и зарастания, распространяющиеся по водоему, протекают столь мощно, что их невозможно полностью остановить. В сложившейся ситуации целесообразно сосредоточиться на решении первоочередных проблем и акцентировать внимание на реконструкции только тех участков, восстановление которых даст наибольший и достаточно быстрый рыбохозяйственный эффект с точки зрения восстановления численности ценных промысловых видов. Воспроизводительный потенциал многих цимлянских нерестилищ настолько высок, что улучшение даже нескольких из них в состоянии обеспечить существенное пополнение промыслового запаса наиболее ценного ядра ихтиокомплекса. Самые продуктивные нерестовые биотопы главных промысловых видов расположены в пределах Ростовской области на Кучугурах. Основная задача заключается не столько в том, чтобы остановить заиление и зарастание, сколько в том, чтобы путем расчистки существующих и прокладки новых проток и коллекторов дать возможность для прохода производителей к местам икрометания, в большинстве случаев расположенным за почти сплошной стеной зарослей жесткой водной растительности. В этот комплекс мероприятий входит и выкашивание макрофитов, и спасение молоди и т. п.

Еще одним существенным элементом технической мелиорации является углубление проходов в балки и заливы, на которых расположены ценные нерестовые угодья. Сейчас эта проблема не стоит столь остро, как на Кучугурах, однако в будущем она может резко проявиться, поэтому ее нужно постоянно

держать в поле зрения, поскольку для всех балок и заливов характерна тенденция к отчленению от материнского водоема.

Очередность проведения мелиоративных работ определяется ценностью нерестовых угодий и степенью деградации на них условий размножения рыб. Как уже было показано выше, негативные изменения наиболее резко проявились на нерестилищах Кучугур, Соленовской и Кривской балок. Первоочередной задачей, осуществление которой следует начинать уже в ближайшее время, является углубление проток в Кулаловском заливе, относящемся к району Кучугур, и расчистка от тростника и рогоза подходов производителей к местам икрометания к системе затопленных озер, связанных протоками с этим заливом. Эту работу целесообразно возобновлять с определенной периодичностью (через несколько лет), поскольку протоки со временем вновь заиливаются. В дальнейшем аналогичные мероприятия необходимо проводить и на других участках Кучугур, в частности в Епифановском заливе и в районе 13-го промучастка, а также в Соленовской, Кривской балках и устье р. Цимлы. Другие нерестовые угодья Приплотинного плеса находятся в более благополучном состоянии, в связи с чем Кучугуры, Соленовскую, Кривскую балки и устье р. Цимлы следует считать основными местами приложения работ по гидротехнической мелиорации Приплотинного плеса в течение пяти лет.

2. Биологическая мелиорация.

Наряду с технической, биологическая мелиорация создает значительный рыбохозяйственный эффект, однако их совместное действие может не только многократно усилить этот эффект, но и привести к полному восстановлению былого благополучного состояния цимлянской экосистемы, характеризующего это время как эпоху расцвета и определяющего уникальную ценность водоема. Биологическая мелиорация заключается в искусственном воспроизводстве рыб - биологических мелиораторов, потребителей малоиспользуемых, но огромных по биомассе кормовых ресурсов – детрита, мактофитов и моллюсков (дрейссены). Волгоградское отделение ФГНУ ГосНИОРХ разработало Программу работ по искусственному воспроизводству белого амура и вырезуба с целью зарыбления Цимлянского водохранилища. Эта работа тесно связана с искусственным воспроизводством редких и исчезающих ценных видов – рыбца, шемаи и стерляди.

При рассмотрении вопроса искусственного воспроизводства рыб нужно исходить из основного стратегического направления дальнейшего ведения рыбного хозяйства на Цимлянском водохранилище: сохранения традиционного ценного видового набора рыб, которое может быть достигнуто путем оздоровления экологической обстановки, т. е. утилизации рыбами - биологическими мелиораторами огромных запасов детрита, дрейссены и вегетирующей водной растительности. Предлагаемое направление работ по сути представляет собой программу создания желательного для рыбохозяйственных нужд будущего состава ихтиофауны. Как известно, первый опыт направленного формирования рыбного населения, когда в водохранилище в первые годы после его образования пересаживались высокопродуктивные полупроходные азовские формы, получился очень успешным, о чем свидетельствует сохранение в течение сорока пяти лет самой высокой среди подобных водоемов России рыбопродуктивности. Сейчас, на повороте судьбы, в начальной стадии перехода водохранилища в водоем озерно-болотистого типа, искусственное воспроизводство рыб – биологических мелиораторов с целью выпуска в водоем следует рассматривать как продолжение, как следующий этап направленного формирования качественного иного состава ихтиофауны. Развертывание предлагаемых рыбоводных работ является ключевой проблемой, от успешного решения которой зависит будущее рыбного хозяйства на Цимлянском водохранилище.

Белый толстолобик является ценнейшим рыбопромысловым объектом. Его рациональное промысловое исполь-

зование позволит увеличить продуктивность водохранилища без подрыва кормовой базы водоема.

В результате ежегодного выпуска 20-28 млн. молоди фитофага в течение четырех десятилетий сформировалось промысловая популяция белого толстолобика. По данным официальной статистики, в последние 7 лет вылов толстолобика колебался от 0,55 до 1,1 тыс.тонн, составляя 7,7 – 16,5 % от общего объема вылова рыбы по водохранилищу, при этом рыбопродуктивность по растительноядным за этот период колебалась от 2,36 до 4,55 кг/га. Однако, как показывают многолетние исследования кормовой базы водохранилища, существующее стадо белого толстолобика не в состоянии утилизировать излишки продуцируемой в водоеме биомассы фитопланктона. В Цимлянском водохранилище в течение вегетационного периода ежегодно средняя биомасса планктонной флоры составляет 7,6 г/м3, в то время как порогом для нормальной жизнедеятельности белого толстолобика считается биомасса 2-4 г/м3. Очевидно, что значительная часть первичной продукции не осваивается рыбами и без пользы рассеивается в водоеме, ухудшая гидрохимический режим и санитарное состояние водоема. Как известно, одним из наиболее негативных последствий эвтрофицирования водохранилища является массовое развитие фитопланктона, особенно синезеленых водорослей, как доминирующего компонента в явлении «цветения». О целесообразности использования белого толстолобика для борьбы с «цветением» в водоемах России, Средней Азии, Казахстана, Кубани, Чехии, Болгарии с успехом используются рыбы - сестофаги, о чем свидетельствуют многие работы. Транспортируя первичную продукцию в ихтиомассу белый толстолобик не только утилизирует избыток фитопланктона, но и повышает рыбопродуктивность водоемов. Для регулирования «цветения» воды и формирования высокого качества водной среды плотности посадки толстолобиков доводились до 2000 – 3200 экз./га (Виноградов, 2000). Для Цимлянского водохранилища рекомендациями Научно-консультативного совета по проблемам акклиматизации водных организмов (протокол №133 от 08.08.2001 г.) «Перспективы вселения растительноядных рыб в Цимлянское водохранилище» нормативными объемами считаются 200 – 300 экз./га 5-7 г сеголеток. Эти объемы согласуются со среднемноголетними нашими данными состояния кормовой базы и потенциальной рыбопродуктивности водохранилища.

Кроме того, Волгоградское отделение ФГНУ ГосНИОРХ подготовило рыбоводно-биологическое обоснование по реконструкции Цимлянского завода по разведению частиковых рыб. Разработаны также конкретные предложения, которые заключаются в том, чтобы на Медведицком экспериментальном рыбоводном заводе были сформированы маточные стада вырезуба, рыбца, шемаи и стерляди с целью зарыбления этими видами Цимлянского водохранилища, а на Цимлянском заводе, – организовано искусственное воспроизводство рыбопосадочного материала белого амура. Необходимость развертывания таких работ уже показана, а обоснованность этих предложений подтверждается тем, Медведицкий завод расположен на реке Медведице, где находятся основные места нереста вырезуба и рыбца и недалеко от мест размножения шемаи и стерляди, что облегчает заготовку производителей, в то время как на Цимлянском заводе, построенном непосредственно на берегу водохранилища, уже давно существует маточное стадо белого амура.

Третий год получен уникальный опыт искусственного воспроизводства ценного и охраняемого вида донской ихтиофауны – вырезуба. В 2008 году была выпущена первая партия 2,5 тыс.шт. сеголеток вырезуба навеской более 10 г. В 2009 году эта цифра превышает 230 тыс.шт.

Особое внимание нужно обратить на искусственное воспроизводство белого амура. Выпуск в водохранилище молоди этого вида при наличии высоких темпов роста и богатой кормовой базы может обеспечить огромный прирост промысловой рыбопродуктивности. Уже шесть лет Цимлянский рыбоводный завод по рекомендации Волгоградского отделе-

ния ФГНУ ГосНИОРХ производит зарыбление сеголетками белого амура, выпуск в настоящее время увеличился до 5 млн. шт. в год. Требуются дополнительные исследования по определению бионормативов зарыбления на основе изучения запасов вегетирующей водной растительности.

Вселение только двух биологических мелиораторов – белого амура и вырезуба, способно привести не только к осязаемому оздоровлению экологической ситуации, благоприятной для обитания таких видов, как лещ, судак, синец, берш, сазан, сом и др., но резко повысить рыбные запасы за счет интродуцентов.

Многолетняя динамика уловов рыбца характеризуется общей тенденцией снижения объемов рыбодобычи. Современное состояние популяции является отражением естественных флуктуаций, на которые накладывается незаконное изъятие. Однако сохранившийся воспроизводительный потенциал еще способен обеспечивать появление урожайных поколений и увеличение вылова. По этой причине нынешнюю относительную малочисленность промыслового стада нельзя считать началом подхода к той критической черте, за которой приходится вносить этот вид в Красную книгу. Тем не менее, учитывая возрастающие масштабы браконьерства, реальная опасность потери рыбца может возникнуть в ближайшее время. Что касается шемаи, то состояние ее популяции вызывает тревогу. Уже сейчас появилась необходимость в проведении профилактических природоохранных мероприятий по сбережению популяций рыбца и шемаи, из которых первоочередным представляется придание р. Медведице и р. Иловле статуса охраняемой территории, хотя бы на период размножения. Важность охраны указанных видов подчеркивается уникальной ценностью их цимлянских популяций. Только в Волгоградской области сохранилось промысловое стадо рыбца и достаточная по численности для успешного самовоспроизводства популяция шемаи. Во всех других регионах ареала эти виды находятся на грани исчезновения. В будущем цимлянские производители рыбца и шемаи могут понадобиться как исходный биологический материал для восстановления их численности в других частях ареала. С точки зрения необходимости сохранения уникальных популяций этих видов борьба с браконьерством на р. Медведице и р. Иловле имеет решающее значение. Однако это не единственный способ, ведущий к достижению поставленной цели. Быстрое и надежное повышение численности этих рыб может быть достигнуто за счет искусственного воспроизводства и последующего выпуска молоди в водоем.

3. Сохранение и рыбохозяйственная мелиорация естественных нерестилищ Цимлянского водохранилища.

Верхний плес является одним из важнейших участков Цимлянского водохранилища для естественного воспроизводства рыбных запасов. Особенностью его является сохранение речного режима с высокой проточностью в течение всего года. В этом районе на узком пространстве акватории наблюдаются сезонные скопления рыб, обусловленные весенними и осенними миграциями из нижележащих районов водохранилища.

Нерестовые мелководья этого участка обеспечивают воспроизводство рыбных запасов верхней половины водохранилища (Лапицкий, 1970). В его границах, на разливах рр.Донская Царица, Карповка, в разветвленной системе озёр Донского займища (оз.Черкасово, Аннушкино, Нижнее, Среднее, Некрасово и др.) с множеством озер, протоков, заливов, богатых разнотравным растительным субстратом имеются огромные площади нерестилищ фитофильных рыб, таких как лещ, серебряный карась, густера, синец, плотва, сазан, сом и др. На обширных песчаных мелководьях оз.Некрасово и Голубинского затона размножаются такие ценные промысловые виды, как судак и берш.

Благодаря высоким качественно-количественным показателям кормового фито-, зоопланктона и зообентоса соз-

даются благоприятные условия для нагула молоди и взрослых рыб.

Ввиду особой значимости Верхнего плёса для воспроизводства рыбных запасов всего Цимлянского водохранилища, как место расположения наиболее важных естественных и мелиорируемых нерестилищ и как пути миграции полупроходных, ценных промысловых и краснокнижных видов рыб следует ввести полный запрет промысла на данном участке водохранилища.

4. Перестройка структуры (реорганизация) промысла.

Необходимость ее проведения обусловлена недостаточным освоением внутренних резервов сырьевой базы водохранилища, что определяется небольшим ассортиментом орудий лова (сетей и неводов), преобладанием в промысле крупноячейных ставных сетей, неравномерным использованием в течение промыслового сезона рыбных запасов.

В настоящее время видовой состав рыбного населения определяется динамикой соотношения двух разнонаправленных процессов: стремительным нарастанием количества малопродуктивных видов и постепенным снижением численности высокопродуктивных рыб, составляющих основу и уникальную ценность сырьевой базы водоема. Отсюда становится очевидной необходимость в сдерживании распространения малопродуктивных видов, а вытекающая отсюда практическая задача состоит в том, чтобы найти способы интенсификации изъятия плотвы, густеры, карася и уклеи. В то же время следует ввести некоторые ограничения на промысел высокопродуктивных рыб. Таким образом, базовый тезис, лежащий в основе дальнейшей стратегии рыболовства, сводится к следующему: введение щадящего режима рыболовства для высокопродуктивных видов и интенсификация промысла низкопродуктивных рыб.

Реализации предлагаемой стратегии невозможно достичь при существующей структуре промысла, для которой характерно доминирование двух типов рыболовецких орудий – сетей и неводов, на них приходится соответственно около 70 и 30% годовых уловов (на остальные орудия лова – около 3%). Но если невода можно эффективно использовать в весенний период для отлова плотвы и карася, то сетной лов при нынешнем его применении (преобладании крупноячейных сетей) имеет крайне отрицательные последствия. Узконаправленный промысел, ведущийся ограниченным набором сетей, отлавливает в основном крупных особей важнейших промысловых рыб. Эта тенденция, повторяясь из года в год, в конечном итоге приводит к вырождению популяций, закрепляя в ней наследственные признаки тугорослости. Проще всего не доводить дело до такого конца и направить усилия на перестройку структуры промысла. В идеальном случае реорганизация рыболовства должна свестись к сокращению сетного промысла, внедрению новых типов рыболовецких орудий, адекватно компенсирующих снижение промысловой нагрузки в результате уменьшения количества сетей, и оптимизации оставшегося сетного лова.

Сказанное выше показывает, что при происходящей в настоящее время смене доминирующих комплексов видов расширение ассортимента типов орудий лова следует производить за счет тех из них, которые можно эффективно использовать для интенсификации отлова малоценных и второстепенных рыб в местах их наибольших концентраций. Практика рыболовства показывает, что по своим конструктивным качествам наиболее подходящими для изъятия плотвы, густеры и карася в современных условиях являются ловушки разных размеров (вентери и ставные невода). Вентери целесообразно использовать в промысле рыб - обитателей зарослей, а ставные невода – на открытых и ровных участках балок и заливов. Внедрение этих типов рыболовецких орудий облегчается уже тем, что они ранее широко применялись на Цимлянском водохранилище и еще остались рыбаки, имеющие опыт работы с ними. Современная промысловая ситуация, связанная с нарастанием ихтиомассы низкопродуктивных и второстепенных рыб, диктует необходимость скорейшего возвращения к этому типу орудий лова.

В связи с вышеизложенным, Волгоградское отделение ФГНУ ГосНИОРХ рекомендует начать научно-производственные работы по внедрению в рыбопромысловую практику на Цимлянском водохранилище вентерей. Впрочем, этот тип орудий лова разрешен Правилами рыболовства, однако неохотно используется рыбаками, вследствие их меньшей уловистости по сравнению с сетями и неводами. Тем не менее, эффективность вентерного лова, а значит и интенсивность изъятия низкопродуктивных и второстепенных видов рыб, можно многократно повысить. Действие этого прибора не связано с электроловом и основано на генерировании акустических сигналов, которые служат приманкой для различных видов рыб. При использовании этой установки можно, генерируя сигналы необходимой частоты, добиться привлечения рыб, подлежащих отлову, в вентери, к которым прикреплена такая установка. Однако, во избежание изъятия ценных видов рыб, следует провести исследования для выбора того диапазона генерируемых частот, который соответствует привлечению только низкопродуктивных и второстепенных видов.

После длительного периода депрессивного состояния численность речного рака в р. Дон и Цимлянском водохранилище восстановилась до такого уровня, который позволяет начать промышленную эксплуатацию его промыслового запаса.

5. Роль хищных рыб в формировании промысловой ихтиофауны.

Доля хищных рыб в общих промысловых запасах и соответственно в уловах снизилась в 2.7 раза. Изменение структуры промысловой ихтиофауны Цимлянского водохранилища в сторону значительного снижения доли хищных видов рыб может привести к следующим нежелательным последствиям:

уменьшение ценности сырьевой продукции водохранилища (хищные рыбы, в подавляющем большинстве представляют ценные промысловые объекты, из которых производится балычная и филейная продукция);

увеличение количества мелких непромысловых видов рыб (уклея, пескарь, бычки, амурский чебачек, верховка, тюлька и др.), которые являются потребителем кормовой базы промысловых объектов и в первую очередь зоопланктона, что уже негативно сказалось на численности ценного промыслового вида – синца, который является чистым зоопланктонофагом;

мелкие непромысловые виды, такие как бычки, пескари, амурский чебачек и др. в весенний период наносят ущерб и воспроизводству ценных видов рыб, поедая их икру и личинок на нерестилищах;

ослабевание разумного пресса хищных рыб может неблагоприятно сказаться на эпизоотической ситуации мирных промысловых видов (90% которых являются представителями семейства карповых), подверженных различным инфекционным и инвазионным заболеваниям.

Стремительное распространение амурского чебачка по Цимлянскому водохранилищу, начавшееся с 2002 года и соответственно рост его численности весьма нежелательны. Представляя собой чужеродный объект в ихтиофауне Цимлянского водохранилища, чебачек не имеет естественных врагов в водоеме, экосистема еще не приспособилась к нему в целях подавления и он обладает всеми шансами резко увеличить свою численность в ближайшие годы. Представляя собой мелкий непромысловый объект, чебачек является прямым конкурентом бентосоядным промысловым рыбам и в весенний период уничтожает икру фитофильных рыб на нерестилищах. Можно предположить, что подавление этого вида возможно только за счёт увеличения численности хищных рыб – судака, сома, щуки.

Формирование рациональной структуры ихтиофауны Цимлянского водохранилища требует ежегодного вселения в водоем жизнестойкой молоди ценных видов хищных промысловых рыб: судака, берша, сома, щуки. По предварительным данным объем искусственного вселения подрощенных сеголеток этих

видов рыб должен составлять не менее 2, 5 – 3,0 миллионов штук. Необходимо разработать рыбоводно-биологическое обоснование для искусственного воспроизводства и вселения в Цимлянское водохранилище хищных видов рыб.

6. Снижение численности серебряного карася

Серебряный карась является одним из видов, численность которых в Цимлянском водохранилище неуклонно возрастает.

