

КУЛИКОВ Евгений Вячеславович

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ИХТИОФАУНЫ БУХТАРМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РЫБНЫХ РЕСУРСОВ**

03.00.16 – экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Тюмень – 2007

Работа выполнена в Алтайском филиале РГП «Научно-производственный Центр рыбного хозяйства», Республика Казахстан.

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Исмуханов Хисмет Куспанович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор **Пак Ирина Владимировна**

кандидат биологических наук
Крохалевский Владимир Реджинальдович

Ведущая организация: Тюменская государственная
сельскохозяйственная академия

Защита диссертации состоится «___» февраля 2007 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета Д 212.274.08 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата биологических наук при Тюменском государственном университете по адресу: 625043 Россия, г. Тюмень, ул. Пирогова, 3, ТюмГУ, биофак.

Тел (факс): 8 (3452) 46-78-96

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Алтайского филиала НПЦ рыбного хозяйства, Тюменского государственного университета и на сайте <http://www.utmn.ru>.

Автореферат разослан «___» января 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 
доктор биологических наук

С.Н.Гашев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Бухтарминское водохранилище является одним из крупнейших и главных рыбопромысловых водоемов Республики Казахстан. В последние годы в нем ежегодно вылавливается от 7 до 10 тыс. тонн рыбы.

Основу уловов рыбы в водохранилище составляют акклиматизанты лещ и судак, высока численность еще одного вселенца – рипуса. Лишь эти виды смогли поддерживать свою численность в условиях значительных (до 7 метров) многолетних колебаний уровня воды в водохранилище. В то же время, уловы ценных аборигенных видов – щуки, язя, линя, карася – не превышают 150-200 тонн ежегодно, недоиспользуются запасы окуня и плотвы.

Рыночная экономика привела к дифференциации видового улова по потребительскому спросу. При этом ценные виды – сазан, линь, судак, щука, рипус – отлавливаются целенаправленно, специализированными орудиями лова, а пользующиеся меньшим спросом – окунь, плотва, лещ, язь – недолавливаются, что отрицательно сказывается на биологическом состоянии их популяций, их заболеваемости, состоянии использования кормовых ресурсов водоема.

Автором данной работы в 1997-2002 гг. разработан и внедрен в практику ряд мероприятий по оптимизации использования рыбных ресурсов Бухтарминского водохранилища. Тем не менее, использование его биоресурсов далеко не оптимально. Данная тематика исследований особенно актуальна с переходом на рыночный метод хозяйствования, когда еще не отлажены четкие регулирующие механизмы между государством и хозяйствующим субъектом. В научном плане, требовалось проследить закономерности формирования и тенденции в динамике численности промысловой ихтиофауны водохранилища, проанализировать действие факторов, определяющих запасы рыб, и на этой основе разработать пути и способы управления использованием рыбных ресурсов, с учетом опыта проведенных акклиматизационных мероприятий. В дальнейшем предполагается активное внедрение полученных результатов исследований в практику рыбного хозяйства. Этим и обоснован выбор темы диссертационной работы. Полученные результаты могут быть полезны при реализации экономических и природоохранных проектов в других регионах Республики Казахстан, и в целом на крупных водохранилищах.

Цель и задачи. Целью настоящей работы является изучение структурной динамики ихтиоценоза Бухтарминского водохранилища – водной макроэкосистемы восточного региона Республики Казахстан.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Изучение экологических последствий вселения леща (из Аральского моря), судака (из р. Урал), рипуса (из Ладожского озера).
2. Экологическая оценка межвидовых взаимоотношений между вселенцами и аборигенными видами рыб.
3. Изучение изменчивости биологических и морфологических показателей вселенцев.
4. Анализ факторов, определяющих состояние рыбных запасов в водохранилище.
5. Эколого-экономическая оценка эффективности акклиматизационных мероприятий.
6. Разработка предложений по дальнейшей перестройке ихтиоценоза.