С одной стороны, этот вид отличается исключительной биологической выносливостью: способностью переживать неблагоприятные условия, закапываясь в ил и впадая в состояние анаэробиоза, низкой требовательностью к содержанию растворенного в воде кислорода и высокими репродукционными возможностями. Эти свойства обеспечивают ему преимущества в выживании при сосуществовании с другими рыбами. С другой стороны, карась является конкурентом в питании ценных бентосоядных видов, особенно леща и рыбца. Увеличивая свою численность, он снижает их пищевую обеспеченность и занимает их жизненное пространство. Кроме того, карась выедает огромное количество отложенной икры других рыб. В то же время по пищевым качествам он значительно уступает перечисленным видам и даже плотве и густере.

В Цимлянское водохранилище в массовом количестве карась проник в 1986 г. через рыбоподъемник плотины в результате экологического нашествия из Нижнего Дона. В этом же году появилось исключительно урожайное поколение этого вида. Через несколько лет сформировалось многочисленное промысловое стадо, а запасы стали возрастать в геометрической прогрессии. Как следует из приведенных данных (таблица 1), численность карася неуклонно нарастает. В 2008 г. был достигнут пик вылова этого вида – 2816,1 т, что составило 31,38% от общего годового вылова цимлянской рыбы, и сейчас доля его в уловах остается высокой.

О благополучном состоянии популяции карася в современных условиях свидетельствует и динамика возрастной структуры: если в 1986–1988 гг. в контрольных траловых, неводных и сетных уловах она была представлена только пятью возрастными группами, то сейчас — в возрастной структуре отмечается наличие 11–13 летних особей. В промысловых уловах серебряный карась имеет длину от 18 до 38 см и массу от 100 до 1600 г. Основу уловов в последние годы составляют 4, 5 и 6-годовики. Размеры серебряного карася в 1994-2009 гг. колебались от 10 до 41,0 см, а колебания массы тела были в пределах 55-1980 г, при средней длине от 19,8 до 24,8 см и соответственно средней массе 319,3–531,0 г.

Благодаря большому репродукционному потенциалу - неприхотливости к выбору нерестового субстрата, порционности икрометания (в Цимлянском водохранилище ежегодно отмечается 3-х кратный нерест), высокой плодовитости (АП 253 тыс. икринок) карась по уровню естественного воспроизводства занял 3-е место после густеры и уклейки, опередив леща — ранее самого многочисленного вида в водохранилище. Коэффициент встречаемости этого вида в уловах мальковой волокуши в конце 90-х гг. увеличился с 3,5 до 60,2%, что также указывает на стремительность расширения его нерестовых площадей в эти годы.

При анализе расположения нерестилищ по продольной оси водохранилища четко прослеживается возрастание эффективности естественного воспроизводства этого вида от верхних участков к нижним что, по-видимому, связано главным образом, с уменьшением проточности. Наибольшие концентрации молоди серебряного карася (1986-1996 гг.) отмечены в районах нижней правобережной части водохранилища - это район Балабан (1360 шт/замет), Кучугур (450 шт/ замет), левобережье Новоцимлянского залива (690 шт/замет) и Терновской балке (1160 шт/замет). В последние годы максимальные концентрации (100-200 шт/замет) молоди этого вида отмечаются в Красноярском убежище.

В настоящее время серебряный карась широко расселился по водохрани-

лищу. Распределение плотностей стада по акватории водохранилища обусловлено наличием необходимых условий обитания: слабой проточности, мощного слоя ила и заросшей литорали. Такое сочетание условий сформировалось в результате трансформации экологической обстановки в нижней глубоководной части водохранилища, где сосредоточена подавляющая часть цимлянского карася. Большие скопления этого вида отмечаются и в Потемкинском плесе в районе Красноярского залива.

Таблица 1. Многолетняя динамика вылова серебряного карася в Цимлянском водохранилище в 1975-2009 гг.

Год	**Вылов, т**	**Доля общего улова, %**
1975	19,0	0,2
1976	14,0	0,14
1977	10,0	0,10
1978	32,4	0,39
1979	53,4	0,57
1980	21,3	0,22
1981	29,6	0,26
1982	96,8	0,77
1983	63,4	0,48
1984	115,1	0,83
1985	70,2	0,52
1986	26,0	0,19
1987	184,2	1,31
1988	201,5	1,30
1989	246,7	1,55
1990	195,0	1,49
1991	187,0	1,49
1992	442,0	4,62
1993	106,0	1,21
1994	108,0	1,50
1995	209,6	2,82
1996	380,0	6,03
1997	564,0	8,45
1998	282,1	3,63
1999	577,7	6,96
2000	1091,8	15,08
2001	1604,7	18,23
2002	883,9	13,41
2003	855,9	13,64
2004	1007,4	15,89
2005	1029,1	16,23
2006	1240,3	17,24
2007	2489,7	33,57
2008	2816,1	31,38
2009		

Экономическая оценка последствий подъема уровня воды Нижнекамского водохранилища с отметки 62 до 68 м.

Председатель Антиядерного общества Татарстана
Гарапов А.Ф.

ПРЕАМБУЛА.

В средствах массовой информации некоторые государственные деятели и так называемые экономисты часто говорят об экономической эффективности различных объектов экономики и России в целом. Вот и, к примеру, бывший премьер-министр Великобритании М.Тэтчер заявила, что в России 15 миллионов экономически эффективного населения, а остальное (около 100 млн.) получается вроде как балласт и должно существовать как-то само по себе, на подножном корму, не мешало бы его пустить по миру, есть и такие предложения. Под 15 миллионами имеют в виду скорее всего тех, кто кормится около нефтяной, газовой трубы, у линиях электропередач, потоков «дешевого» алюминия, различных других металлов, другими словами кормится на нещадной эксплуатации природных ресурсов.

Но еще со времен древнегреческого ученого— философа Аристотеля известно, что экономическая деятельность состоит из двух видов – Ойкономики (так назвал её Аристотель), которая ориентирована на воспроизведение существующих отношений, воспроизведение народа, общества и второго вида Хрематистики (по Аристотелю) деятельности, направленной на получение возможно более высокой прибыли.

Так вот подъем уровня воды Нижнекамского водохранилища, судя по заявлению официальных лиц относится как раз к Хрематистике, деятельности, направленной на получение возможно более высокой прибыли. Эту прибыль оценивают (правда, похоже преувеличенно, доказательства не приводятся) в 5 миллиардов рублей в год. Полученная энергия пойдет на продажу.

С точки зрения рыночников-прибылистов это хорошо, было бы ещё лучше, если бы получить ещё больше прибыли. Вот если бы для максимальной прибыли, да во славу Тэтчер, на радость (от ожидание больших барышей) Мировому банку, Международному валютному фонду, Всемирной торговой организации (ВТО) и многим другим, а также и некоторым татарстанским и россиянским чиновникам, затопить бы всю Удмуртию, Башкортостан до Уральских гор, половину Татарстана (больше не получится, надо строить новую плотину), да ещё понаставить вокруг водохранилища атомных электростанций, то это было бы мировым достижением для ультралиберальных политиков и хрематистических (по Аристотелю) экономистов.

ОЦЕНКА.

Существуют различные оценки ущерба и затрат. Проектировщики ука-

зывают затраты в 62 млрд. руб. и в течение 13 лет обещают их окупить (газета «Ватаным Татарстан» 17 декабря 2005г.). Цифры затрат явно занижены, а доходы завышены. Об этом, кстати, утверждают и правительство, и Госсовет Удмуртской Республики (УР), которые выступили против подъема воды. Они утверждают, что только по Удмуртии и Башкортостану ущерб составит 50 млрд. руб. Министр природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртии А.Кулагин отмечает, что поступление дополнительных налогов от продажи дополнительно выработанной электроэнергии «никогда не компенсирует понесенных государством затрат. Разработчики не учитывают больше половины реальных затрат, которые повлечет за собой подъем уровня воды… Одним словом, в угоду демонстрации экономической «эффективности» проекта разработчики игнорируют реальный ущерб, наносимый экономике, окружающей среде и населению республики.»(http://udmpravda.ru/default/ за 10.02.06)

Оценим последствия подъема уровня воды с точки зрения действительной экономики, направленной на воспроизведение народа. О пользе мы уже сказали, считайте, что её для народа (или Ойкономике) никакой. Какой же наносится ущерб? Ущерб, это те факторы, которые делают невозможность воспроизводство народа (т.е. Ойкономики, можно её ещё назвать структурной экономики, в отличие от рыночно-прибыльной).

Для оценки примем во внимание следующие самые основные факторы:

- жильё (для человека нужно убежище, жильё);
- землю (территорию или вмещающий ландшафт для народа, для жизни и хозяйственной деятельности);
- биоресурсы (то, что обеспечивает нормальное для общества функционирование, состояние биосферы, включает в себя природные заповедники, леса, степи, болота, состояние экологии, факторы биоразнообразия и т.д.);
- потери инфраструктуры (потери школ, больниц, мастерских, дорог и т.д.);
- потери, связанные с обеспечением безопасности жизни (перевоз, ликвидация, нейтрализация скотомогильников, складов с ядохимикатами, радиоактивными отходами, химическим оружием, как в Камбарке, нейтрализация, очистка затопляемых нефтепромыслов и т.д.);
- социализацию человека (потери) – ущербы связанные с факторами смены места проживания, образа жизни, культуры, профессии, социального статуса и т.д.;

Обратимся к цифрам. Данные берем из публикаций в районных и республиканских газетах.

Количество пострадавших районов = 21, из них 15 районов, в которых находятся затопляемые деревни, поселки и т.д. Будем оперировать средними значениями количества затопляемых дворов. В одном только Агрызском районе затопляется девять деревень, 950 дворов. Под водой остается 10% территории района («Ватаным Татарстан» 17 сентября 2005г). Это еще не самый затопляемый район. В Мензелинском районе уже выселена 21 деревня («Звезда Поволжья» 27 апреля 2000г). Так что можно взять на один район 1000 дворов.

Количество затопляемой земли =353 тысячи гектаров.

Стоимость человеческой жизни лежит в диапазоне от 1,5 до 4 млн. долл. (Крылов Д.А., Путинцева В.Е. Топливно-энергетический комплекс и энергия // Энергия.-1995.№2.). Для вынужденных переселенцев (в нашем случае из затапливаемых деревень) необходима компенсация ущерба, связанного с фактором смены образа жизни, места и т.д. В Европе (по климатическим, историческим условиям к нам ближе всего Финляндия) оценивается норма на 1 человека в 20 тыс.долл.

Стоимость одного гектара земли =10 тысяч долл.

Потери биоресурсов по оценки биологов (расчет велся по стандартной методике) = 7 млрд. долл.

Потери инфраструктуры (дороги, электропередачи, мастерские, школы, больницы, кладбища, вокзалы и т.д.) оцениваем в три раза более, чем от потери дворов (со временем доля расходов на инфраструктуру должна расти).

Таким образом, получаем следующую оценочную таблицу (в долл.)

	количество		Стоимость двора	Сумма $
	районов	дворов		
Жилье	15	1000	70 000,00	1 050 000 000,00
		количество Людей	Стоимость социального фактора	
Потери социализации человека	15	3000	20 000,00	900 000 000,00
Потери биоресурсов				7 000 000 000,00
Обеспечение безопасности жизни				1 000 000 000,00
Потери инфраструктур				3 000 000 000,00
	Количество га		Стоимость га	
Потери земли	353000		10 000,00	3 530 000 000,00
Сумма потерь				16 480 000 000,00

Потери по Обеспечению безопасности жизни. Скотомогильников, причем со спорами сибирской язвы, которые хранятся более ста лет, только в Татарстане 1068. Из них неизвестно расположение 247. Только в Агрызском районе под воду уйдет 3 кладбища и 12 скотомогильников (из них 9 с сибирской язвой). Известно, что в городе Камбарке (Удмуртия) хранится химическое оружие. Часть города будет затоплена. По заявлению Президента Удмуртии А.А. Волкова, «все экономические расчеты соседей не идут ни в какое сравнение с тем ущербом, который будет нанесен той же Камбарке» (Информационное агентство «День» 21 марта 2005). По радиоактивным отходам, по крайней мере вызывает большую тревогу г. Менделеевск. Возможны проблемы с г. Глазовым, где делают топливо для атомных станций, проблемы и с затопляемыми нефтепромыслами. Примерно можно оценить ущерб и опасность последствий затоплений (под опасностью последствий имеется в виду, к примеру, затопление неизвестных скотомогильников) в сумму 1 млрд. долл.

Таким образом, потери составляют более 16 млрд. долл. Если перевести в рубли, то потери от подъема уровня воды Нижнекамского водохранилища будут примерно равны 500 млрд. рублей. В эту сумму ущерба не вошли потери от затопления части городов, например, Сарапула, а также фактор подтопления территорий тех же городов, деревень и т.д. Несмотря на это, потери колоссальны.

Госсовет Удмуртской республики выступил против подъема воды и в Обращение к правительству Российской Федерации отмечает: «Предварительные расчеты показывают, что сумма ущерба, возникающего в случае реализации данного проекта, только по Удмуртской Республике и Республике Башкортостан составит порядка 50 миллиардов рублей, что многократно превысит выгоду от дополнительной выработки электроэнергии на Нижнекамской ГЭС и сделает проект неокупаемым даже к началу следующего века». (Удмуртская Правда **№147** (23929), 28 декабря 2005г http://udmpravda.ru). Госсовет Удмуртии не учитывал потери в Татарстане, в

Пермской области, а также не были видимо, учтены все факторы рассмотренные нами. Но даже по их расчетам видна пагубность проекта.

Таким образом, реализация проекта по подъему уровня воды Нижнекамского водохранилища нанесет особо крупный ущерб для экономике страны и региона.

Проблемы рыбохозяйственного освоения Богучанского водохранилища

Колотов А.А.,
исполнительный директор КРОЭО «Плотина»

Река Ангара в зоне строительства Богучанской ГЭС является водным объектом высшей-первой категории рыбохозяйственного водопользования. В реке обитают, нерестятся и зимуют ценные и промысловые виды рыб: осетр, стерлядь, таймень, ленок, хариус, сиг речной, тугун, налим, щука, язь, лещ, карась серебряный, окунь, плотва, елец. В реке проходят миграционные пути рыб на места нереста, нагула и зимовки; расположены нерестилища, места массового нагула молоди рыб, а также рыбозимовальные ямы.

Создание Богучанского водохранилища вызовет значительные изменения экологичеких условий водоема.

На зарегулированном Богучанской ГЭС участке р. Ангара ликвидируются нерестилища стерляди, осетра, тайменя, ленка, сига, хариуса, тугуна; нарушаются пути миграции данных видов рыб на места нереста, зимовки и нагула, вследствие чего наносится ущерб рыбным запасам реки Ангары.

Гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режимы Богучанского водохранилища будут находиться в большой зависимости от вышележащих водохранилищ: Иркутского, Братского и Усть-Илимского.

Согласно «Рыбоводно-биологическому обоснованию на проведение работ по акклиматизации и воспроизводству ценных видов рыб в рыбохозяйственных водоемах Иркутской области», выполненному ООО НИЭП «Рыборазведение», с учетом расчетных показателей кормовой базы, рыбохозяйственного типа водохранилища и опыта рыбоводно-акклиматизационных работ на Братском и Усть-Илимском водохранилищах, для вселения в Богучанское водохранилище рекомендованы омуль и пелядь как планктофаги, байкальский маломорский сиг как бентофаг.

Согласно данным Енисейского территориального управления Федерального агентства по рыболовству, промысловая рыбопродуктивность Богучанского водохранилища на перспективу при условии проведения данного вида работ оценивается в 6 кг/га (1400 т). В этом случае уловы на 50 % будут состоять из вселяемых ценных видов рыб, а при естественном формировании ихтиофауны, рыбопродуктивность не превысит 3-4 кг/га (700-800 т) и уловы будут базироваться на мелком частике (плотва, окунь).

Рабочий проект нерестово-вырастного хозяйства при Богучанском водохранилище, выполненный институтами имени С.Я. Жука и «Росгидрорыбпроект», был согласован Министерством рыбного хозяйства РСФСР. Проектная мощность нерестово-вырастного хозяйства - 23,749 млн. штук молоди омуля и пеляди с промвозвратом 475 тонн рыбы.

Несмотря на возобновление строительства БоГЭС, строительство компенсационного объекта - нерестово-выраст-

ного хозяйства, до настоящего времени не начато, что является нарушением ст. 53 Федерального Закона РФ от 20.12.04 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», ст. 56 Федерального Закона РФ от 24.04.95 № 52-ФЗ «О животном мире».

Организации, имеющие отношение к проектированию и строительству объектов Богучанской ГЭС (ЗАО «ГидроИнжиниринг Сибирь», ОАО «Богучанская ГЭС», ЗАО «Организатор строительства Богучанской ГЭС», ГУ «Дирекция по подготовке к затоплению ложа водохранилища БоГЭС»), осведомлены о необходимости согласования документации по «Оценке воздействия на окружающую среду Богучанской ГЭС на реке Ангара», в состав которой, в том числе, входят разделы о рыбохозяйственном использовании Богучанского водохранилища, о компенсации ущерба, наносимого рыбным запасам р. Ангара, о строительстве рыбозащитного сооружения на плотине БоГЭС. Несмотря на то, что заполнение водохранилища Богучанской ГЭС намечено на осень 2010 года, до настоящего момента (февраль 2010 года) указанная документация не представлена.

Более того, материалы актуализированного проекта строительства Богучанской ГЭС (Москва, 2007) исключили работы по лесоочистке рыбопромысловых участков, мотивируя это созданием нерестово-выростного хозяйства и отсутствием, в связи с этим, необходимости промыслового лова на водохранилище. По заключению специалистов «Эколайн», такая мотивация не представляется корректной и целесообразной. Молодь рыб должна выпускаться для доращивания в водохранилище и затем изыматься путем обловов. Кроме того, после кратковременного периода депрессии и разрушения коренных ихтиоценозов, прогнозируется вспышка развития соровых видов рыб и появляются возможности для рыбоводно-акклиматизационных мероприятий и промыслового лова (сетными и неводными орудиями). Опыт же Братского водохранилища продемонстрировал ограничение промыслового лова и даже его прекращение из-за засоренности лесом тоневых участков.

Некоторая библиография для Ангаро-Енисейского бассейна:

Гадинов, А. Н. Динамика уловов рыбы в реке Енисее от плотины Красноярской ГЭС до устья реки Ангары / А. Н. Гадинов // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке : материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Енисейской ихтиологической лаборатории (ФГНУ "НИИЭРВ"). Красноярск, 8-12 декабря 2008 г. / НИИ экологии рыбохозяйственных водоемов и наземных биосистем [и др.]. - Красноярск : ИПК СФУ, 2009. - С. 155-159.

Красноярское водохранилище / А. А. Вышегородцев [и др.]. ; отв. ред. Д. А. Бураков ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Краснояр. гос. ун-т, Науч.-исслед. предприятие по экологии природ. систем (НИП "ЭПРИС"). - Новосибирск : Наука, 2005. - 211, [1] с., [3] л. цв. ил. : ил. ; 23 см. - Рез. на англ. яз. - Библиогр.: с. 204-211.

Биологические ресурсы суши и вод : [Статьи] // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - 2001. - Вып. 3. -С.132-192.

Содержание:

Чмаркова, Г. М. Гайденок Н. Д. Биогидрографические проблемы математического моделирования экосистемы великих рек (на примере Енисея) /

Гольд, З. Г., Дементьева Е. В., Морозова И. И. Эколого-продукционные трофические характеристики зоопланктонных сообществ Красноярского водохранилища

Гольд, В. М., Попельницкая, И. М., Гольд З.Г. Энергетические аспекты функционирования планктона Красноярского водохранилища

Чупров, С. М. [и др. Котельникова А.В., Герман Ю.К., Задорин А.А..] Оценка состояния ихтиофауны Красноярского водохранилища

Долгих П.М., Клеуш В. О., Скопцова Г. Н. Анализ эффективности искусственного вселения осетра в Красноярское водохранилище

Михеев, А.В. О возможности качественной оценки состояния рыбных ресурсов Енисея по ретроспективным данным

Заделенов, В. А., Шадрин Е.Н., Трофимова М.А., Щур Л.А. Исследования видов рыб, занесенных в Красную книгу Красноярского края

Заделенов, В. А., Трофимова М.А. О предосторожном подходе к охране биоресурсов при нарушении земель: водные экосистемы

Примеры международной практики экологических попусков в нижние бьефы гидроузлов и оптимизации бассейнового планирования гидроэнергетики.

Составитель и переводчик Евгений Симонов.
Коалиция Реки без Границ,
при поддержке WWF и ГПБЗ Даурский.

Часть 1

В строительстве эксплуатации и плотин ничто так негативно не влияет на экосистему реки и гидробионтов как изменение характеристик стока ниже по течению (Poff et al. 1997, Postel and Richter 2003). Влияние имеет четыре основных аспекта: (1) определенный режим стока непрерывно формирует местообитания ниже по течению: перекаты и плесы, бары и поймы и его изменение физически изменяет местообитания (2) гидробионты эволюционно приспособлены к определенной динамике стока и это определяет время их размножения, миграции, и т.д., а нарушение соответственно ведет к нарушениям важнейших процессов в популяциях и сообществах (3) многие виды совершают обязательные миграции как вдоль русла так и на поймы, а плотины нарушают эту связь (4) изменение стока способствует заселению и распространению чужеродных видов и вытеснению ими аборигенных гидробионтов (Bunn and Arthington 2002).

Международное научное сообщество, Всемирный Банк и ведущие инвестиционные организации, экологически ответственные корпорации и правительства многих стран стремятся разрешить эту проблему антропогенного влияния разрабатывая и внедряя требования с «Экологическому стоку» (Environmental flows). Современное международное определение стандарта экологического стока содержится в принятой в 2007 «Брисбенской декларации»:

«Экологический сток описывает количественные, качественные и временные параметры стока, необходимые для поддержания пресноводных и эстуарных экосистем, а также жизнеобеспечения и благополучия людей от них зависящих.».

Таким образом, экологический попуск, нормы допустимого изъятия водных ресурсов, температурный режим и иные параметры рассматриваются как частные составляющие требований к «экологическому стоку». Наиболее обсуждаемая концепция “Экологических попусков” подразумевает необходи-

мость оставлять в реках достаточное количество воды на обеспечение экологических, социальных и экономических благ в их нижнем течении.

Первые усилия в этом направлении, предпринятые в Южной Африке, Австралии и Соединенных Штатах, показали, что практика установления экологических попусков, особенно как составная часть интегрированного управления водными бассейнами, выявляет множество задач, требующих разрешения. Экологические попуски предусматривают интеграцию множества дисциплин, в том числе технических, юридических, природоохранных, экономических, гидрологических, политических наук, а также налаживания многосторонних связей. Кроме того, необходимы переговоры между всеми заинтересованными лицами для преодоления препятствий, вызванных различными интересами при конкурентном водопользовании, особенно в бассейнах, где конкуренция очень жесткая. Вознаграждением за это станет совершенствование управления, что гарантирует долговечность экосистем и ведет к оптимальному балансу между пользователями. Исходя из повсеместного чрезмерного использования водных ресурсов и последующей деградации экосистем, экологические попуски это не роскошь, но жизненно необходимая часть современного управления водой. Данный подход заслуживает повсеместного осуществления. (1).

Полный научный обзор около 200 методологий определения экологического стока Р.Тарм.(R.Tharme 2003-(10) уже требует пополнения новейшими разработками, как и составленная в то же время прекрасная интерактивная база данных (12). На русском языке мне известен только обзор МКВК 2003 года(1), а в остальном найденные российские работы опираются на довольно ограниченный опыт стран СНГ.

Данный краткий обзор составлен в дополнение к двум указанным выше работам и включает только некоторые практические аспекты басецнового планирования,внедрения или нормирования экологического стока, имеющие прямое отношение к планированию и функционированию гидроэнергетики. Обзор составлен чтобы заинтересовать практиков как в сфере гидроэнергетики, так и в сфере гидрологии, гидро-экологии, рыбного водного хозяйства. В случае интереса в сотрудничестве с инженерами, гидрологами и ихтиологами будут уточнены вопросы и составлен более подробный обзор наиболее интересных методических подходов. Я надеюсь на конструктивные вопросы, комментарии и рекомендации участников заседания МИК и Тематического сообщества. (95% первоисточников на английском языке могут быть представлены желающим в электронном виде)

ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ:

I. Обзор путей модификации плотин в целях экологического стока. Рихтер и Томпсон (2007). Американский опыт (Рихтер –соавтор десятка работ по экологическому стоку и его приложениям, данный текст трактует только приложение подхода к проблемам крупных плотин).

Крупные ГЭС, особенно с большим полезным объемом, водохранилища – важнейший фактор изменения естественного стока. Перераспределяется сезонный сток, прежде всего ранее обеспечивавший затопление поймы. Не естественные краткосрочные пульсирующие колебания стока вызваны изменением выработки в течение суток, недели и т.д. В фазе наполнения водохранилища сброс бывает минимальным не обеспечивая минимально-приемлемый сток.

Модификации ГЭС (по Рихтеру). Важнейшей причиной нежелания владельцев ГЭС осуществлять экопопуски является упущенная выгода (сброс воды без производства энергии). Существует ряд путей «восстановления» более естественного стока:

- Плотины -контр-регуляторы могут симулировать естественный режим, хотя бы в части выравнивания неравномерностей суточных (и недельных) попусков. Ограничение на возможности обычно накладывается малым размером водохранилища контррегулятора.

- Часто переоборудование плотины (выпускных устройств-сливов) – важ-

нейшая часть проекта восстановления стока.(2)

- ГАЭС, входя в одну систему с ГЭС могут способствовать снижению модификации суточного стока и уменьшению общей полезной емкости необходимой для выработки того же количества энергии.

- Старые каскады и бассейновые системы ГЭС как правило уже очень сильно изменяют реки, особенно на участках между плотинами. Часто системы в целом не оптимизированы даже для выработки энергии. В этом случае возможен перенос нагрузки на ГЭС выше по течению и использование мощности нижнего водохранилища для обеспечения полноценного экологического попуска, без потерь в системе в целом. Эта же логика работает для группы ГЭС объединенной энергосистемы, вплоть до использования разницы в режиме стока обусловленной климатом в обширных регионах. Наиболее эффективные инвестиции в компьютерное моделирование оптимальных режимов.

- Одной из возможных стратегических задач (по Рихтеру) является перевод ГЭС на обеспечение не пиковой, а базовой выработки в общей энергосистеме, что существенно снизит необходимость в суточном и сезонном перераспределении стока.

- Сброс воды водохранилищ также диктуется прогнозами наполнения. Лучшее моделирование и более точные прогнозы способны улучшить как выработку энергии, так и предупреждение катастрофических наводнений, а вместе с тем это может позволить осуществлять существенные экологические попуски.

- Стратегия оптимизации стока зарегулированной реки (по Рихтеру) требует не только анализа предписанного режима функционирования плотины ГЭС и, но и анализа факторов диктующих тот или иной режим, от конструктивных особенностей плотины до поведения региональных потребителей электричества. В случае с задачами защиты от наводнений немедленно встает вопрос о способности нижележащей поймы абсорбировать их. То есть речь о системах, часто в рамках целого бассейна, нежели только в единичных плотинах.

Пример 1. Река Роаноке в Северной Каролине, две ГЭС и один многофункциональный гидроузел выше по течению. При пиковых нагрузках сброс с ГЭС затапливал пойменный лес в «не тот» сезон, не давая укорениться семенам деревьев. С минимальными издержками для энергокомпании сроки сбросов были изменены так чтобы лес мог восстанавливаться. В 2005 идет планирование восстановления естественного паводка в правильный сезон, обеспечиваемого вышележащим водохранилищем.

Пример 2. Река Саванна на границе штатов Джорджия и Ю.Каролина. Три крупнейших многофункциональных водохранилища, нижнее по течению Тормонд 1954г. В 2002 начали работы по обоснованию восстановления малых и средних паводков. Одним из основных поводов к восстановлению стока является требование Закона о Редких видах, касающееся местного коротко-рылого осетра где требовалось восстановить такую-то структуру популяции (наличие такой-то доли 20-летних самок в контрольных уловах).

В данном случае паводки срезались с 2500 -6000 куб.м/сек до 450 куб.м/сек, но общий годовой сток в результате водозабора уменьшился лишь на 15%. При этом ниже по течению расстроился г.Августа и его новые здания затопляются при стоке в 1500 куб.м/сек. На 2006 год уже практиковались попуски в 850 куб.м/сек, планировался обводной канал для пропуска больших паводков ниже Аугусты, велся мониторинг численности и миграций осетра и др видов. Уже было ясно что попуски должны быть сопряжены с определенным температурным режимом. Попуски осуществлялись за счет накопления дополнительного объема воды в нижнем водохранилище.

Важно что целей у попуска несколько и некоторые достижимы почти сразу – например характеристики течения стимулирующие движение осетра к нерестилищам были достигнуты почти сразу и способствовали дальнейшему развитию проекта (его поддержке обществом). Важно также иметь возможность для эмпирической отладки экопопусков по результатам мониторинга.

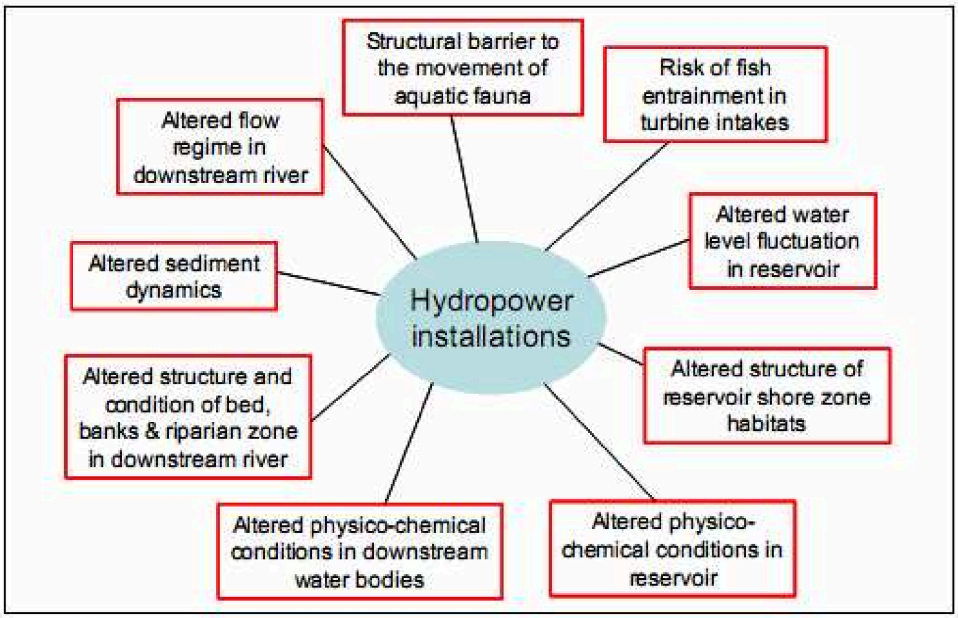


Figure 4a: Illustrative range of possible alterations typically associated with hydropower dams with subsequent biological alterations (More information available in Annex III).

II. Требования к экостоку в Евросоюзе.

Водная директива Евросоюза (EU/60/2000,WFD) предъявляет комплексные требования к управлению бассейнами и водными объектами, эксплуатации и планированию ГТС и требует добиться «хорошего экологического состояния» водоемов. Впервые в европейском законодательстве были выдвинуты требования к поддержанию гидро-морфологии водоемов и тремя важнейшими источниками воздействий признаны ГЭС, навигация и защита от наводнений. Рассматриваются следующие основные воздействия ГЭС (Рисунок ниже).

Требования включают:

А) Смягчение влияния плотины-барьера

- создание обводных рукавов\русел для обеспечения миграции вврех по течению;

- специальные конструкции и режимы работы ГЭС для обеспечения миграции организмов вниз по течению через водохранилища и турбины плотин;

- пропуск потока наносов и органических остатков или иное их восполнение ниже по течению

Б) Обеспечение приемлемой динамики стока воды и наносов, поддержание русловых местообитаний.

В) Обеспечение поемного режима и связи с подземными водами.

Директива и нормативные акты скорее указывают необходимую процедуру планирования и возможные индикаторы «хорошего экологического состояния» нежели чем предписывают один конкретный набор мер. Сборник примеров хорошей практики для ГЭС указывает экологическую результативность и экономическую эффективность для сотен возможных мероприятий. Также дается 20 разработанных примеров для снижения воздействия ГЭС, в том числе высокой эффективностью характеризуются примеры:

-р.Нумедальслаген – Норвегия – обеспечение минимального экологического стока и реконструкция части ГТС

-р.Сава (Словакия?) – реконструкция плотины и создание пологого скалистого водосброса для миграции рыб

- р. Норалан. Швеция – удаление плотины –восстановление водотока

- р. Маронна (Франция) - обеспечение минимального экологического стока и восстановление поемности

- Ла фонтальер (Франция) – оптимизация режима выработки электроэнергии с соответствующей оптимизацией стока

- и т.д. и т.п.

В отдельных странах Европы законодательство может быть гораздо строже, но не может быть мягче. Великолепный обзор по Великобритании написан в 2009 Акерманом и Фергюсоном (11): Экологический сток и Водная Директива Евросоюза. Environmental flows and the European Water Framework Directive M. C. ACREMAN, A. J. D. FERGUSON Mar 19 2009 Freshwater Biology. Blackwell Publishing Ltd. Volume 55 Issue 1 , Pages 1 - 260 (January 2010) . Special Issue: ENVIRONMENTAL FLOWS: SCIENCE AND MANAGEMENT.
http://www3.interscience.wiley.com/journal/123214913/issue

Ш. Международное энергетическое агенство.

В 2006 году МЭА закончило обзор лучшей практики в области смягчения влияния ГЭС на окружающую среду. В части экологических попусков документация не содержит принципиально новых мер, но содержит несколько проработанных примеров применения на конкретных ГЭС комплексных мер, включая:

-обеспечение частоты и сроков паводка

-обеспечение минимальных и максимальных попусков

- обеспечение летних уровней

- ограничение стока во время пиковых нагрузок.

В том числе содержится подробный пример создания устройства по охлаждению(!) воды на плотине Шаста в Калифорнии, где производство электричества было ограничено, в связи с тем что неестественно теплая вода убивала молодь рыб ниже по течению. Интересна даже не столько уникальная технология сколько мотивация участников водопользования оптимизировать ситуацию: сначала гос. компанию эксплуатирующую ГЭС принудили по закону сбрасывать холодную воду вхолостую, а через 7-10 лет они решили что целесообразнее потратится на оборудование чтобы оптимизировать сток через турбины.

Примеры МЭА хороши тем что на 100% составлены с точки зрения ГЭС как бизнеса очень подробны. Примерно 50 примеров хорошей практики доступны на сайте (4)
http://www.ieahydro.org/annex8.htm

IV. Критерии Зеленой Гидроэнергетики в Швейцарии

Стандарт реально применяемый для сертификации в Швейцарии где на 80% рек есть ГЭС и частично используемый в общеевропейском присвоении «зеленой марки».

Содержит 5 групп критериев: Управление наносами, Управление водохранилищем, Устройство Станции, Управление минимальным стоком, Управление пиковыми нагрузками. В числе конкретных критериев касающихся стока:

MF1: Симуляция естественного хода гидрографа

MF2: Обеспечение минимально необходимого попуска в любой из сезонов

MF4: поддержание связи между русловым потоком,поймой и подземными водами.

MF6:Достаточная глубина для миграции рыб

MF7: Поддержание естественных черт дна

MF8: Сохранение важных водных местообитаний (напр.отмели, бары и т.д.)

MF9: Научно-обоснованных режим охраны пойм.

MF10: Сохранение редких видов рыб и иных гидробионтов, редких сообществ и биоценозов.

MF11: Соблюдение режима аэрации и температурного режима.

HP4: Избежание изоляции гидробионтов в результате нарушений водного режима

PD1: Недопущение резкого попуска воды в пик

Всего в стандарте описано до 80 критериев. (5)

V. Комплексное планирование на системном (бассейновом) уровне. ***(Авторы: Джеф Опперман, Давид Харрисон. The Nature Conservancy. США-КНР).***

Крайне актуальная статья про возможное системное планирование освоения и охраны речных бассейнов. Перевод кратких тезисов.

1). Гидроэнергетика сегодня не рассматривается как «экологически чистая» в силу больших экологических и социальных воздействий (Доклад Всемирной комиссии по плотинам (ВКП 2000) и того факта что пресноводные виды и экосистемы находятся в более угрожаемом состоянии чем наземные или морские. Так же важно что ненарушенные реки являются источником многих благ (экологических услуг) для населения.

2). Масса методик оценки «оптимальности ГЭС» разработано в последние годы и фокусируется на отдельных проектах. Мы утверждаем что «оптимальность-устойчивость» может оцениваться только при рассмотрении более широких масштабов: бассейнов, регионов, энергетических систем. Во-первых влияние гидростроительства может быть вполне оценено только в масштабах целого бассейна\региона, во-вторых минимизация и смягчение ряда последствий возможно не в осваиваемом створе а в другом месте. Применение общебассейновой оценки позволит разработчикам гидроэнергетических проектов уменьшить риски проектов и увеличить их доходность.

3). Последствия экологические и социальные тесно взаимосвязаны, мы делим их на последствия для связей в речной системе(фрагментация), а также последствия выше и ниже плотины. Созданию водохранилищ обычно уделяется наибольшее внимание, тогда как изменение гидрологического режима вниз по течению также крайне важный фактор влияния, часто недостаточно изученный.

4). Спор обычно идет про «крупные ГЭС», в то время как мелкие даже допущены в качестве источников «зеленой энергии». В то же время очевидно что малая ГЭС посаженная в наиболее уязвимой части бассейна может иметь очень большое негативное влияние (и просто огромное влияние в пересчете на киловатт). Также очевидно что совместный негативный эффект многих малых ГЭС может быть большим чем от одной большой (при все равно меньшем производстве энергии).

5). Опираясь на доклад ВКП мы предлагаем путь к оптимизации гидроэнергетики как существующей так и планируемой, как на уровне проекта так и на уровне крупномасштабных схем размещения объектов. Мы полагаем что хотя есть способы оптимизировать отдельную ГЭС наиболее продуктивен общебассейновый \ \региональный подход. Наш подход итеративен, может применяться при разной степени изученности ситуации, гибок и адаптируем к меняющимся условиям. И хотя операторы ГЭС скептически смотрят на «общебассейновые» потуги планирования, мы утверждаем что такой подход снижает риски и противоречия, а также улучшает доступ к источникам инвестиций. В ряде случаев он также ведет к большей экономической выгоде (если учитывать все аспекты водопользования)

6). Несмотря на то что мы здесь рассматриваем меры обще-бассейнового характера, тем не менее следует признать что оптимизация индивидуальных ГЭС – всегда останется важной частью такой работы. В первую очередь это касается 45 000 уже построенных крупных плотин, но и новые плотины потребуют по крайней мере обеспечения определенного режима экологического стока в нижнем бьефе. Сразу следует требовать чтобы конструкция новых ГЭС позволяла дальнейшую оптимизацию режимов стока. Это прежде всего касается размера турбин и возможности варьировать сток. Во-вторых это касается конструкции водозаборов и сливов для обеспечения должного качества и температуры воды.