Научная новизна. В работе изучена динамика состояния рыбных запасов Бухтарминского водохранилища за 45 лет существования, биология и экология промысловых рыб за последние 20 лет. В последнее десятилетие XX века произошла смена форм ведения хозяйства, которая привела к значительным изменениям в использовании биоресурсов и, как следствие, в составе и состоянии ихтиоценоза. Несколько изменились и взгляды современной рыбохозяйственной науки на охрану и использование ихтиофаунистического комплекса, на роль ряда акклиматизированных в водоемах Казахстана гидробионтов в формировании биопродуктивности. Если ранее учет численности рыб велся биостатистическим методом, то с начала 90-х годов автор впервые для Бухтарминского водохранилища применил метод прямого учета, впервые разработаны способы регулирования природопользования на водохранилище при новых взаимоотношениях государства и хозяйствующего субъекта. Обоснована необходимость продолжения акклиматизационных мероприятий.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость работы в том, что в ней доказано, что без проведения акклиматизационных мероприятий имевшийся в исходных водоемах ихтиофаунистический комплекс был бы не способен поддерживать высокую численность и давать высокие уловы. Поэтому в планируемых крупных водохранилищах с неустойчивым гидрологическим режимом также неизбежно планировать перестройку состава ихтиоценоза.

Практическая значимость работы заключается в разработке схемы дальнейшего зарыбления водохранилища и мероприятий по оптимизации использования рыбных запасов.

Личный вклад автора. Автором выбраны объект и направления исследований, в течение более 20 лет выполнялись работы по сбору полевого материала, в 1984-97 гг. по их первичной обработке. В 1998-2006 гг. обработка материала проводилась сотрудниками Алтайского филиала НПЦ РХ при участии и под руководством автора. Анализ данных, формулировка выводов и разработка рекомендаций проведены автором лично.

Положения, выносимые на защиту.

1. Формирование ихтиоценоза Бухтарминского водохранилища проходило путем замещения в составе ихтиофауны аборигенных видов рыб более экологически пластичными акклиматизантами.
2. Главными антропогенными факторами, влияющими на состояние популяций рыб и рыбные запасы в водохранилище, являются искусственно регулируемый гидрологический режим, интенсивность и селективность рыболовства, поступление токсикантов.
3. С помощью продуманной стратегии ведения рыбного хозяйства, на водохранилище возможно поддержание высоких уловов рыбы и сохранение имеющегося биоразнообразия даже в современных условиях возрастания антропогенной нагрузки на водоем.

Апробация работы и публикации. Материалы исследований доложены на XIX научной конференции по биологическим основам рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана (Ашхабад, 1986), Всесоюзном семинаре по проблемам прогнозирования уловов рыбы (Алма-Ата, 1989), научно-практической конференции «Актуальные проблемы охраны окружающей среды и природопользования Прииртышья» (Усть-Каменогорск, 1990), семинаре «Выявление приоритетных экологических проблем Восточно-Казахстанской области» (Усть-Каменогорск, 1997), 6-й Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого развития АПК Казахстана, Кыргызстана, Монголии, России, Таджикистана и Узбекистана» (Павлодар, 2003), 7-й Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого развития АПК Республики Казахстан, Сибири, Монголии и Кыргызстана» (Улан-Батор, 2004), Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы агропромышленного комплекса» (Алматы, 2004). Опубликовано 20 научных работ, из них по теме диссертации 13.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы. Работа изложена на 219 страницах машинописного текста, проиллюстрирована 40 рисунками и 44 таблицами. Список литературы включает 307 наименований, из них 20 – на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Обзор литературы

Рассмотрена история рыбохозяйственного изучения водохранилища, отмечены научные работы ихтиологов Ерещенко В.И. (1963, 1967), Мартехова П.Ф. (1961, 1966), Солониновой Л.Н. (1969, 1973), Федотовой Л.А. (1970, 1972), Исмуханова Х.К. (1975, 1977, 1980), Куликова Е.В. (1986, 1993, 1995), Кириченко О.И. (1990); гидробиологов Тютенькова С.К. (1963, 1970), Пильгука В.И. (1967, 1973), Козляткина А.Л. (1972, 1978), Баженовой О.П. (1978, 1981, 2004), Девяткова В.И. (1986); гидрохимиков Мещеряковой Т.И. (1978, 1981), Куликовой Е.В. (2004, 2005).

Проведен анализ существующих методов оценки состояния водных экосистем, выделены работы Шитикова В.К. с соавт. (2003), Решетникова Ю.С. (1991), Моисеенко Т.И. (2005). Рассмотрены микроэволюционные процессы в популяциях рыб, выделена работа Пак И.В. (2005), функционирование экосистем водохранилищ (Кудерский Л.А., 1986), динамика рыбных запасов в водоемах (Лукин А.А., 2006), реконструкция ихтиофауны водохранилищ (Карпевич А.Ф., 1975; Мухачев И.С., 2005).

2. Материал и методики исследований

Основными материалами для написания настоящей работы послужили полевые сборы автора в составе ихтиологических экспедиций по Бухтарминскому водохранилищу, выполненные в 1984-2006 гг. В период 1984-95 гг. автор участвовал в выполнении тематик НИР в качестве ответственного исполнителя, в 1996-06 гг. – в качестве руководителя разделов тем по Верхне-Иртышскому бассейну. Ретроспективный анализ рыбохозяйственной эксплуатации водохранилища осуществлен по материалам Алтайского филиала НПЦ РХ и Зайсан-Иртышского бассейнового управления рыбного хозяйства. Используются архивные материалы из фондов Алтайского филиала НПЦ РХ (ранее – КазНИИРХ).

Исследовано около 100 тыс. экз. рыб, в том числе 80 тыс. экз. – массовые промеры, 20 тыс. экз. – биологический анализ, 300 экз. – морфометрический анализ, 70 экз. – морфофизиологический анализ. Обработано по методике прямого учета (Сечин, 1990) более 200 притонений неводом, более 500 сетных уловов. Эхолотная съемка проводилась в 1990-94, 2006 гг., траловая – в 1991-94 гг., сетная – в 1984-2006 гг., неводная – в 1986-2006 гг.

Для сбора полевого материала весь водоем был разделен на 4 части: горную, горно-долинную, озерно-речную и озерную (рис. 1).

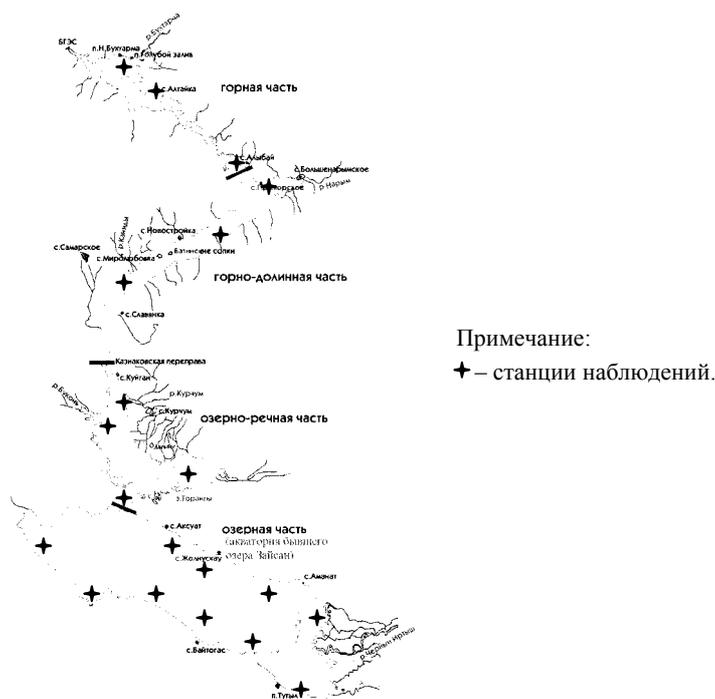


Рис. 1. Карта-схема Бухтарминского водохранилища

Сбор ихтиологического материала проводился по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Чугунова, 1952; Никольский, 1953; Никольский, 1974; Майорова, 1934; Морозов, 1934). При сборе материала по биологии промысловых рыб использовался постоянный набор ставных капроновых сетей и сетей из мононитки с шагом ячеей от 10 до 80 мм. Для отлова рыб использовался также закидной невод длиной 50 м с урезами по 100 м. Часть материала собрана из промысловых притонений закидными неводами длиной 600 м.