7). Однако есть жесткий предел оптимизации отдельных плотин: все равно нарушаются связи в речной системемиграции рыб, режим транспорта наносов, а также затапливаются ценные территории. Кроме того сами свободнотекущие реки обладают все возрастаю-

щей ценностью и этот конфликт с интересами гидроэнергетики разрешим только в ходе комплексного планирования.

8). Вот гипотетический пример – плотина ГЭС идеально соответствующая критериям ВКП, которая имеет один существенный негативный эффект – блокирует часть нерестилищ редкого осетра. Если схема не гарантирует сохранения достаточного количества незаменимых ресурсов (нерестилищ осетра) – она очевидно не может быть оценена как удовлетворительная (sustainable). Что еще можно предпринять кроме переноса проекта в другой створ? Насколько оптимальна данная ГЭС впрямую зависит от долгосрочного благосостояния остальных нерестилищ осетра в местах отдаленных от створа данной ГЭС. А если и там спланировано создание ГЭС? Видимо наиболее убедительная мера по оптимизации – вложения в охрану остальных нерестилищ в рамках той же схемы освоения бассейна. Т.е. оптимальными будут выплаты в региональный фонд поддерживающий охрану достаточного количества нерестилищ в бассейне.

9). Мы предлагаем подход оптимизирующий развитие гидроэнергетики в бассейне или регионе с экологической и социальной точек зрения. Т.е. сохранение экологических и социальных ценностей, управление водными ресурсами и гидроэнергетика должны быть включены в единый процесс планирования для выработки общей стратегии. А уже отдельные проекты оцениваются в соответствии со стратегией.

В тех случая когда в регионе уже идет комплексное планирование – стратегическая экологическая оценка, создание СКИОВО и т.п. – такую задачу лучше сделать интегральной частью этих процессов.

10). Первый шаг –собрать воедино существующие информационные ресурсы и уже существующие процессы планирования. Необходимо иметь информацию про 1) потребность в электроэнергии, 2) проблемы водного хозяйства и водопользователей, 3) экологические и социальные ресурсы региона (в идеале использовать результат экорегиональной оценки и планирования).

11). Системный проект развития гидроэнергетики состоит из двух взаимосвязанных стратегий: стратегии энергетики и стратегии охраны природы. Стратегии разрабатываются путем повторного сравнения плюсов и минусов разных сценариев развития гидроэнергетики и охраны природы. Два-три альтернативных сценария выбираются для более подробного анализа. Стратегия развития гидроэнергетики включает как набор приоритетных проектов так и механизм увязки их разработки с выполнением природоохранной стратегии в регионе. Природоохранная стратегия должна выявлять территории для взятия под охрану и предусматривать механизмы регионального природоохранного финансирования. Две стратегии вместе содержат информацию облегчающую планирование, экспертизу и утверждение конкретных проектов. Степень детализации и надежности информации может быть разной. Так если процесс интегрирован в СКИОВО – возможно долгосрочное планирование. Но возможно проведение быстрой оценки выявляющей безусловные точки согласия (no regret choices?) и для створов ГЭС и для заповедных участков.

12). Процесс должен пониматься как итеративный, когда начальные решения не отнимают возможности более детального и сложного планирования в дальнейшем. Ибо повторное лучшее планирование неизбежно произведет в лучшую стратегию развития. Дальнейшая работа над конкретными проектами и их экспертиза даст более точную информацию для будущих решений. Также и сама ситуация будет изменена (созданием новых ГЭС и ООПТ) и новые этапы планирования уже будет базироваться на новой информации и новых реалиях.

13). Понятно что даже первые шаги планирования обязательно требуют вовлечения многих заинтересованных участников, желательно при поддержке государства. Существующая практика отсутствия системного (общебассейнового) планирования слишком дорого обходится потом на стадии выполения проекта и для ГЭС и для экологических и социальных ценностейю.

14). Системное (бассейновое) и проектное (индивидуальные ГЭС) планирование тесно взаимосвязаны. Более оптимальные створы выбираются на основе обще-бассейнового планирования, а возможность строительства в них ГЭС определяется на стадии ТЭО. Бассейновая стратегия позволяет лучше спланировать для каждого индивидуального проекта как набор местных компенсационных мероприятий (рыбо-пропуски, режим экологического попуска), так и его участие в реализации общебассейновых компенсационных природоохранных мер (например создания пресноводных ООПТ). Сочетание местных и обще-бассейновых мер может быть разным для разных проектов осуществляемых в рамках единой стратегии.

15). Пример 1. Комплексная программа в бассейне р. Пенобскот.

Крупнейшая река штата Мейн с 12 проходными видами, уже более 100 лет большинство миграций блокировано плотинами. Достигнуто соглашение о ликвидации 3 ГЭС в нижнем течении и переноса их выработки на 6 ГЭС на притоках. Также улучшаются рыбопропуски и режимы экологических попусков на 2 других плотинах. В результате установленная мощность в бассейне упадет на 4%, а рыба вернется в 50-100% ранее утраченных местообитаний. Урок для планирования размещения ГЭС горек – оказывается можно было сразу избежать огромных потерь применив оптимальную схему размещения мощностей.

16). Пример 2. р. Янцзы, КНР. Сочетание ГЭС, защиты от наводнений и экологических приоритетов. В верхнем течении Янцзы только два каскада планируемых крупных плотин должны иметь мощность 56 ГВт (5-7 Эвенкийских ГЭС). Плотины также угрожают всем притокам и участкам на реке с 350 видами рыб, 140 из которых эндемики. Миллионы людей зависят от рыболовства в частности и от речной экосистемы в целом. Мы работаем над двумя компли-ментарными методами комплексного планирования чтобы предотвратить худшие последствия.

17). Экологический сток. В естественных условиях муссонного климата 60% стока Янцзы приходится на летние месяцы. Наибольшая потребность в электричестве в южном Китае также наблюдается в эти месяцы. Но существующие правила предписывают держать летом в водохранилищах большие пустые противопаводковые емкости в ожидании наводнения…. С одной стороны это ведет к неестественному изменению стока с максимумом в мае (опустошение емкостей) а с другой – к существенным потерям в доходах энергетиков. Предлагается вернуть реке б.м. естественный режим стока, а часть вырученных от продажи энергии денег использовать для «фонда управления поймой». (см. рисунок) Такой фонд будет обеспечивать более комплексную и надежную адаптацию населения ниже по течению к паводковому режиму, включая самые катастрофические наводнения. Современная система имеет ясные ограничения и неспособна защитить многомиллионное население от наиболее катастрофических наводнений, когда объем стока существенно превышает противо-паводковые емкости.

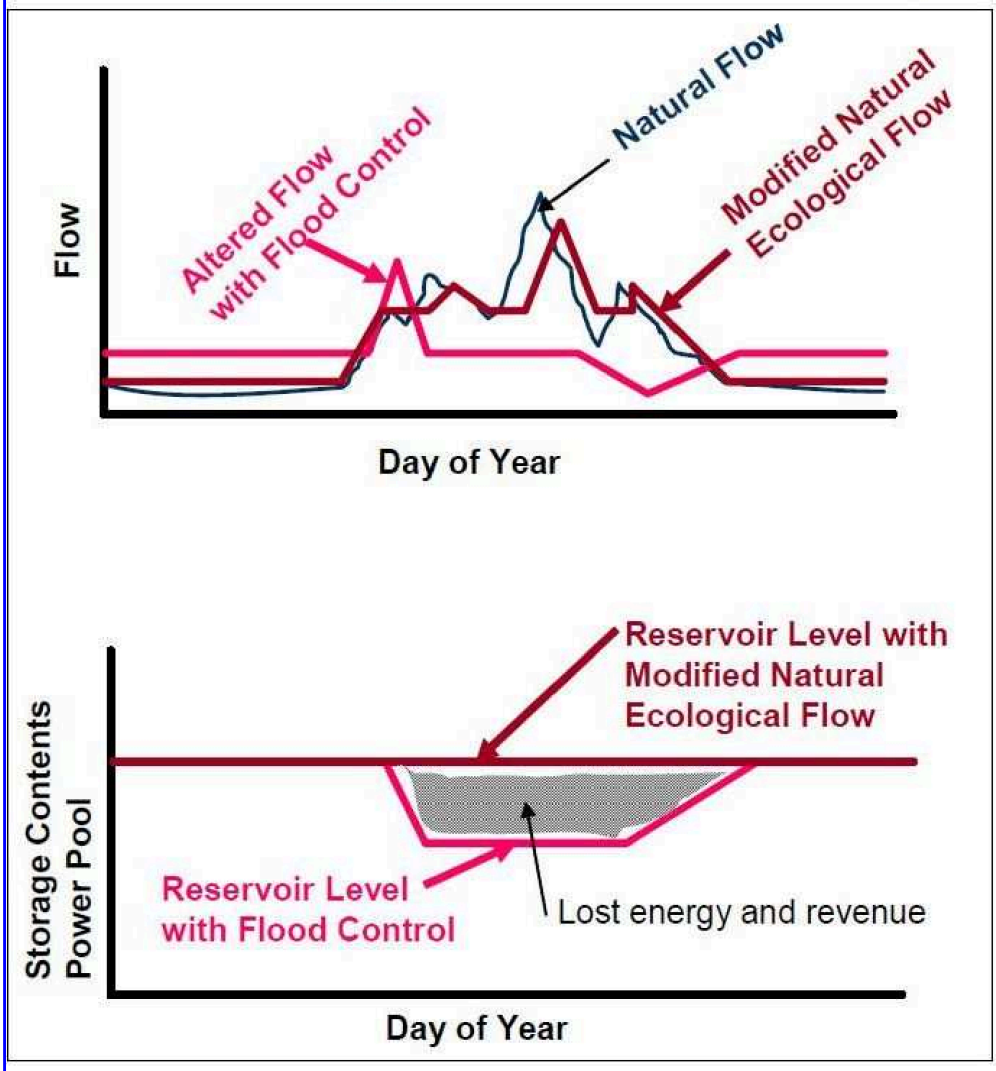
Итого 50 крупных и сотни средних и мелких. ГЭС планируется в верхней части бассейна Янцзы что окажет глубокое влияние на экологические и социалные ценности. Требуется комплексное планирование дабы обеспечить выработку электроэнергии и сохранение наиболее ценных экологических и социальных объектов.

TNC в сотрудничестве с китайскими организациями составило предварительную схему ценных в природоохранном отношении участков (суббассейнов) выше Трех Ущелий, сохранение этого «природоохранного портфеля» может обеспечить существенную охрану пресноводного биоразнообразия Верхней Янцзы.

На основе нашего плана возможно сотрудничество с агенствами КНР по оптимизации гидрогенерации, противопаводковой защиты, экосистемных услуг и природоохраны.

При этом суммарное производство электроэнергии может быть почти таким же как от суммы сегодня заявленных индивидуальных проектов ГЭС.

Figure 4. Alternative operation scenarios for future dams on the Upper Yangtze.



18). Сопряженное планирование размещения ГЭС и охраны природы.

Значительная охрана экосистем может быть достигнута на хорошо избранных участках, а общий задействованный гидропотенциал не понесет существенного урона. Так несколько уже запущенных в производство мегапроектов ГЭС многократно перекрывают мощности от которых следует отказаться для защиты приоритетных природоохранных участков.

Масса мелких проектов планируемых на притоках имеет сравнительно малую суммарную мощность. Так 50 мелких проектов в верховьях суммарно дают 1 ГВт или около 2% от мощности планируемой для бассейна Верхней Янцзы.

Естественно что так как проекты принадлежат разным фирмам и находятся в разных уездах, то всегда будет законное недовольство тех чьи проекты были отменены. То есть построенные ГЭС должны отчислять средства в бассейновый фонд, из средств которого обеспечивается охрана ценных участков, в том числе компенсация упущенных выгод местным группам интересов. Т.е. в простейшем случае –субсидий местным властям для обеспечения охраны ценных акваторий.

Такое широкомасштабное планирование не под силу инвесторам отдельных проектов, требует государственной координации. Однако государство пойдет на это с большей охотой если будет видеть заинтересованность ГЭС-бизнеса.

Сейчас Бассейновая Комиссия Янцзы начинает пересмотр Плана развития (2003 г) и это прекрасная возможность для создания оптимального плана развития и охраны природы.

19). ВЫВОДЫ:

Преимущества системного подхода

Преимущества для сохранения экологических и социальных ценностей очевидны:

- большая вероятность избежать реализации самых вредных проектов ГЭС;
- лучший учет кумулятивных эффектов (многих ГЭС и разных водопользователей);
- связывает в единый механизм осуществление отдельных проектов и выполнение комплексного общебассейнового природоохранного плана.

20). Не менее очевидные преимущества подхода с точки зрения развития гидроэнергетики включают:

Комплексное управление водными ресурсами часто ведет к экономическому выигрышу (см пример с защитой от наводнений на Янцзы)

Проекты прошедшие горнило бассейнового планирования менее отягчены противоречиями и неопределенностями, а соответственно меньше рисков для владельцев и инвесторов. Также вероятно ускорение рассмотрения и согласования отдельных проектов т.к. многие вопросы уже решены при общебассейновом планировании

Меньше ограничений на режимы работы конкретных ГЭС, так как ряд более эффективных компенсационных мер может выполняться в рамках обще бассейнового плана (а не только на площадке проекта).

Если системное планирование приводит к лучшим результатам, то у ГЭС-индустрии повышается общественное признание, а также появляется возможность продвижения ГЭС как источника возобновимой энергии на международных рынках.

21). Мы описали гибкий, итеративный, комплексный процесс объединения планирования гидроэнергетики и охраны природы на системном (бассейновом) уровне. Процесс крайне прагматичный – но очень важно чтобы решения на его основе соотносились с качеством и полнотой доступной информации. Там где информации мало он может помочь выбрать только очевидные безусловные точки согласия (no regret choices?), с пониманием того что повторные раунды планирования с использованием лучшей информации позволят принимать более сложные решения.

22). В мире в 2007 году на ГЭС было потрачено 20 миллиардов долларов. Если бы десятую процента от этого потратить на систематическое планирование, то 20 миллионов в год могли бы радикально улучшить экологическую и социальную устойчивость гидроиндустрии.

«Первые выводы и рекомендации»

В качестве обобщающих обзор предложений в резолюцию заседания рекомендую рассмотреть следующие тезисы:

1). Мировой и отчественный опыт показывает что, чтобы реки оставлись живыми и продуктивными экосистемами необходима оптимизации бассейнового планирования гидроэнергетики и иной гидротехнической деятельности в рамках комплексного управления водными ресурсами. Предусмотреть конкретные алгоритмы сопряженного бассейнового планирования функционирования старых и размещения новых ГТС (в т.ч. плотин ГЭС) и охраны природы целых речных бассейнов, в частности в рамках СКИОВО(Схем комплексного использования водных объектов). В рамках таких комплексных планов предусмотреть взаимосвязанные меры по

А) признать важнейшей целью восстановление нарушенных речных экологических систем, определить для каждого бассейна и его частей пределы допустимой антропогенной нагрузки и пути ее снижения

Б) выявить сравнительную ценность и взаимосвязи разных частей бассейна и

избегать нарушений в более ценных участках водных и долинных экосистем,

В) планировать постепенное снижение общего негативного воздействия плотин и иных ГТС на экосистемы бассейна

Г) добиваться параллельной оптимизации экономической эффективности и экологической безопасности в рамках одной бассейновой схемы развития

Д) осуществлять демонтаж (или модификации) неэффективных и отслуживших срок ГТС, наносящих ущерб экосистемам, а часто и представляющих непосредственную опасность для общества,

Е) предусмотреть поддержку бассейновых мероприятий по охране естественной водной биоты и созданию ООПТ из доходов от гидрогенерации, а не ограничиваться субсидированием искусственного рыборазведения.

Без такого комплексного бассейнового подхода, изложенные ниже рекомендации по обеспечению экологического стока будет сложнее выполнять, а результат будет менее эффективен

2). Законодательно предусмотреть разработку и осуществление на всех модифицированных человеком реках экологического попуска, в составе комплексного попуска, обеспечивающего режим близкий к естественному и поддержание биологической продуктивности и биологического разнообразия речного бассейна. Обеспечить сопряженное рассмотрение стоковых, гидрохимических и температурных показателей, способных повлиять на состояние водных экосистем ниже по течению. (Современные нормы допусимого воздействия -НДВ недостаточны для обеспечения даже минимальных потребностей биоты, а начало их внедрения в рамках разработки НДВ и СКИОВО в ряде случаев является профанацией.).

3). Необходимо законодательно закрепить постепенный экспериментальный процесс отладки попусков на конкретных существующих гидроузлах и определить порядок в котором государство и собственник гидротехнических сооружений делят ответственность и материальные издержки в этом процессе. Предусмотреть квалифицированный многолетний гидро-экологический мониторинг для оценки эффективности и оптимизации режимов попуска. Предусмотреть первоочередный расчет НДВ, экологического попуска и многолетний мониторинг в створах считающихся перспективными для гидростроительства.

4). Пересмотреть Правила использования водных ресурсов водохранилищ, с целью обязательного включения обоснованных норм попуска и иных экологических требований к стоку. Предусмотреть оптимизацию использования объема противо-паводковых емкостей в водохранилищах ГЭС для обеспечения экостока . В общем случае ввести в повседневные практику эксплуатации всех действующих ГЭС экологический попуск для обеспечения социально-экологических потребностей.

5). В области технической политики и проектирования новых и модернизации существующих ГЭС не повторять ошибок прошлого, когда конструктивные недостатки плотин и оборудования препятствуют оптимизации экологических параметров. Конструкция новых ГЭС должна учитывать экологические требования и позволять дальнейшую оптимизацию режимов стока. Это прежде всего касается размера/ количества турбин и возможности варьировать сток. Во-вторых это касается конструкции и местоположения водозаборов и сливов для регулирования напора, качества и температуры воды. В-третьих это касается условий для обеспечения пропуска живых существ вверх и вниз по течению.

6). Максимизировать экологические функции нижних плотин ГЭС каскадов, в том числе контррегуляторов, в целях

обеспечения экологических попусков, выравнивания суточной и недельной пульсации стока, улучшения температурного и иных аспектов стока в нижнем бьефе. Рассмотреть варианты перераспределения пиковых нагрузок в выработке энергии на с нижних плотин на другие ГЭС и иные электростанции, в целях обеспечения оптимальных экологических параметров стока.

7) Осуществлять меры по предупреждению уничтожения пойменных экосистем: недопущению застройки пойм, стимулированию сохранения пойм как естественных противопаводковых емкостей, усилению режима водоохранных зон и его индивидуальное планирование для поддержания естественных функций реки и т.д.