Эхолотная съемка проводилась с помощью эхолотов «Hondex», «GARMIN Fishfinder 120», установленных на носу судна или на транце моторной лодки по заранее намеченной схеме разрезов. Не-

водная съемка проводилась по методике ВНИИПРХ (Сечин, 1990). Для определения площади тоней использовались в зимнее время промеры саженью, в летнее время – спутниковый приемник GPS-12. Морфологические измерения рыб производились на свежем материале, по соответствующим схемам Правдина И.Ф. (Правдин, 1966).

Обработка материала, построение графиков, линий регрессии осуществлялась на ПК Pentium IV с использованием табличного редактора «Excel», графического редактора «Photoshop», компьютерной программы «Biomet», специализированной компьютерной программы «Fish», разработанной в Алтайском филиале НПЦ РХ (Куликова, Чи-Дун-Чи, 2006). Для построения схемы распределения промысловой рыбопродуктивности по частям водоема использовалась программа «Surfer 7.0».

Классификация рыбных сообществ проводилась методом многомерного статистического анализа путем построения дендограмм с использованием невзвешенных парно-групповых средних (Андреев, Решетников, 1977) с помощью компьютерной программы Statistica 6.0.

В исследованиях также использовались собственные способы расчетов, адаптированные к условиям Бухтарминского водохранилища (Куликов, 1993, 1995, 1997). При расчетах экономической эффективности предлагаемых мероприятий пользовались работами ряда авторов (Митяева, 1982; Временная методика оценки, 1990).

3. Краткая экологическая характеристика Бухтарминского водохранилища

Бухтарминское водохранилище (см. рис. 1) образовано в результате перекрытия р. Иртыш (1960 г.) в месте сужения горной долины в 12 км ниже впадения р. Бухтарма. Его параметры при максимальном наполнении составляют: площадь – 5500 км², объем – 49,825 км³, протяженность по спрямленному фарватеру – 370 км, наибольшая ширина – 35 км, глубина – 70 м. По морфометрическим и гидрологическим характеристикам водоем разграничивается на две отличающиеся между собой части: озерную – 2907 км², речную – 1395 км² (при среднемноголетней отметке уровня воды 398 мТП). Речная часть подразделяется на горную, горно-долинную и озерно-речную части. Озерная часть представляет собой акваторию бывшего озера Зайсан.

Горная глубоководная часть включает участок водохранилища от плотины до Нарымского расширения. Заливы глубоководные, по площади невелики. В целом, литораль в этой части водохранилища слабо развита, зона глубин до 4-х метровых изобат составляет 14%, от 4 до 10 м – 13,5%. Максимальная глубина – 70 м. Зарастаемость береговой линии выражена слабо, нерестилищ фитофильных рыб почти нет. В составе ихтиофауны преобладают лещ, плотва, окунь, рипус. Общая рыбопродуктивность составляет около 30 кг/га, промысловая – не более 10 кг/га, уловы рыбы – порядка 4-6 % от общих по водохранилищу. Летняя биомасса зоопланктона составляет 1-2 г/м³, зообентоса – 3-6 г/м². Значительную роль в питании рыб играют акклиматизированные беспозвоночные – ледниковоморские мизиды. Неиспользуются запасы бентоса. Основные загрязнители – тяжелые металлы – поступают в акваторию из впадающей здесь в водохранилище р. Бухтарма, на берегах которой расположены предприятия горно-металлургического комплекса.

Вторая по глубоководности – горно-долинная часть – пересекает горно-степную и частично пустынно-степную зону. Ее протяженность составляет 110 км, ширина 2-9 км, максимальная глубина – 37 м. Правый берег крутой, каменистый и галечниково-песчаный. Левый – более пологий, песчаный. Глубины по продольному разрезу изменяются от 37 до 15 м. Зона глубины до 10 м составляет 31% от общей площади. Нерестилища фитофильных рыб имеются в устьях рек Нарым, Кайынды, по левому берегу находятся нерестилища псаммофила рипуса. В составе ихтиофауны преобладают те же виды рыб, что и в горной части. Зарастаемость выражена по левому берегу и в Нарымском заливе. Общая рыбопродуктивность составляет 50-60 кг/га, промысловая – 15 кг/га, уловы рыбы – до 10 % от общего вылова. Биомасса зоопланктона 1,5-2,0 г/м³, запасы зоопланктона интенсивно используются рыбой. Биомасса зообентоса составляет от 5 до 17 г/м². Чуть меньшую долю в питании рыб составляют беспозвоночные-акклиматизанты. Поступление токсикантов в данную часть водоема минимально.

Озерно-речная часть входит в пустынно-степную зону, включает участок водохранилища от мыса Коржун до Казнаковской переправы. Максимальная глубина – 16 м, средняя – 5-10 м. В озерно-речной зоне берега отлогие. С правого берега образуется мелководный залив Торангы, площадью до 32 тыс. га. В эту зону водохранилища впадает полноводная горная река Курчум, где обитает «краснокнижный» вид обыкновенный таймень, но нерестилищ фитофилов здесь нет, а также с левого берега река

Буконь, имеющая важное значение для воспроизводства рыб. Зарастаемость жесткой надводной и мягкой подводной растительностью выражена чрезвычайно сильно, что мешает рыболовству и создает угрозу летних заморозов молоди рыб. Нерестилища рыб по побережью среднего качества. В составе ихтиофауны преобладают лещ, судак, плотва, щука, язь. Рипус заходит сюда только поздней осенью, с падением температуры воды. Общая рыбопродуктивность высокая – до 70 кг/га, промысловая – 20-25 кг/га. Уловы рыбы составляют до 15 % от общих по водоему. Биомасса зоопланктона 2-5 г/м³, зообентоса – 10-15 г/м². Прямых поступлений токсикантов нет, загрязнение происходит только за счет миграции загрязнителей из озерной части.

Озерная часть входит в пустынно-степную зону. Здесь на базе оз. Зайсан образовалась обширная мелководная, биологически высокопродуктивная зона. Ее площадь составляет около 70% от общей площади водоема, протяженность – 160 км, ширина – 35 км, максимальная глубина – 12 м. Берега отлогие, зарастаемость выражена в юго-восточной и северо-западной части Зайсана, являющихся запретными для рыболовства зонами. Остальная акватория представляет собой плоскую чашу с глубинами 6-11 м, очень удобную для рыболовства любыми орудиями лова. Основной приток, питающий оз. Зайсан – река Черный Иртыш, остальные реки мелкие, достигающие водоема в весенний паводок, из них по водности выделяются р. Кендерлык, р. Базарка. В составе ихтиофауны доминируют лещ и судак, рипус здесь не встречается. Прекрасные нерестилища рыб находятся в северо-западной части Зайсана и в дельте и среднем течении р. Ч. Иртыш. Общая рыбопродуктивность – 60-70 кг/га, промысловая достигает 25-30 кг/га. В разные годы здесь вылавливается от 70 до 80 % всей рыбы по водохранилищу. Высоки запасы всех кормовых организмов, на которые значительный пресс оказывает рыбное население, из акклиматизированных беспозвоночных определенную роль в питании рыб играют понтокаспийские мизиды. Предприятий-загрязнителей нет, идет поступление тяжелых металлов и нефтепродуктов по реке Черный Иртыш, кроме того, наблюдается загрязнение азотной группой с фермерских хозяйств.