Часть 2. Планы обзора источников

В дальнейшем при наличии интереса в Тематическом сообществе я предполагаю включить в обзор следующие работы:

VI) Опыт The Nature Conservancy-организация с огромным опытом работы с бизнесом и государством выступает координатором международного консорциума по разработке ELOHA. ELOHA – аббревиатура для современного метода вычисления региональных НДВ на гидрологические параметры – основная стандартная методика планирования и согласования требований к экостоку в крупных регионах. 2009. The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards N. LEROY POFF et al, Sep 2 2009

VII) Австралийские законы и нормативные акты (самая развитая в мире нормативная база по экостоку) 2000-2010

VIII) Всемирный Банк. 2009. Два тома рекомендаций и примеров по лучшей практике экологического стока. Environmental Flows in Water Resources: Policies, Plans, and Projects. WB.

IX) Возможности для экологического попуска на шведских ГЭС. Effects of hydropower generation and opportunities for environmental flow management in Swedish riverine ecosystems BIRGITTA MALM RENÖFÄLT, ROLAND JANSSON, CHRISTER NILSSON May 21 2009

X) Место температурного режима в требованиях к экологическим попускам. Пока лучший источник – обзор 2009 года: Incorporating thermal regimes into environmental flows assessments: modifying dam operations to restore freshwater ecosystem integrity (p 86-107) JULIAN D. OLDEN, ROBERT J. NAIMAN May 28 2009

XII) Экологическая реакция на изменение гидрорежима – обзор литературы для ученых и управленцев. Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows N. LEROY POFF, JULIE K. H. ZIMMERMAN Sep 23 2009

XIII) Опыт оптимизации стока на крупных реках США (Миссури, Колорадо, Колумбия и др) –много разных источников – отчетов федеральных агенств.

XIV) Опыт Франции по охране свободно- текущих рек (буду благодарен франкоязычным коллегам за помощь с подбором и переводом материала)

XV) Hydropower Dams and Fluvial Morphological Impacts –An African Perspective. Prof Gerrit Basson – Department of Civil Engineering, University of Stellenbosch, South Africa

Ссылки на литературу Интернет- ресурсы:

(1)Экологические попуски. Ред. Д.Р. Зиганшина . Межгосударственная координационная водохозяйственная комиссия Центральной Азии (МКВК). Ташкент 2003 www.cawater-info.net/library/rus/01_eco.pdf

(2)Richter, B. D., and G. A. Thomas. 2007. Restoring environmental flows by modifying dam operations. Ecology and Society 12(1): 12. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art12/

(3) Water directive manual WFD and Hydromorphology 2006 http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/downloads/Technisches_Papier.pdf

(4) Международное энергетическое агенство. Сайт

IEA http://www.ieahydro.org/annex8.htm

(5) Truffer et al 2001Framework of Criteria for Green Hydropower in Switzerland

Критерии Зеленой Гидроэнергетики в Швейцарии (цитируется по обзору литературы программы р.Меконг)

(6) Jeff J. Opperman and David L. Harrison, The Nature Conservancy, USA

Pursuing Sustainability and Finding Profits: Integrated Planning at the System Level

(7)Bunn, S. E., and A. H. Arthington. 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management* 30:492-507.

(8) King, J. M., C. Brown, and H. Sabet. 2003. A scenario-based holistic approach to environmental flow assessments for rivers. *River Research and Applications* 19:619-639. Postel, S., and B. Richter. 2003. *Rivers for life: managing water for people and nature.* Island Press, Washington, D.C., USA.

(9) Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegaard, B. D. Richter, R. E. Sparks, and J. C. Stromberg. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* 47:769-784.

(10) Tharme R.E. (2003) A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River

Research and Applications, 19, 397-441..

(11) Freshwater Biology. Blackwell Publishing Ltd. Volume 55 Issue 1 , Pages 1 - 260 (January 2010) . Special Issue: ENVIRONMENTAL FLOWS: SCIENCE AND MANAGEMENT.
http://www3.interscience.wiley.com/journal/123214913/issue

Это источник статей 2009 года указанных в списке с римской нумерацией: VI, IX-XII.

(12) ЭКО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ
http://dw.iwmi.org/ehdb/wetland/index.asp
Разработана Международным институтом управления водными ресурсами в сотрудничестве с Водной программой ЮНЕП как часть деятельности Рабочей группы ЮНЕСКО по эко-гидрологии. База данных содержит информацию о различных аспектах функционирования и управления пресноводными экосистемами. Сведения получены из опубликованных статей и отчетов, интернет-сайтов. На сегодняшний день доступны следующие базы данных:
Оценки требований к экологической циркуляции в бассейнах рек мира;
Оценка экологических потоков водных экосистем: база данных методологий;
Количественное описание гидрологических функций водно-болотных угодий.
Подробнее обращаться:
v.smakhtin@cgiar.org – Владимир Смахтин (см источник (1))

(13) «Брисбенская Декларация» 2007. Цитируется по источнику (11)Freshwater Biology. Blackwell Publishing Ltd. Volume 55 Issue 1 , Pages 1 - 260 (January 2010) . Special Issue: ENVIRONMENTAL FLOWS: SCIENCE AND MANAGEMENT.

Стратегии охраны рыб при зарегулировании стока рек

Павлов Д.С. – Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, академик РАН.
Скоробогатов М.А. – Тверской государственный технический университет, д.т.н.
Эрслер А.Л. – в.н.с. ФГУ «МИК», к.т.н.

Миграции животных - одно из наиболее сложных, разнообразных и интересных биологических явлений. Это в полной мере относится и к рыбам, чьи миграции различны по своей протяженности, направлению и формам проявления (пассивные и активные). Миграции имеют адаптивное значение, обеспечивая благоприятные условия существования и воспроизводства вида. Нерестовые, покатные, кормовые и зимовальные миграции рыб вместе составляют единый миграционный цикл, который является неотъемлемым элементом их общего жизненного цикла. Миграционное поведение рыб во внутренних водоемах схематично может быть представлено в виде миграционных колец, которые "накладываются" на существующую систему течений - река-море или река-озеро.

Миграции рыб, как правило, тесно связаны с системой течений в области распространения отдельных популяций. При этом рыбы могут перемещаться как против течения, так и вниз по течению.

Для одних видов, которые в дальнейшем будем называть «мигранты», характерны длительные нерестовые и покатные миграции рыб вдоль реки. К ним в первую очередь следует отнести проходных и полупроходных рыб, а также туводных рыб, которые совершают реодромные миграции в пределах_бассейна реки. Для других видов рыб («жилые») свойственны незначительные по протяженности миграции в пределах небольших участков рек или их притоков, а также в пределах акваторий водохранилищ. Длина нерестовых и покатных миграций «мигрантов» может достигать нескольких тысяч километров. Например, до зарегулирования стока р. Волги протяженность миграционных путей белуги и русского осетра достигала 3500 км, после строительства плотин протяженность миграций для этих видов рыб сократилась до 750 км – от Каспийского моря до плотины Волгоградского гидроузла.

Охрана рыб при миграциях, сохранение их миграционных путей – одна из основных задач, которые необходимо решать при воздействии человека на экосистемы водоемов. В условиях зарегулированного стока рек становятся невозможными или затруднены нерестовые и покатные миграции рыб. Возведение плотин, регулирование стока рек и безвозвратное водоизъятие нарушают сложившиеся веками миграционные циклы рыб, в значительной степени отражаясь на их воспроизводстве и на развитии молоди.

Обеспечение миграций рыб в реках предполагает, прежде всего, управление

поведением мигрантов в потоке воды, разработку специальных рыбоохранных мероприятий, создание специальных устройств и сооружений (рыбопропускных, рыбоспускных, рыбозащитных, искусственных нерестилищ и др.), т.е. создание условий, используя которые, мигранты достигают нерестилищ, а также мест нагула.

Стратегия охраны мигрантов (проходных и полупроходных рыб)*.

Существование популяций мигрантов невозможно без сохранения их воспроизводства. Для рыб, совершающих протяженные нерестовые миграции от мест нагула к местам нереста и обратно, плотины являются непреодолимым препятствием. Поэтому обязательное условие их дальнейшего существования - обеспечение пропуска через плотины как нерестовых мигрантов, так и покатников, т.е. обеспечение нормальных условий реализации миграционных циклов. Экологически, а часто даже экономически, целесообразность такого решения не вызывает сомнения. Для этого необходима разработка соответствующих мероприятий и технических решений.

При возведении гидроузлов на рыбохозяйственных реках основное внимание уделялось пропуску нерестовых мигрантов вверх через плотину. Для этого в теле плотины строятся специальные рыбопропускные сооружения. При этом мало внимания уделялось другой составляющей воспроизводства этих рыб, а именно скату через плотину к местам нагула. Во многих случаях это негативно отразилось на состоянии популяций рыб, так как даже в случае успешного нереста производителей их потомство при скате через плотины ГЭС по большей части погибало. При прохождении турбин и водосбросов гибнет молодь и отнерестившиеся производители. При этом наиболее характерные травмы рыб: увеличение или разрыв плавательного пузыря, кровоизлияние в тканях и органах; выпучивание глаз, ссадины и повреждение покровов тела и др.

Как вытекает из приведенных выше положений, одной из основных стратегией охраны проходных и полупроходных, является также обеспечение безопасного ската из водохранилищ. В нашей стране чрезвычайно мало сделано для охраны мигрантов от гибели на плотинах ГЭС. За рубежом последнее время этому вопросу уделяют большое внимание. Однако и там вопрос безопасного ската молоди в условиях зарегулирования рек полностью не решен, несмотря на большое число используемых технических средств. Работы ведутся по двум направлениям: первое – обеспечение безопасных условий прохождения рыбами турбин за счет усовершенствования их конструкций и изменения режимов работы; второе – сбор и отвод покатников по специальным трактам в обход ГЭС.

Первое направление пока не получило должного развития, так как решение здесь во многом зависит от сложных условий эксплуатации гидроэлектростанций и связано с определенными потерями в энергетике. Для реализации второго направления используются механические сетчатые экраны, потоки воздушных пузырьков, электрические и звуковые раздражители.

В нашей стране имеется положительный опыт восстановления миграционных путей для мигрантов путем пропуска рыб к местам нереста рыбопропускными сооружениями и организации безопасного ската молоди рыб в нижний бьеф гидроузла. Например, на реке Тулома на Нижне-Туломской ГЭС и Падунском пороге на р.Печа (приток р. Тулома) построены лестничные рыбоходы, а для обеспечения безопасного прохождения молоди рыб в нижний бьеф организуют специальные попуски воды. Анализ материалов ФГУ Мурманрыбвода свидетельствует о высокой эффективности этих рыбоохранных мероприятий. В течение многолетнего периода эксплуатации сооружений количество производителей семги, проходящих по лестничному рыбоходу

* См. также: Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. Покатные миграции рыб через плотины ГЭС.-М.:Наука, 1999.-255 с.

Нижне-Туломской ГЭС, остается на достаточно высоком уровне.

Стратегии охраны жилых рыб.

Миграции жилых рыб имеют при небольшиую протяженность перемещения. Поэтому строительство плотин не всегда приводит к разрыву миграционных колец.

Для выявления стратегии охраны жилых рыб важно решение теоретического вопроса о роли покатной миграции в жизни их популяций. Эта роль принципиально отличается в искусственных и естественных водоемах. В озерах, из которых рыбы могут свободно перемещаться как вверх, так и вниз по течению, эта миграция обеспечивает поддержание или увеличение численности популяции за счет расселения молоди и расширения площадей нагула.

В водохранилищах рыбы могут свободно перемещаться только вверх против течения. Перемещение вниз по течению связано с возможностью ската молоди рыб и отнерестившихся производителей в нижний бьеф гидроузла. Рыбопропускные сооружения позволяют пополнять популяции половозрелыми особями из нижнего бьефа гидроузла. Для подавляющего большинства водохранилищ, в которых отсутствует возможность пропуска рыб из нижнего бьефа плотин в верхний, покатная миграция необратима и, следовательно, соответствует безвозвратному изъятию части рыбного населения. Гибель жилых рыб при покатных миграциях через ГЭС следует рассматривать в двух аспектах: влияние на рыбное население всего водного бассейна и влияние на рыбное население только водохранилища. Если для водного бассейна убыль жилых рыб определяется числом особей, погибших при прохождении турбин ГЭС, то для водохранилища она определяется численностью вынесенных из него рыб. Поэтому стратегия охраны жилых рыб заключается в создании условий, препятствующих их выносу из водохранилища. Для реализации этой стратегии могут быть использованы следующие принципы защиты молоди рыб от попадания в водозаборные сооружения: экологический – использование закономерностей, связанных с образом жизни рыб (распределение, миграциями) и особенностями их попадания в водозаборные сооружения; поведенческий – использование поведенческих реакций рыб на те или иные раздражители (световые, звуковые, гидравлические и др.); использование ряда физических явлений (задержание рыб механическими преградами, использование разницы между плотностью воды и телом рыб и др.) при условии сохранения жизнеспособности рыб. Эти принципы реализованы в различных конструкциях рыбозащитных сооружений.

В каждом конкретном случае необходимо проводить соответствующие биологические и гидравлическое обоснования. Например, после проведения двухгодичных исследований на Цимлянском гидроузле был разработан ряд рыбозащитных мероприятий для жилых видов рыб. Снижение численности жилых рыб в результате их покатной миграции из Цимлянского водохранилища несущественно. Максимального значения оно достигает у судака – 0.9% от его промысловых запасов. Однако у судака наблюдается 100% гибель мигрантов, что в соответствии с требованиями существующего российского законодательства, требует проведения рыбозащитных мероприятий. Для сохранения этого вида может быть предложено изменение горизонта изъятия стока ГЭС с придонного на поверхностный или отвлечение судака на безопасное расстояние от ГЭС, за счет управления распределением его основного кормового объекта – тюльки в приплотинном участке водохранилища.

Таким образом, существуют две стратегии охраны рыб на зарегулированных водотоках – стратегия охраны мигрантов (проходных и полупроходных рыб) и стратегия охраны жилых рыб. При реализации первой стратегии необходимо обеспечить безопасный проход рыб через плотину как вверх против течения, так и вниз, а при реализации второй - не допустить их миграции из водохранилища.

Позиция гидротехников при решении проблемы сохранения условий естественного воспроизводства водных биологических ресурсов при строительстве и эксплуатации гидротехнических объектов

Иванов Александр Васильевич
и Филиппов Георгий Георгиевич
ОАО «Институт Гидропроект»
940-54-51, rzu01@mail.ru

Взаимоотношения водопользователей и рыбоохранных органов обусловлены обширным блоком законодательных актов, основными из которых являются:

- Конституция Российской Федерации определяет отношение государства к охране природы, декларируя, что "каждый должен сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам";

- Федеральный закон «Об охране окружающей среды» устанавливает основные принципы обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды, регламентируя необходимость эксплуатации сооружений в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды, в т. ч. с обязательным выполнением мероприятий по охране окружающей среды и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности;

- Федеральный закон «О животном мире» устанавливает основные принципы обеспечения безопасности рыб на водозаборах, регламентируя действия, выполнение которых необходимо для соблюдения законодательства Российской Федерации об охране и использовании животного мира;

- Уголовный кодекс определяет степень наказания за уничтожение водных биологических ресурсов при эксплуатации водозаборных сооружений;

- Водный кодекс обязывает водопользователей, использующих водные объекты для забора (изъятия) водных ресурсов, принимать меры по предотвращению попадания рыб и других водных биологических ресурсов в водозаборные сооружения;

- Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» указывает на то, что влияние на состояние водных биоресурсов и среду их обитания должно учитываться не только при заборе водных ресурсов, но и при территориальном планировании, градостроительном зонировании, планировке территории, архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности.

- СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» также обязывает при проектировании гидротехнических сооружений предусматривать организацию рыбоохранных мероприятий;

- СНиП 2.06.07-87 “Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения“ определяет нормы и правила проектирования и строительства рыбоохранных сооружений, которые по согласованию с органами рыбоохраны необходимо предусматривать на гидроузлах и водозаборах на реках, водохранилищах и других внутренних водоемах, имеющих рыбохозяйственное значение;

- Стандарт организации ОАО «РАО ЕЭС России» “Гидротехнические сооружения ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы проектирования“ является ведомственной версией «рыбозащитного» СНиП 2.06.07-87. в которой представлены современные подходы к разработке рыбозащитный сооружений.

Однако очень часто при строительстве и эксплуатации гидротехнических объектов проведение природоохранных мероприятий, направленных на предотвращение ущерба, наносимого окружающей среде часто заменяется компенсацией этого ущерба. Такая практика противоречит закону, поскольку компенсации подлежит только непредотвратимый ущерб, наносимый природе при строительстве гидротехнического объекта. При его эксплуатации природе, в частности рыбному хозяйству причиняется ущерб, который можно и по закону должно предотвратить с помощью комплекса рыбоохранных (рыбопропускных, рыбозащитных и иных) сооружений, необходимость проведения которых обусловлена рассмотренными законодательными и нормативными актами. Что же касается проведения компенсационных мероприятий, в частности, искусственного зарыбления водоемов, то они, безусловно, имеют право на существование, как мероприятия, направленные на повышение биопродуктивности и биоразнообразия зарегулированных водоемов. Однако здесь необходимо учитывать следующее. Вселяемые в водоем рыбы в еще большей степени, чем дикие аборигенные виды, подвержены сносу, попаданию и гибели в водозаборах. Так еще в середине прошлого века было отмечено, что в водозаборах гибнет рыбы не меньше, чем ее выпускают с рыбоводных заводов [Городничий]. Поэтому искусственное рыборазведение, неподкрепленное защитой вселенцев на водозаборах не имеет никакого экономического и природоохранного смысла.

В связи с этим создание простой, экологически чистой и эффективной технологии обеспечения безопасности рыб при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений можно считать важнейшей природоохранной задачей современной гидротехники.

Известны следующие виды рыбоохранных сооружений, устройств и мероприятий, направленных на обеспечение безопасности водных биоресурсов и сохранение условий их естественного воспроизводства:

- стационарные и мобильные рыбопропускные сооружения и устройства;
- нерестовые каналы и искусственные нерестилища;
- места оптимального обитания рыб;
- рыбозащитные и рыбоспускные устройства;
- рыбонаправляющие и рыботранспортирующие устройства.

В настоящее время вопросы разработки всех видов рыбоохранных мероприятий достаточно хорошо изучены и проработаны для того, чтобы уделять этому основное внимание. Хотелось бы сказать о другом.

Практика общения специалистов от рыбозащиты с водопользователями показывает, что ВСЕГДА первыми, адресованными к проектанту являются следующие вопросы:

1. «Почему мы должны что-то строить? От нас этого никто не требует!!!»

2. «На каких крупных ГЭС есть рыбозащита? Почему мы должны быть первыми?»

Повторяем – это происходит на каждом крупном гидроэнергетическом объекте и к каждому из них органы рыбоохраны не предъявляют ни каких требований. Правда, есть одно исключение. По неопытности и удаленности от центра Амуррыбвод проявил было бдительность, не видя рыбозащиту на Бурейской ГЭС, но ему быстро все объяснили, и … средства на компенсацию ущерба ушли в Ростов, т.е. за многие тысячи километров от Буреи. Тем самым, данное исключение красноречиво подтвердило основное правило.

Есть, правда, и еще одно исключение – это каскад, хотя и не столь крупных, но все же ГЭС, Нижне-Черекских. На них хотя и медленно, но строятся рыбоохранные мероприятия. Однако наибольшую активность рыбоохранные органы проявляют на другом участке «фронта». Их главная задача – получение компенсации за ущерб рыбному хозяйству от строительства каскада и определение размера этого ущерба.

Но это все исключение из правил. Давайте рассмотрим теперь примеры, наглядно иллюстрирующие само правило.