Бухтарминское водохранилище является первым, наиболее крупным и значительным в каскаде Верхне-Иртышского бассейна. Оно является основным регулятором каскада, осуществляя многолетнее регулирование стока реки Иртыш. Уровень воды в водохранилище является результатом действия нескольких составляющих (поступление из придаточной системы, испарение, забор воды на орошение сельхозугодий, на промышленные и коммунальные нужды, расход через створ ГЭС, и т.д.). Лишь 80 % воды, поступающей в водохранилище, проходит створ ГЭС. Водоохранилище – водоем с летне-зимним снижением уровня воды и набором в период весеннего паводка. В водохранилищах с летне-осенней сработкой уровня создаются условия, аналогичные таковым с водоемами с незарегулированным стоком, с той разницей, что спад паводковых вод осуществляется в более продолжительное время. В результате осушенные участки прибрежья не успевают порости наземной растительностью – нерестовым субстратом для рыб. Зимнее осушение отрицательно сказывается на формировании экологической обстановки прибрежья. Ежегодные колебания уровня сдерживают развитие прибрежно-водной растительности.

Гидротермический режим Бухтарминского водохранилища отличает большое различие между частями – озерной (озеро Зайсан) и речной. Процессы накопления и отдачи тепла в озере Зайсан происходят в сжатые сроки, в речной части – замедленно. Заметный прогрев воды начинается в озере с середины апреля и продолжается до середины июля, достигая отметок 23-26 °С. Прогрев воды в озерно-речной и горно-долинной частях начинается на неделю позже, заканчивается в конце июля. Вода прогревается до 21-24 °С, в озерно-речной части до глубины 15 м, в горно-долинной – до 10 м. В горной части водная толща прогревается до глубины 4-5 м. Для горной части характерна резкая стратификация температур по глубинам. В наиболее глубоких местах (до 70 м) разница в температуре поверхностного и придонного слоев может достигать 20 °С.

Именно термический режим водоема определяет начало и сроки нереста весенненерестующих рыб в различных частях водохранилища. Изучение особенностей термического режима выразилось во введении ступенчатой схемы весеннего запрета на рыболовство по частям водохранилища, когда в озерной части запрет вводится на 15 дней раньше, чем в глубоководной. Кроме того, если в 1970-80-х годах запрет объявлялся в конце мая для охраны нерестового стада леща, то в настоящее время охраняются от вылова ранненерестующие щука, судак, язь, в связи с чем сроки начала запрета перенесены на конец апреля.

Определение качества воды по показателям трофо-сапробности показало, что вода Бухтарминского водохранилища является чистой по перманганатной окисляемости, нитратам, БПК₅, а также по большинству районов по нитритам. Имеется сильное загрязнение аммонийным азотом, отмечено высокое содержание фосфатов в озерной части. По насыщению воды кислородом обнаружен наиболь-

ший дефицит в озерной части. Для карповых, окуня, щуки насыщение воды кислородом до 60 % не является критическим. Судак гораздо чувствительнее к недостатку кислорода (не ниже 80 % насыщения), но, активно перемещаясь по акватории водоема, находит участки с оптимальными для себя условиями. В целом же можно сказать, что Бухтарминское водохранилище является удовлетворительным местом обитания большинства рыб, кроме лососевых и осетровых видов (Куликова, 2005).