1. Великая осетровая река Волга. На Волгоградском гидроузле был и работал (пропускал рыб, в т.ч. и осетровых) рыбоподъемник. Теперь он остановлен и на его месте рыбоводный завод. Таким образом, с целью удовлетворения нужд искусственного рыборазведения ареал распространения и, главное, естественного воспроизводства осетровых сократился на Волге на сотни километров.

На это можно возразить тем, что рыбоподъемник остановили, поскольку осетры перестали доходить до гидроузла. Но, разве в этом виноваты только гидротехники? А если и виноваты, то нужно предложить им провести мероприятия по восстановлению условий естественного воспроизводства в нижнем бьефе гидроузла. Работы по созданию нерестовых комплексов для литофильных рыб проводились в прошлом веке, однако в настоящее время свернуты за невостребованностью.

2. Одним из направлений рыбоохранных мероприятий является устройство искусственных нерестилищ и других мест оптимального обитания и воспроизводства водных биологических ресурсов. В настоящее время во всем мире получает все большее развитие одна из разновидностей этого направления, а именно искусственное рифостроение, как технология не только организации естественного воспроизводства водных биоресурсов, но и экологического обустройства водоема и управления интенсивностью миграций по нему рыб с целью предотвращения их ската к источнику опасности. Данная технология в 2007 г. Россельхознадзором была одобрена к дальнейшей разработке на Цимлянской ГЭС. Однако в настоящее время на Угличской ГЭС и Рязанской ГРЭС в Управлении контроля, надзора, рыбоохраны и воспроизводства Росрыболовства она не только не находит понимания, но и была названа экологически опасной, наносящей ущерб водным биологическим ресурсам, который необходимо компенсировать проведением рыбоводных мероприятий. При этом ни на никакую научную обоснованность данного решения нет даже и намека.

Рассмотрим еще один пример, иллюстрирующий безразличие некоторых структур Росрыболовства к сохранению естественных водных биоресурсов и среды их обитания.

Как уже отмечалось ранее, в нашей стране накоплен обширный и многообразный опыт разработки рыбоохранных мероприятий организациями различной ведомственной принадлежности. В связи с этим необходимо отметить, что в настоящее время в Росрыболовстве нет ни одной организации, занимающейся рыбопропуском и только три-четыре – рыбозащитой. При этом две из них – ЦУРЭН и ГосНИОРХ озабочены только электрорыбозаградителями или, проще говоря, электроудочками, то есть на са-

мом деле они никакого отношения к рыбозащите не имеют, разве что ее компрометируют. Основным результатом деятельности этих организаций стала всемерная популяризация электроудочек среди браконьеров, которые с их помощью убивают в наших водоемах все живое и наносят дикой природе ущерб, уже сравнимый с экологической катастрофой.

Рассмотренные факты красноречиво показывают, что для Росрыболовства сохранение естественной ихтиофауны, даже на таких водоемах как Нижняя Волга, является, мягко говоря, менее приоритетным, чем компенсационное искусственное рыборазведение.

При этом следует учитывать, что при образовании водохранилищ создаются благоприятные условия для повышения их биопродуктивности и биоразнообразия, в том числе с помощью искусственного зарыбления. Еще в прошлом веке классики отечественной ихтиологии [Никольский, Павлов, Поддубный и другие ученые] заложили основы конструирования управляемых высокопродуктивных водным экосистем и предложили подходы к разработке инженерно-биологических методов решения этой комплексной задачи. Однако в настоящее время от проекта их рыбохозяйственного освоения требуют, главным образом, только строительство компенсационного рыборазводного объекта, устройство тоневого участка и мощностей по переработке рыбной продукции. Эти требования являются лишь верхушкой весьма многокомпонентного «айсберга» рыбохозяйственных и рыбоохранных мероприятий, необходимость, проведения которых в полном объеме от гидротехников никто не требует.

В сложившейся ситуации, дабы избежать двусмысленности во взаимоотношениях гидротехников и рыбоводов, как между собой, так и с российским природоохранным законодательством, необходимо просить Росрыболовство, как ведомство, уполномоченное осуществлять надзорные функции по сохранению водных биологических ресурсов, определить свою позицию по отношению:

- к необходимости обеспечения условий естественного воспроизводства водных биологических ресурсов при строительстве и эксплуатации гидротехнических объектов;

- к рыбозащите, как к одной из основных компонент обеспечения безопасности воспроизводства водных биологических ресурсов, в том числе и на крупных объектах гидроэнергетики;

- к искусственным рифам, как средству экологического и рыбохозяйственного обустройства водохранилищ, создания условий и обеспечения безопасности естественного воспроизводства водных биологических ресурсов;

- к электролову, как к средству защиты водных биологических ресурсов и среды их обитания.

Влияние плотин ГЭС на биологические ресурсы

Д.г.н. Коронкевич Н.И., к.г.н. Малик Л.К.
г. Москва, Институт географии РАН

Планами развития гидроэнергетики в России предусмотрено дальнейшее освоение гидроэнергетического потенциала рек преимущественно восточных и дальневосточных районов страны. В связи с этим целесообразно напомнить о влиянии эксплуатируемых и некоторых намеченных к строительству плотин ГЭС на фауну водных и околоводных геосистем этих регионов, используя не только опубликованные работы, архивные материалы и результаты наблюдений ряда ведомственных организаций (СО РАН, ДВО РАН, СибрыбНИИпроекта, Сибирского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации, Гидропроекта и его отделений и др.), но и выполненные ранее авторами статьи, выводы и обобщения на основе результатов полевых работ в районах функционирующих гидроузлов (Коронкевич, Малик, 1992; Малик, 1990 и др.).

Сибирь и Дальний Восток являются важнейшими рыбохозяйственными районами страны. Уловы рыбы в Усть-Иртышском, Енисейском и Ленском бассейнах составляли в конце XX века 600-650 тыс. ц, в отдельные годы – 800-900 тыс. ц [Биологические ресурсы Сибири, 1988]. Но исключительно большое рыбохозяйственное значение сибирских и дальневосточных рек заключается не столько в объеме лова, сколько в ценности видового состава рыб, в котором значительное место принадлежит осетровым, лососевым, сиговым, крупночастиковым видам рыб. Однако выловы этих ценных пород катастрофически падают (рис. 1).

Наиболее важную роль в рыбном хозяйстве страны играет Обь-Иртышский бассейн, где в год вылавливается около 500 тыс. ц рыбы [Гундризер и др., 1989]. В годы с высоким уловом (580 тыс. ц рыбы) он давал 1/3 улова по РСФСР и 70 % уловов по Сибири. Средняя рыбопродуктивность всех освоенных промыслом речных угодий (около 27 тыс. км) составляет здесь более 10 ц/км. Это высокая рыбопродуктивность в условиях сурового климата Западной Сибири.

Сочетание ряда благоприятных условий определило формирование рыбных богатств Западной Сибири. К ним относится наличие нерестовых угодий в Верхней и Средней Оби и ее притоках, почти ежегодно затопляемые поймы с системой соров, обеспечивающих нагул взрослых и нерест частиковых рыб, и наличие большого пресноводного пространства Обской губы, служащей выростной площадью для молоди, местом нагула и зимовки взрослых рыб и молодого поколения. Эти условия сформировали в Обь-Иртышском бассейне многочисленные стада сиговых рыб и сибирского осетра, почти утратившего промысловое значение в других бассейнах.

Сибирский осетр распространен во всех северных сибирских реках – от Оби до Колымы, в губах – Обской, Тазовской, Енисейской, Хатангской, в озерах

Зайсан и Байкал. Однако запасы осетра находятся в критическом состоянии и требуют принятия ряда неотложных мер. Наряду с рыбоохранными, эти меры должны включать искусственное воспроизводство осетра путем строительства рыбоводных заводов во всех основных бассейнах рек Сибири. Опыт восстановления стада осетровых заводскими методами в Волжско-Каспийском районе показал свою эффективность и может быть распространен на другие бассейны.

Другой представитель осетровых – стерлядь, распространена в Оби, Иртыше и Енисее. Статистика свидетельствует о резком падении уловов стерляди в последние годы. Наблюдается тенденция снижения уловов и нельмы, этого ценного представителя семейства лососевых и других пород рыб.

Численность рыбного стада, уровень его воспроизводства и колебания вылова по годам определяются целым рядом факторов – изменениями внутри года и от года к году гидрологического режима, загрязнением рек, гидростроительством и промыслом. Рассмотрение каждого из этих факторов требует самостоятельных публикаций. Здесь отметим лишь, что колебания водности рек и связанная с ними неупорядоченная система паводочных разливов, вызывающая во многие годы катастрофические затопления пойм, так же как и отсутствие затоплений в маловодные годы отрицательно сказываются и на рыбном, охотничьем и других видах хозяйств, базирующихся в поймах. Для них неблагоприятны как отсутствие или очень низкие половодья, так и слишком высокие и продолжительные разливы, при которых ухудшаются условия нереста и нагула рыб. Наилучшие условия для рыбного стада создаются в годы умеренно высоких, своевременных и длительных затоплений.

На численность рыбного стада исключительно большое влияние оказало загрязнение рек и водоемов промышленными сточными водами, нефтью при ее добыче и транспортировке, продуктами лесосплава, в результате чего многие нерестилища утратили свою роль, и реки потеряли рыбопромысловое значение. Особенно неблагоприятное положение дел с потерями рыбного хозяйства из-за загрязнения в Обь-Иртышском бассейне, где нормативную очистку проходят только 14% всех сточных вод, а также в бассейне Енисея. В состав промышленных сточных вод входит большое число токсичных веществ – фенолов, нефтепродуктов, тяжелых металлов, кислот, щелочей.

Загрязнение рек и водоемов наносит большой ущерб природе и различным отраслям хозяйства, прежде всего рыбному, и в других бассейнах Сибири и Дальнего Востока. Многие реки или их отдельные участки теряют из-за этого фактора свое рыбопромысловое значение. В Обь-Иртышском бассейне загрязнение и его неблагоприятные последствия усиливаются заморными явлениями.

Строительство гидросооружений на реках неблагоприятно сказывается на рыбном хозяйстве, нарушая условия естественного воспроизводства рыб. Не явились исключением и гидротехнические сооружения на Иртыше и Оби. Так, плотины Новосибирской, Бухтарминской и Усть-Каменогорской ГЭС привели к затоплению части нерестилищ, отрезали важные нерестовые угодья осетра и нельмы, а зарегулированный режим (изменившиеся высота и сроки половодья) отрицательно сказался на воспроизводстве осетровых и частиковых рыб. Утрата 40% нерестовых и свыше 100 тыс. га нагульных площадей после зарегулирования стока только р. Оби снизила эффективность естественного воспроизводства осетра в 10 раз. Отмечается сокращение ареала стерляди, почти полностью она исчезла в Кети, Чулыме, Томи, утратила промысловое значение в оз. Зайсан и Черном Иртыше. В результате резко упали уловы рыбы. На Верхней Оби в первые же годы существования Новосибирского водохранилища (с 1960 по 1965 гг.) улов упал с 58 до 42 тыс. ц. Сокращение улова происходило прежде всего за счет видов рыб, которые наиболее чувствительны к изменившемуся ниже плотины ГЭС водному режиму Оби и режиму затопления пойм – щуки, язя, плотвы. Так, с момента заполнения водохранилища вылов язя упал в 2-3 раза.

Производящиеся из водохранилищ попуски, вызывающие затопление пойменных водоемов, при осуществлении ряда дополнительных мер на пойме, помогают уменьшить урон, наносимый рыбному хозяйству строительством гидросооружений на реках. Однако попуски будут достаточно эффективны, если они обеспечат плавные колебания уровней с интенсивностью подъема и спада не более 20-40 см/сут., затопление различных участков поймы и соровой системы в различные календарные сроки и т.д. При резких спадах особенно велика гибель молоди в отшнуровавшихся пойменных водоемах и на мелководных участках поймы. Кроме того, объемы попусков должны обеспечивать оптимальные для рыбного хозяйства отметки затопления поймы – 1,5-2 м на наиболее низких участках поймы и 0,5-1,5 м – на повышенных. Необходимы также осенне-зимние рыбохозяйственные попуски. Поэтому при формулировании требований рыбного хозяйства к уровенному режиму конкретного водного объекта должна учитываться взаимосвязь режима работы водохранилища (время и продолжительность сработки, наполнения, разница максимумов уровней прошлого года и минимумов текущего) и факторов, обеспечивающих воспроизводство рыб (устойчивые гидрологические условия для полноценного питания и нереста) [Мурашов, Дубинина, Александровский, 2009].

По данным лаборатории водных ресурсов Сибирского НИИ гидротехники и мелиорации (г. Красноярск) добыча товарной рыбы до создания каскада ГЭС на Ангаре составляла 3,0 тыс. ц/год. Водохранилища каскада перекрыли миграционные пути проходных рыб и затопили нерестилища стерляди, осетра, тайменя, хариуса, сига, нельмы. Уловы снизились до 200-250 ц/год.

Рыбное хозяйство несет урон из-за гидростроительства и на небольших реках, например, Курейке. Повышенная концентрация сероводорода в первые пять-семь лет наполнения водохранилища, гибель личинок осенненерестящихся рыб (сиговых и лососевых) в период перехода на весеннее питание – все это вызывает сокращение рыбных запасов на нижнем участке реки.

Создание гидроузлов на притоках не уменьшает урон рыбному хозяйству на крупных реках. Прогнозы показали, что проектируемые гидроузлы на Зее, Бурее и Селемдже окажут влияние на рыбопродуктивность Амура. На Бурее в связи с малыми уловами (около 25 ц/год) нет промышленного рыболовства с 1969 г. Однако видовой состав рыбного стада отличается ценностью и разнообразием – ленок, хариус, таймень, красноперка, сом. Но главное, в бассейне Буреи воспроизводится около 2% стада осенней кеты Амурского бассейна.

Плотина Бурейского гидроузла отделила большую часть течения Буреи от Амура, создала преграду для проходных и полупроходных рыб, отрезала основную часть нерестилищ. Срезка летних половодий ухудшила связь основного русла с озерами на пойме, где рыба кормится летом, что приведет к уменьшению запасов рыбы от устья Буреи до Комсомольска-на-Амуре на 20%. Вместе с зарегулированной Зеей и ее притоками гидроузлы на Бурее (Бурейский и проектируемый Нижне-Бурейский) могут снизить уловы рыбы на Амуре на 40 тыс. ц. Рыбопропускные сооружения на Бурейских гидроузлах не предусмотрены. Предполагаемые ихтиологами способы защиты рыбы от попадания в гидроагрегаты, например, водоструйная защита (завеса, отгоняющая рыб), не нашла пока применения при эксплуатации плотины Бурейской ГЭС (по материалам отдела водного хозяйства Гидропроекта).

Создание водохранилищ изменяет видовой состав рыбных запасов, увеличивается содержание озерных видов – плотвы, щуки, налима, ерша. Роль созданных водохранилищ в развитии рыбного хозяйства Сибири и Дальнего Востока невелика. Причин того, что водохранилища не стали рыбохозяйственными цехами, несколько. Прежде всего это недостаточная подготовка ложа водохранилищ к затоплению, от разившаяся на качестве воды. Кроме того, неподготовленность ложа, засоренность водохранилищ древесиной тормозят использование современных активных орудий лова (неводов, тралов). В период

эксплуатации водохранилищ предполагались рыбоводные работы, призванные влиять не только на численность рыбного стада, но и на его состав. Объем этих работ для всех водохранилищ без исключения явно недостаточен. Режим эксплуатации многих водохранилищ неблагоприятен для рыборазведения – сработка водных запасов в осенне-зимний период и резко переменный гидрологический режим не способствуют рыборазведению и сохранению рыбных запасов в новых водоемах. Поддержание уровенного режима, благоприятного для рыбного хозяйства, не всегда возможно из-за меняющейся водности рек и притока воды в водохранилище, а также невозможности совместить интересы всех использующих водные ресурсы потребителей. Нередко требования рыбного хозяйства к водному режиму в верхнем бьефе гидроузла противоречат потребностям в попусках для нижнего бьефа при обводнении нерестилищ.

В связи с неизбежными существенными потерями рыбного хозяйства при гидротехническом строительстве осуществляются компенсационные мероприятия. Частичная компенсация ущерба в соответствии с материалами СибрыбНИИпроекта возможна лишь путем искусственного воспроизводства ценных видов рыб при условии строительства осетрово-нельмово-сиговых рыборазводных заводов, нерестово-вырастных хозяйств, рыбопитомников, баз для сбора икры и инкубационных цехов. Для компенсации потерь частиковых рыб целесообразно создание прудовых и озерных товарных рыбоводных хозяйств с возможным искусственным обводнением отдельных озерных систем. К числу компенсационных мероприятий относятся также мелиоративные работы на поймах, в том числе расчистка проток и водоемов и их углубление для обеспечения захода рыбы и создания зимовальных ям, шлюзование пойменных водоемов для предотвращения их обсыхания, регулирование режима соровых озер для продления сорового периода и т.д. Необходимы и законодательно закрепленные другие рыбоохранные мероприятия (борьба с загрязнением вод рек и водохранилищ, с браконьерством, формирование благоприятного водного режима и т.д.).

Создание гидроузлов нанесло определенный ущерб животному миру. Поймы рек отличаются большим видовым разнообразием и плотностью животного населения. Здесь сосредоточены ресурсы водоплавающей дичи, ондатры, горностая, зайца-беляка. Только в пойме Нижней Оби осенью, в благоприятные для размножения птиц годы, численность водоплавающих птиц достигает 8-9 млн. [Сыроечковский, 1987]. По материалам указанного автора, в поймах располагаются основные зимовки лосей и белых куропаток. Здесь обитают многие редкие виды птиц, внесенные в Красную книгу России и Красную книгу МСОП – орлан-белохвост, белый журавль или стерх, скопа, краснозобая казарка и т.д. В соответствии с международной программой охраны водно-болотных угодий многие участки поймы северных рек бывшего СССР были заключены в перечень угодий национального уровня, как нуждающиеся в особой охране.

Строительство водохранилищ неблагоприятно сказывается на большинстве животных, обитающих в зоне их влияния. Пойменные земли всех северных рек страны известны как богатые охотничьи угодья, которым гидротехническое строительство наносит значительный ущерб. В то же время охотничий промысел у северных народов – неотъемлемая часть культуры и условий существования. Этот вопрос недостаточно изучен в районах уже построенных гидроузлов, и прогноз этого вида воздействия гидротехнического строительства выполнялся некоторыми организациями далеко не для всех объектов.

Ущерб охотничьей фауне обычно определяется как сумма ущербов от гибели животных и их генофонда, нарушения кормовых угодий, защитных и гнездовых условий обитания. Необходимо учесть и фактор беспокойства при дальнейшем освоении побережий водохранилищ – сенокошение в местах гнездования, стрельба во все сезоны, большое количество бродячих собак, присутствие людей, перепромысел и т.д. [Биологические ресурсы…, 1988].

Рассмотрим эти вопросы на ряде конкретных бассейнов и гидроузлов. При наполнении водохранилищ Ангаро-Енисейского каскада погибли, как правило, мелкие млекопитающие – землеройки, мышевидные грызуны, а более крупные животные мигрировали из зоны затопления.

Гидротехническое строительство резко ухудшило условия обитания ондатры, сохраняющейся в основном по притокам. После заполнения водохранилищ крупные животные в слабоосвоенных районах мигрировали на прилегающую к новым водоемам территорию, но их численность сократилась. Так, в районе Курейского водохранилища произошло сокращение общего запаса соболя, белки, зайца, горностая, уменьшилась численность хищных животных – рыси, росомахи. В районе Усть-Илимского водохранилища сократилась численность зайца-беляка и полевки, что в свою очередь вызвало уменьшение численности ласки, горностая, лисицы.

При сооружении намечавшихся водохранилищ в Сибири и на Дальнем Востоке затрагиваются распространения таких видов эндемичных животных, как чирок-клокотун (Ленское водохранилище, Колымское, Тельмамское на р. Мамакан), черношапочный сурок (Тельмамское), белый аист-дикуша (водохранилища на Дальнем Востоке).

При сооружении некоторых ГЭС будут частично затоплены некоторые охраняемые территории. Так, по прогнозам, выполненными институтами ДВО РАН, Селемджинское водохранилище при НПУ 225 м затопит 13% площади Норского зоологического заказника, созданного для сохранения и воспроизводства редких видов животных. При создании этого гидроузла будут оттеснены обитатели пойм – ондатра, выдра, норка, заяц-беляк, лисица, енотовидная собака, соболь, колонок, горностай, белка, будет нанесен ущерб стаду косули, оцененный в 700 голов, ухудшатся условия обитания лося, кабана, тетерева, глухаря. В нижнем бьефе сократится численность ондатры, колонка, лисы и енотовидной собаки. Но возможно поселение новых видов зверей и птиц – суслика, горностая, крачки, баклана. В целом ущерб охотничье-промысловому хозяйству от создания Селемджинской ГЭС оценен в 6 млн. 700 тыс. рублей (по материалам технического отдела института Гидропроект за 1970 г.).

За 10 лет наблюдений в Зейском заповеднике установлено исчезновение ряда пойменных видов животных. Нарушение среды обитания ряда животных на берегах водохранилища обусловило изменение их численности, характера распространения, структуры популяций [Колобаев, 1989]. По прогнозу этого автора, в случае создания Гилюйского водохранилища на р. Гилюй исчезнет 7-8 живущих в долине реки видов животных, будут затруднены условия миграции через реку крупных копытных, может быть нанесен ущерб пяти видам птиц, занесенных в Красную книгу.

Сократятся охотничьи угодья и при строительстве большинства других намечаемых гидроузлов, в том числе остро критикуемого каскада ГЭС на р. Большой Уссурке в Приморском крае, который перекроет привычные ареалы обитания тигра. В данном случае необходимо также отметить, что зоны строительства ГЭС каскада (Вострецовской, Дальнереченской и в перспективе – Нижнее-Колумбинской) расположены в тех районах уссурийской тайги, где она еще сохранилась в первозданном виде.

Существенны ущербы фауне и оленеводческим хозяйствам за счет уничтожения и нарушения при гидростроительстве кормовых угодий. Так, в случае создания Туруханского водохранилища при НПУ= 140 м будет затоплено 1440 км^2 оленьих пастбищ. Амгуэмский гидроузел при НПУ также 140 м вызовет затопление 127 км^2 ягельников, ущерб от потери которых оценен проектирующей организацией в 122 тыс. руб. Учитывая невозможность переноса и восстановления ягельных пастбищ на новых местах, их потери возместить практически невозможно.

Но большой ущерб наносится природе и всему живому не только непосредственно от создания гидроузлов, но в большей степени от последующего освоения территории, развития промыш-

ленности и роста населения. Создание на Севере территориально-промышленных комплексов на базе таких мощных энергоисточников, как ГЭС, приводит к интенсивному сокращению оленьих пастбищ и загрязнению обширных площадей. Отвод территорий под предприятия, дороги, аэродромы, электростанции и другие сооружения проводился без участия местных органов и коренного населения. Не компенсируются и громадные ущербы, наносимые местным хозяйством. Падение продуктивности и сокращение площади ягельников в оленеводческих хозяйствах под влиянием антропогенного воздействия в целом на Севере составляет по некоторым оценкам более чем 30%. Это произошло как под влиянием выгорания ягельных пастбищ из-за пожаров и выбивания их гусеничным транспортом, так и вследствие выбивания ягельников самими оленями из-за чрезмерной эксплуатации пастбищ. При этом потери ягельников невосполнимы, так как они являются реликтовыми образованиями, возникшими в эпоху голоценового климатического оптимума.

Нельзя, однако, не отметить наряду с потерями тот факт, что создание водохранилищ в засушливых регионах, улучшая водный режим территории, благотворно воздействует на условия обитания ряда копытных животных и во всех зонах способствует привлечению водоплавающих птиц.

Многие крупные водохранилища в Сибири стали местами остановок перелетных птиц.

Выводы

1. Гидротехническое строительство (наряду с изменениями гидрологического режима рек, их загрязнением и промыслом) оказывает большое влияние на численность рыбного стада, уровень его воспроизводства и колебания выловов по годам. Плотины ГЭС затопляют нерестилища, нарушают пути миграции рыб, уменьшают их запасы и ареалы распространения ряда видов. Ущерб рыбному хозяйству зависит от расположения плотин – чем они ниже по течению рек, тем больше сокращаются нерестовые площади и рыбные запасы. Наряду с этим очень высокие половодья, а особенно низкие уровни паводочных вод резко снижают запасы и выловы рыб. Поэтому снижение половодий в многоводные годы и затопление пойм в годы пониженной водности под влиянием регулирования стока являются положительным фактором для рыбного хозяйства и сохранения видового состава ихтиофауны.

Урон рыбному стаду уменьшается при осуществлении рыбохозяйственных попусков, имеющих определенный режим, и отчасти должен восполняться развитием рыбоводных мероприятий в самих водохранилищах.

2. Территории, затапливаемые водохранилищами или находящиеся в зоне их влияния, часто являются богатыми охотничьими угодьями, с которыми связаны условия существования и различные промыслы многих коренных народов Сибири и Дальнего Востока. Ущерб охотничьей фауне связан не только с гибелью животных, сменой мест их обитания, заменой одних видов животных другими, но и с нарушением и гибелью кормовых угодий, фактором беспокойства и т.д. Существенен ущерб оленеводческим хозяйствам за счет падения продуктивности и сокращения при строительстве ГЭС и последующем освоении территории ягельных пастбищ и стад оленей. Положительный фактор создания искусственных водоемов – увеличение числа и видов водоплавающих животных и птиц, использование новых водных акваторий для остановок перелетных птиц.

Некоторые эксплуатируемые и планируемые водохранилища ГЭС затрагивают районы распространения редких видов животных и птиц, внесенных в Красную книгу, а также охраняемые территории.

Существующая практика учета интересов сохранения дикой фауны при создании гидроузлов нуждается в пересмотре.

Список литературы

1. Биологические ресурсы Сибири. Состояние и тенденции развития, про-

блемы охраны и рационального использования. Новосибирск, 1988, 334 с.

2. Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кириллов Ф.Н. Основные проблемы развития рыбного хозяйства севера Сибири // География и природные ресурсы, 1989, № 3, с. 124-129.

3. Колобаев Н.Н. Основные факторы преобразования фауны в связи с гидростроительством в бассейне Верхней Зеи // Геология и экология бассейна реки Амура. Тезисы докладов. Ч. III (1) советско-китайского симпозиума. Благовещенск, 1989, с. 88-90.

4. Коронкевич Н.И., Малик Л.К. Основные подходы к географо-экологическому прогнозированию влияния гидротехнического строительства на природную среду // Энергет. стр-ва, 1992, № 6, с. 39-48.

5. Малик Л.К. Географические прогнозы последствий гидро-энергетического строительства в Сибири и на Дальнем Востоке. М., ИГАН, 1990, 317с.

6. Мурашов А.В., Дубинина В.Г., Александровский А.Ю. Требования рыбного хозяйства и их учет при разработке правил использования водных ресурсов водохранилищ ГЭС // Гидротехнич. строительство, 2009, № 12, с. 28-32.

7. Сыроечковский Е.Е. Сельскохозяйственные и экономические проблемы освоения пойм северных рек СССР и задачи науки // Проблемы освоения пойм северных рек. М., Агропромиздат, 1987, с. 5-10.

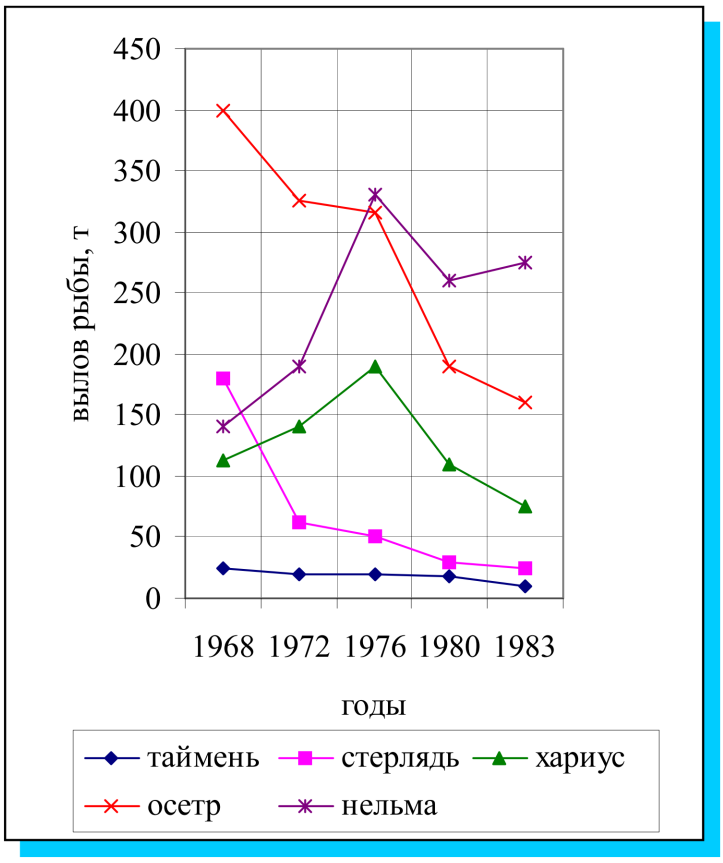


Рис. 1. Изменение общих выловов ценных пород рыб в реках Сибири с началом гидротехнического строительства и интенсивного освоения территории.

Оценка естественного воспроизводства биоресурсов на малых и средних реках в условиях современного гидротехнического строительства

Шкура Владимир Николаевич, К.т.н.,
профессор кафедры мелиорации и охраны вод НГМА

На территории Российской Федерации 98 % рек являются средними и малыми, для которых проблемы воспроизводства биоресурсов не менее актуальны, чем для крупных рек. Достаточно сказать, что бассейны малых и средних рек Дона являются ареалом обитания и воспроизводства ценных проходных и полупроходных рыбца, шемаи, судака, тарани, для которых в крупных реках, учитывая строительство на них каскадов гидроузлов, естественное воспроизводство оказалось практически не возможным. Причиной этого явилось то, что естественные нерестилища для рыб оказались либо отрезанными плотинами гидроузлов, либо заилились в результате образования каскада подпертых слабопроточных бьефов.

В настоящее время экосистемы малых и средних рек испытывают огромную антропогенную нагрузку, связанную с зачастую неконтролируемым водоотбором, сбросом огромного количества загрязняющих веществ, бесконтрольным строительством прудов, автодорожных сооружений на водосборной площади.

Нами были детально обследованы бассейны двух средних и одной малой реки в бассейне р. Дон, а так же проанализированы имеющиеся данные по составу гидротехнических сооружений и ихтиофауне 15 других рек бассейна. В число детально исследованных вошли малая река Кундрючья и средние реки Тузлов и Калитва.

На гидрологический режим реки Кундрючья оказывают существенное влияние сооруженные в 1951 году Соколовское и Вербенское водохранилища объёмами соответственно 16,60 и 6,55 млн. $м^3$, не эксплуатируемый в настоящее время Прохоровский гидроузел, а так же 223 пруда на водосборе суммарным объемом 8.43 млн. $м^3$.

С учетом потерь воды на испарение накопленный объем воды в прудах и водохранилищах составляет 36,28 млн. $м^3$, что соизмеримо со стоком реки 95 % обеспеченности, или около половины стока для года Р=75% обеспеченности. Радикальное изменение гидрологического режима повлекло резкое снижение рыбохозяйственной значимости реки Кундрючья, в которой по данным АзНИИРХа в 1954 году обитал 21 вид рыб, в 1982 году 13, а в настоящее время 11 видов рыб.

На водосборной площади р. Калитва построено 368 прудов и водохранилищ общим объемом 63,9 млн. $м^3$ и площа-

дью зеркала 2617 га. С одной стороны повышая надежность водоснабжения эти пруды и водохранилища в среднемаловодный год испаряют 25.38 млн. м^3 воды, что на 14.3 % снижает сток реки для года 75% обеспеченности. Таким образом, р. Калитва, исторически имевшая высокую биологическую продуктивность из-за недостатка стока, накопления и потерь воды на испарение в прудах и водохранилищах, низкого качества воды в последнее время резко снизила свое рыбохозяйственное значение, а основу ее ихтиофауны стали составлять малоценные виды рыб – уклея, красноперка.

Река Тузлов, в сравнении с другими малыми и средними реками бассейна Дона, находится под более интенсивным воздействием антропогенных факторов, связанных с развитием промышленности крупных городов, осуществляющих сброс сточных вод в реку, развитием на территории водосбора сельскохозяйственного производства, добычей и переработкой полезных ископаемых. Оценка современного водохозяйственного баланса показала, что только в результате водозабора на различные хозяйственные нужды при стоке реки в год 75 % обеспеченности равном 100,9 млн. м^3 изъятие стока составляет 48.3 млн. м^3.

В результате комплексного обследования бассейна реки выявлено 542 действующих и разрушенных пруда, из которых, 302 имеют собственника и используются, 108 не используются и не имеют собственника, 132 самоликвидировались. Кроме того установлено наличие 17 водоемов: 6 из которых копани для накопления воды, 1 водоем в отработанном карьере, 6 прудов, образованных насыпями автодорог, пойменных водоемов 3 штуки и 1 накопитель жидких отходов промышленного производства. В бассейне реки выявлено 210 автомобильных мостов, 18 пешеходных мостов и их не демонтированных остатков. Сто семнадцать из них требуют ликвидации или реконструкции, с целью повышения пропускной способности и надежности. Таким образом, в бассейне Тузлова построено 655 различных объектов или 1.3 сооружения на 1 км гидрографической сети. При этом, специальные рыбохозяйственные сооружения в бассейне практически отсутствуют.

В результате обследования бассейна р. Тузлов в 1983-1984 годах было установлено, что ихтиофауна бассейна представлена 22 видами рыб, из которых наибольшее количество представлено семейством карповых (13 видов) окуневых – 3 вида. По одному виду в уловах представлены семейства щуковых, сельдевых (тюлька), бычковых и морских игл. В количественном отношении основу уловов в бассейне составляли малоценные виды рыб – красноперка и уклея.

Сложившаяся ситуация в бассейнах средних и малых рек, имевших в недалеком прошлом большое рыбохозяйственное значение, вызывает обоснованную тревогу населения и специалистов, требует безотлагательной разработки и осуществления научно-обоснованного комплекса рыбоохранных мероприятий, направленных на восстановление их рыбопродуктивности. Тем более что, как показывает анализ, в большинстве речных бассейнов пока еще сохраняется возможность восстановления их биоты. В этой связи на первом этапе необходимо из всей гидрографической сети выделить наиболее значимые в рыбохозяйственном отношении водотоки, в пределах которых должен быть осуществлен весь комплекс рыбохозяйственных мелиораций, включающих:

- максимально возможное приближение гидрографа стока рек к основным параметрам естественного режима;
- создание оптимальных условий для захода производителей и достижения ими нерестилищ;
- сохранение существующих, а при необходимости строительство необходимого количества искусственных нерестилищ;
- разработки технических средств защиты рыб, их молоди и других гидробионтов на водозаборах.

Только формулировка части первоочередных задач показывает масштабность работы, но без ее выполнения будет невозможным сохранить ихтиофауну речных бассейнов.

Одной из первоочередных задач повышения рыбохозяйственной значимости водотоков является их оценка (ранжирование), с учетом особенностей современного состояния их природно-технических систем, необходимая для того, что бы четко определить возможность использования реки как рыбохозяйственного водотока в современных условиях. Ранжирование рек должно позволить определить состав необходимых специальных рыбохозяйственных гидротехнических сооружений, рекультивационных мероприятий, реализация которых позволила бы восстановить эффективное естественное воспроизводство ценных видов ихтиофауны.

Рыбохозяйственное ранжирование рек

Все водоемы (территориальные воды, внутренние моря, реки, озера, пруды, водохранилища - их придаточные воды), которые используются или могут быть использованы для промысловой добычи рыбы и других водных животных и растений или имеют значение для воспроизводства запасов промысловых рыб, считаются рыбохозяйственными водными объектами. Учитывая, что в Российской Федерации только речной фонд насчитывает свыше 2.5 млн. рек, становится очевидной необходимость оценки этих рек по степени их рыбохозяйственной ценности.

В настоящее время рыбохозяйственная классификация водных объектов выполняется по действующему до настоящего времени ГОСТ 17.1.2.04-77, который осуществляет классификацию пресноводных объектов по рыбохозяйственной значимости. Основным инструментом (показателем) таксации водоемов по рыбохозяйственной значимости являются «Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов (ГОСТ 17.1.2.04-77)». В соответствие с п. 7 «Таксация водных объектов заключается в установлении их рыбохозяйственной ценности».

Рыбохозяйственную ценность водного объекта или его участка определяют по преобладающим группам организмов, с первоочередным учетом особо ценных видов организмов, для поддержания и воспроизводства которых водоем пригоден по природным свойствам.

В ГОСТе к группе особо ценных видов отнесены лососевые, осетровые виды рыб. К группе ценных отнесены виды, являющиеся важными объектами промысла или организованного любительского лова, например, лещ, сазан, вобла, судак. Согласно ГОСТа водные объекты или их отдельные участки подразделяются на объекты высшей, первой и второй категории в соответствии с определениями:

- водными объектами высшей (особой) категории являются места нерестилищ; массового нагула и зимовальные ямы особо ценных видов и других промысловых водных организмов. Объекты высшей (особой) категории могут в установленном порядке получить статус заповедников или заказников соответствующего подчинения, а наиболее важные участки водных объектов первой категории могут в установленном порядке получить статус преимущественно рыбохозяйственного пользования (при наличии соответствующего обоснования);

- водные объекты первой категории - используются для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительность к содержанию кислорода. Наиболее важные участки в установленном порядке могут получить статус преимущественно рыбохозяйственного водопользования;

- водные объекты второй категории - используются для других рыбохозяйственных целей.

Как видно из приведенных определений, водных объектов (или отдельных их участков) большой разницы между высшей и первой категорией нет. Кроме того, данная классификация применима к естественному состоянию рек и практически не дает информации о рыбохозяйственной значимости водных объектов в условиях современного гидротехнического, автодорожного и других видов строительства, наличию условий для захода в реки производителей, возможности совершения ими нерестовых миграций, наличию

нерестилищ, условий и кормовой базы для нагула молоди и т.д.

В связи с этим нами была предложена методика оценки рек по их рыбохозяйственной значимости, с учетом современного состояния природно-технических систем речных бассейнов, условий обитания и наличию условий для естественного воспроизводства рыбных ресурсов. рис. 1. Согласно данной классификации к рекам высшей категории рыбохозяйственной значимости относятся водотоки, являющиеся главной рекой бассейна, впадающей в море, опресненный лиман, водохранилище. В таких реках, не смотря на масштабы гидротехнического строительства, регулирования стока, имеются естественные нерестилища, к которым осуществляется массовый подход и нерест ценных проходных и полупроходных видов рыб. Некоторые реки, относимые к высшей категории рыбохозяйственной значимости, могут и не иметь достаточного количества нерестилищ для воспроизводства, а лишь обеспечивают беспрепятственный проход производителей рыб в другие реки, где и осуществляется их естественное воспроизводство.

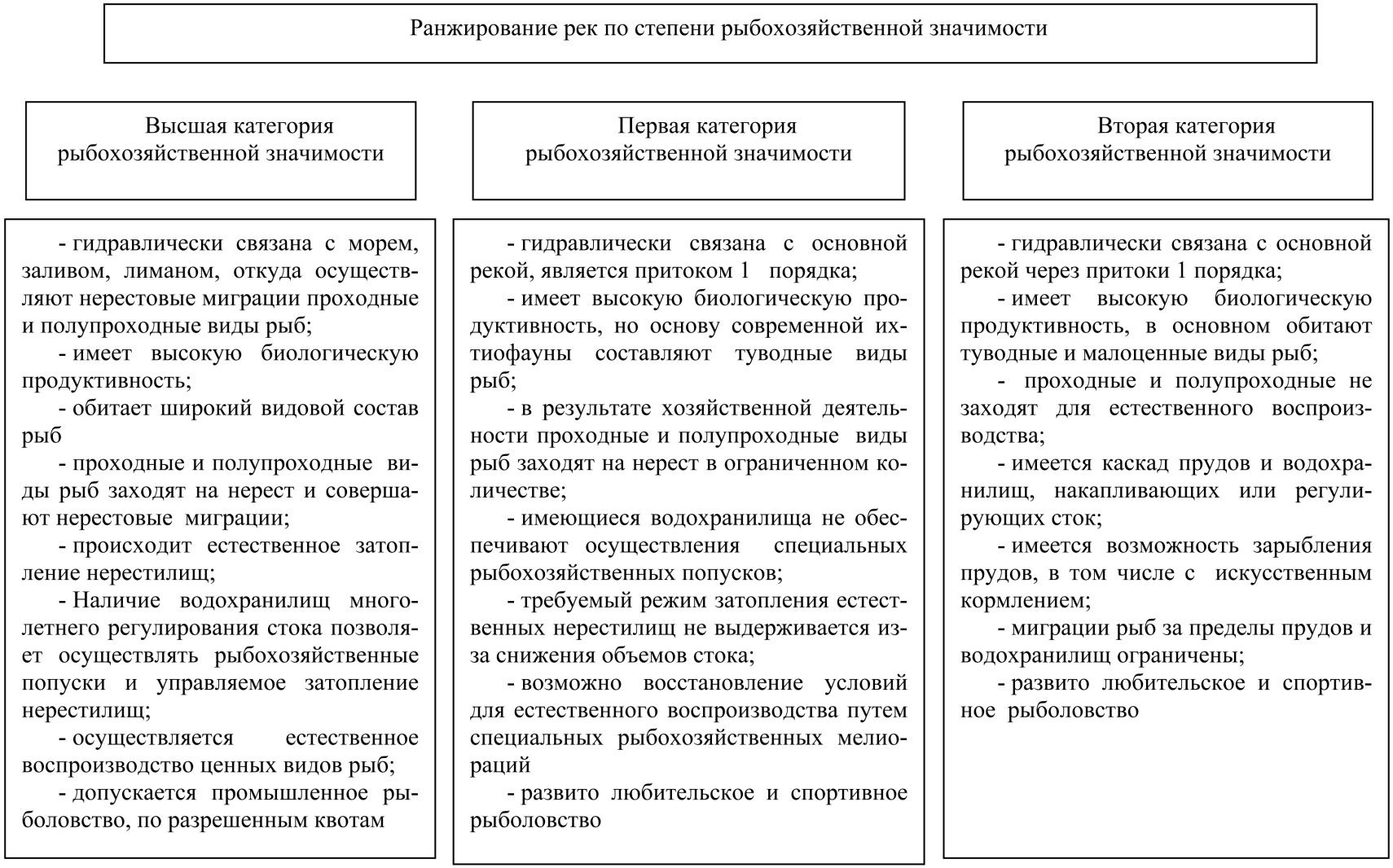
К рекам первой категории по рыбохозяйственной значимости относятся притоки основных рек I порядка. Это реки, в которых основу современной биоты составляют туводные виды рыб, круглогодично обитающие в них, совершающие нерестовые миграции и осуществляющих естественное воспроизводство. Естественное воспроизводство ценных проходных и полупроходных видов рыб в результате хозяйственной деятельности и гидротехнического строительства в таких реках осуществляется в ограниченном масштабе.

На реках высшей и первой категории рыбохозяйственной значимости проектная документация на строительство новых гидротехнических сооружений, выполнение рекультивационных мероприятий в русле, строительство водозаборов и оборудование их рыбозащитой должны осуществляться на основе проведения рыбоводно-биологического обоснования с определением ущерба рыбному хозяйству и состава компенсационных мероприятий.

Реки, включая малые и временные водотоки, в которых биота определяется туводными и малоценными вилами рыб, сток которых полностью зарегулирован каскадом прудов и водохранилищ, не имеющих специальных рыбоходных сооружений, в результате чего полностью утрачена возможность осуществления нерестовых миграций, отнесены ко второй категории рыбохозяйственных водоемов. На таких реках каждый из прудов или водохранилищ представляет самостоятельную экологическую систему обитания рыб, в том числе созданную путем их искусственного зарыбления посадочным материалом. Такие русловые пруды или водохранилища допускают как использование естественной кормовой базы, так и вскармливание рыб. К этой категории водотоков отнесены малые реки, притоки основной реки II, III и более высоких порядков.

Как видно из приведенной оценки рыбохозяйственной значимости рек естественное воспроизводство проходных и полупроходных видов рыб, составляющих наибольшую ценность для рек Азово-Донского района, возможно и целесообразно в реках высшей и I категории. Для этого из всего многообразия малых и средних рек бассейна необходимо выделить те из них, в которых в результате строительства специальных рыбохозяйственных сооружений, реализации водохозяйственных и мелиоративных мероприятий, экономически целесообразно и возможно восстановить условия для естественного воспроизводства ценных проходных и полупроходных видов рыб. Для этих рек также необходима разработка и реализация рыбохозяйственных мелиораций и строительство специальных рыбохозяйственных сооружений, направленных на создание условий для нерестовых миграций производителей туводных видов рыб в пределах реки.

Рисунок 1 - Классификация рек по степени рыбохозяйственной значимости



Список участников совместного заседания Тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета по комплексному использованию водных ресурсов и охране водных экосистем. Москва, 25 февраля 2010 г.

№	Фамилия И.О.	Организация	Должность, звания
1	Александровский Александр Юрьевич	Московский энергетический институт (Технический университет)	Профессор, д.т.н.
2	Алибеков Артур Билалович	Дирекция гидротехнических комплексов и ООС среды ОАО РусГидро	
3	Анацкий Сергей Юрьевич	Санкт-Петербургский государственный заочный технический университет	Доцент, к.б.н.
4	Андреева Любовь Егоровна	Ленгидропроект им. Веденеева	Гл.специалист, д.т.н.
5	Бардюков Вадим Григорьевич	ОАО "Нижне-Курейская ГЭС"	Генеральный директор, к.э.н.
6	Беднарук Сергей Евстафьевич	ФГУП Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра	Директор
7	Гарапов Альберт Фаритович	Антиядерное общество Татарстана	Председатель
8	Гончаров Александр Валентинович	Географический факультет МГУ	в.н.с., к.б.н.
9	Горбунов Александр Константинович	Астраханский государственный заповедник	Зам.директора по научной работе, к.б.н.
10	Горелиц Ольга Владимировна	Государственный океанографический институт им. Н.Н.Зубова	Ст.н.с.
11	Готванский Вениамин Иванович	Минрегион России СНП "Национальный жилищный конгресс"	Эксперт, к.г.н.
12	Григорьев Анатолий Николаевич	Гос Дума Астраханской области	Депутат, 1-й зам.председателя комитета
13	Даценко Юрий Сергеевич	Кафедра гидрологии Геофак МГУ	в.н.с., к.г.н.
14	Долидзе Юрий Борисович	Волгоградское отделение ГосНИОРХ	Директор, к.б.н.
15	Дубинина Валентина Георгиевна	Межведомственная ихтиологическая комиссия	Гл.н.с., д.г.н.

16	Евланов Игорь Анатольевич	Институт экологии Волжского бассейна РАН г.Тольятти	зав. Лабораторией, д.б.н., профессор
17	Евстюгов Владимир Петрович	ФГУ Межведомственная ихтиологическая комиссия	ст.н.с.
18	Жаркова Юлия Георгиевна	Государственная Дума РФ	общественный помощник депутата, к.г.н.
19	Жукова Светлана Витальевна	ФГУП «АзНИИРХ»	зав.сект. Гидрологиии, к.г.н.
20	Забелин Святослав Игоревич	Белая книга. Плотины и развитие	Модератор Тематического сообщества по проблемам больших плотин
21	Иванов Александр Васильевич	Гидропроект им. Жука	Гл.специалист, д.т.н.
22	Катунин Дамир Никитич	ФГУП КаспНИРХ	Куратор экологических проектов, к.г.н.
23	Каюмов Асхат Абдурахманович	Нижегородский экологический центр «Дронт»	Председатель
24	Кириллов Владимир Викторович	Институт водных и экологических проблем СО РАН	Зав.лабораторией, к.б.н.
25	Клинкова Галина Юрьевна	Волгоградский госпедуниверситет	Зав.кафедрой, к.б.н.
26	Книжников Алексей Юрьевич	WWF России	Руководитель программы по экологической политике ТЭК
27	Колотов Александр Анатольевич	Красноярская РОЭО "Плотина"	Исп.директор, к.филолог.н.
28	Колпакова Елена Семеновна	Движение «Поможем реке»	Координатор Российской сети рек
29	Кононова Нина Константиновна	ИГ РАН	вед.инженер, к.г.н.
30	Коренева Ирина Борисовна	ИНЦПЦ «Союзводпроект»	Зам.директора, Заслуженный эколог РФ
31	Коронкевич Николай Иванович	ИГ РАН	Зав. Лабораторией, д.г.н.
32	Костин Василий Викторович	ИПЭЭ РАН	ст.н.с., к.б.н.
33	Кочиков Виктор Николаевич	ОАО "ВНИЭРХ"	вед.н.с., к.г.н.

34	Коцюк Денис Владимирович	Хф ФГУП "ТИНРО-Центр"	Начальник отдела, к.б.н.
35	Кривошей Владимир Александрович	НТЦ Водохозяйственная безопасность	Президент, д.т.н.
36	Кузьмич Валентина Николаевна	Институт водных проблем РАН	Советник, к.б.н.
37	Кутепова Елена	WWF России	Помощник руководителя программы по экологической политике ТЭК
38	Лашманов Фёдор Ильич	ФГУ "ЦУРЭН"	начальник отдела, к.б.н.
39	Леман Всеволод Николаевич	ВНИРО	Зав. Лабораторией, к.б.н.
40	Лопанцева Наталья Борисовна	Проект ПРООН по Нижней Волге	Менеджер проекта
41	Лукин Анатолий Александрович	Институт водных проблем Сепвера КарНЦ РАН	Зав. Лабораторией управления ресурсами водных объектов, профессор, д.б.н.
42	Люшвин Петр Владимирович	Участник Тематического сообщества	
43	Мальцев Сергей Афанасьевич	ОАО "РусГидро" Корпоративный университет гидроэнергетики	Руководитель Волжского учебного центра, к.б.н.
44	Мартынов Александр Сергеевич	Белая книга. Плотины и развитие	Координатор проекта
45	Морозова Екатерина Владимировна	Управление рыбоохраны, Росрыболовства	Ведущий консультант
46	Москалюк Владимир Михайлович	Филиал "Днестровская ГЭС" ОАО "Укргидроэнерго"	Главный инженер
47	Мухина Любовь Васильевна	Росрыбхоз	главный специалист
48	Новиков Артём Витальевич	ФГУ "ЦУРЭН"	ведущий специалист
49	Понизов Валерий Леонидович	ОАО "Гипрорыбхоз"	Зам. Директора
50	Розенберг Геннадий Самуилович	Институт экологии Волжского бассейна РАН г.Тольятти	Директор, д.б.н., чл.кор. РАН
51	Романкевич Евгений Александрович	Институт океанологии им. Ширшова РАН	Гл. научный сотрудник, д.г-м.н, профессор

52	Селезнев Владимир Анатольевич	Институт экологии Волжского бассейна РАН г.Тольятти	Зав.лабораторией, д.тех.н.
53	Симонов Евгений Алексеевич	Коалиция «Реки без Границ»	
54	Сиротский Сергей Егорович	Центр экомониторинга гидроузлов ИВЭП ДВО РАН	Зав.лабораторией, к.б.н.
55	Скоробогатов Михаил Александрович	Тверской государственный технический университет	Зав.кафедрой, д.т.н.
56	Скурлатов Юрий Иванович	Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН	Зав. Лабораторией, д.хим.н.
57	Сороковиков Антон Валерьевич	ФГУ "Байкалрыбвод", отдел рыбохозяйственной экспертизы	главный специалист
58	Торгов Сергей Владимирович	НП "Вода и люди: XX1 век"	нач.отдела
59	Филиппов Георгий Георгиевич	ОАО «Институт Гидропроект»	ГИП (главный инженер проекта)
60	Фомичев Олег Алексеевич	ФГУ Межведомственная ихтиологическая комиссия	Директор, к.б.н.
61	Худый Алексей Игоревич	Кафедра зоологии и гидробиологии Черновицкого университета	Доцент, к.б.н.
62	Шилин Михаил Борисович	С-Пб Государственныйо Политехнический Университет, СПб Росс.Гос. Гидрометеорологический университет	профессор, к.б.н., д.г.н.
63	Шкрадюк Игорь Эдуардович	Международный социально-экологический союз	
64	Шкура Владимир Николаевич	ФГОУ ВПО "НГМА"	профессор, к.т.н.
65	Эрслер Александр Львович	ФГУ Межведомственная ихтиологическая комиссия	вед.н.с., к.г.н.
66	Яковлев Сергей Валентинович	Волгоградское отделение ГосНИОРХ	Зам. директора

СОДЕРЖАНИЕ

Проект «Белая книга. Плотины и развитие» Ход формирования Тематического сообщества по проблемам больших плотин.....1

Резюме мнений, высказанных на Совместном заседании Тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета по комплексному использованию водных ресурсов и охране водных экосистем ФГУ «Межведомственная ихтиологическая комиссия» 25 февраля 2010 года 3

Вступительное слово: о проблемах строительства и эксплуатации больших плотин и водохранилищ. *Мартынов А.С.*.....6

Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания Волжско-Камского каскада ГЭС. *Катунин Д.Н., Хрипунов И.А., Дубинина В.Г.* 8

Оценка влияния на водные биологические ресурсы и среду их обитания построенных ГЭС в Сибири и на Дальнем Востоке. *Кириллов В.В., Коцюк Д.В., Визер А.М., Попов П.А.* 19

Водохранилища и изменения гидрорежима на реках с плотинами ГЭС: прогноз биологической продуктивности, проектные решения, мониторинг и оперативное управление для минимизации воздействий на ихтиофауну и рыбные ресурсы. *Сиротский С.Е. Бульон В.В.*.....33

Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания при эксплуатации Цимлянского и Манычских водохранилищ. *С.В.Жукова* 47

Влияние Ангаро-Енисейских ГЭС на водные биоресурсы и среду их обитания. *Долгих П.М., Шадрин Е.Н.* 68

Уроки из опыта строительства и эксплуатации плотин. *В.А.Кривошей*.....72

Особенности формирования качества водной среды в водохранилищах. *Ю.И. Скурлатов* 77

«Об экологическом регламенте, определяющем предельно допустимые трансформации водного стока для сохранения условий воспроизводства водных биоресурсов, на стадии планирования развития гидроэнергетики». *И.Б. Коренева*.....80

Информация для ихтиологической комиссии. *Мальцев С.А.* 84

Динамика половодий в нижнем бьефе волгоградской ГЭС и экологические последствия за 2006 – 2009 годы. *В.А. Брылев, А.Ю. Овчарова, Е.В. Мелихова.* 90

Регламентация работы ГЭС с целью исключения суточных изменений попусков. *П.В. Люшвин* 93

Особенности расчета ущерба водным биологическим ресурсам волжских водохранилищ от работы гэс в современных условиях: положительные и отрицательные стороны гидростроительства. *И.А. Евланов, Г.С. Розенберг*..101

Пути учета требований рыбного хозяйства к режиму использования водных ресурсов водохранилищ комплексного назначения. *А.Ю. Александровский*.....111

К вопросу о массовой гибели рыб на агрегатах Днестровской ГЭС (Днестровское водохранилище, Украина): определение наиболее вероятных причин. *А.И. Худый*.....114

Экологические проблемы изменения структуры ихтиофауны Цимлянского водохранилища. *Яковлев С.В., Долидзе Ю.Б.* 118

Экономическая оценка последствий подъема уровня воды Нижнекамского водохранилища с отметки 62 до 68 м. *Гарапов А.Ф.* 130

Проблемы рыбохозяйственного освоения Богучанского водохранилища. *Колотов А.А.* 134

Примеры международной практики экологических попусков в нижние бьефы гидроузлов и оптимизации бассейнового планирования гидроэнергетики. *Составитель и переводчик Евгений Симонов* 137

Стратегии охраны рыб при зарегулировании стока рек. *Павлов Д.С., Скоробогатов М.А., Эрслер А.Л.* 150

Позиция гидротехников при решении проблемы сохранения условий естественного воспроизводства водных биологических ресурсов при строительстве и эксплуатации гидротехнических объектов. *Иванов А.В., Филиппов Г.Г.* 153

Влияние плотин ГЭС на биологические ресурсы. *Коронкевич Н.И., Малик Л.К.* 157

Оценка естественного воспроизводства биоресурсов на малых и средних реках в условиях современного гидротехнического строительства. *Шкура В.Н.* 164

Рыбохозяйственные проблемы строительства
и эксплуатации плотин и пути их решения.

Материалы заседания тематического сообщества по проблемам больших плотин и Научного консультативного совета Межведомственной ихтиологической комиссии

Москва, 25 февраля 2010 г.

Составители:

Мартынов А.С.
Книжников А.Ю.

Компьютерная верстка *Птушенко Е.А., Птушенко В.В.*

Подписано к печати: ...04.2010
Тираж .....экз.

Всемирный фонд дикой природы (WWF) – одна из крупнейших независимых международных природоохранных организаций, объединяющая около 5 миллионов постоянных сторонников и работающая более чем в 100 странах.

Миссия WWF – остановить деградацию естественной среды планеты для достижения гармонии человека и природы.
Стратегическими направлениями деятельности WWF являются:
• сохранение биологического разнообразия планеты;
• обеспечение устойчивого использования возобновляемых природных ресурсов;
• пропаганда действий по сокращению загрязнения окружающей среды и расточительного природопользования.

WWF

за живую планету

Всемирный фонд дикой природы (WWF)
109240 Москва а/я 3
ул. Николоямская, д. 19, стр. 3
Тел: +7 495 727 09 39
Факс: +7 495 727 09 38
russia@wwf.ru
http://www.wwf.ru