Видовой состав ихтиофауны Бухтарминского водохранилища представлен 20 видами, из них 14 являются аборигенами (таймень – *Hucho taimen*; щука – *Esox lucius*; окунь речной – *Perca fluviatilis*; плотва сибирская – *Rutilus rutilus lacustris*; елец сибирский – *Leuciscus leuciscus baicalensis*; язь – *Leuciscus idus*; линь – *Tinca tinca*; карась золотой – *Carassius carassius carassius*; карась серебряный – *Carassius auratus gibelio*; налим – *Lota lota*; голянь обыкновенный – *Phoxinus phoxinus*; голянь озерный – *Phoxinus perenurus*; щиповка сибирская – *Cobitis melanoleuca*; ерш – *Gymnocephalus cernuus*) и 6 относятся к акклиматизантам (сазан европейский – *Cyprinus carpio carpio*; лещ – *Abramis brama*; судак обыкновенный – *Sander lucioperca*; рипус (ряпушка европейская) – *Coregonus albula*; пелядь – *Coregonus peled*; чебачок амурский – *Pseudorasbora parva*). Ихтиофауна представлена хозяйственно-ценными промысловыми и непромысловыми видами рыб. В водохранилище обитает редкий ценный вид – таймень, который спускается сюда на зимовку из рек Бухтарма, Курчум. Такие ценные виды рыб, как сибирский осетр, нельма и стерлядь, ранее обитавшие в исходных водоемах, в настоящее время в бассейне водохранилища не встречаются. До 1940 г. сибирский осетр (зайсанская жилая популяция) фигурировал в промстатистике, как промысловый объект (в среднем, 0,7 т осетра ежегодно). В 80-х годах прошлого века осетр полностью выпал из состава ихтиофауны, как и стерлядь. Нельма т. н. «бухтармино-зайсанской» популяции, включенная в Красную Книгу РК (Красная Книга РК, 1996), не фигурирует в промстатистике с 1956 года. В настоящее время данная популяция нельмы полностью исчезла.

Подавляющий объем биопродукции формируется непосредственно в водохранилище, а реки (в основном, питающая река Черный Иртыш и левые притоки Иртыша) играют значительную роль в воспроизводстве рыбных запасов. В маловодные годы, когда паводок в реках незначительный, рыба нерестится, в основном, по побережью водохранилища. В многоводные годы, при обильном паводке, большая часть рыбного населения устремляется на нерест в реки. Такие реки, как Бухтарма, Нарым, Курчум имеют небольшую роль в воспроизводстве рыбы из-за своего горного характера, а Кокпекты, Калгуты – из-за своей маловодности. Серьезное значение в воспроизводстве имеют реки Ч. Иртыш и Буконь.

Бухтарминское водохранилище существует 45 лет. Если учесть, что в 60-80-ые годы велись акклиматизационные работы по вселению новых видов рыб и беспозвоночных животных, а также шли приспособительные изменения популяций аборигенных видов к новым условиям существования, то за этот ничтожный исторический период устойчивый ихтиоценоз сформироваться не мог. Сукцессионные процессы продолжаются.

4. Результаты исследований и их обсуждение

4.1. Закономерности формирования ихтиоценоза Бухтарминского водохранилища

Организованное рыбное хозяйство на озере Зайсан существует с начала 30-х годов. В 1934 г. проведено первое мероприятие по направленному формированию ихтиофауны – вселение в Зайсан акклиматизанта – сазана. Коренное изменение экосистемы, произошедшее после заполнения Бухтарминского водохранилища (1960 г.), потребовало широких акклиматизационных работ по вселению новых видов рыб и кормовых беспозвоночных, проводимых по рекомендации науки. Общий улов рыбы на Бухтарминском водохранилище возрос по сравнению с исходными водоемами более, чем в 2 раза – в среднем с 4 до 8-9 тыс. тонн, причем более 95 % в добыче занимают рыбы-акклиматизанты.

На рис. 2 показано соотношение в общем улове аборигенов и акклиматизантов. Если в момент создания водохранилища доля акклиматизантов составляла 3 % (сазан), то уже к 1975 г. вселенцы составляли половину улова, а с 1980 г. – более 90 %.

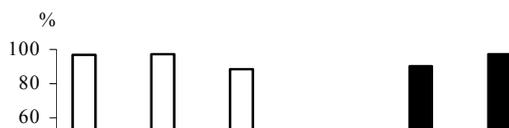


Рис. 2. Доля аборигенных и акклиматизированных видов рыб
в общем улове рыбы по Бухтарминскому водохранилищу (%)

До создания Бухтарминского водохранилища площадь оз. Зайсан составляла 180-200 тыс. га, а его промысловая рыбопродуктивность колебалась от 15,6 до 34 кг/га, в среднем – 26,8 кг/га. При сравнительно стабильном гидрологическом режиме и объеме кормовых ресурсов, уловы базировались на имевшемся стаде рыб, а их колебания связаны с интенсивностью промысла в те или иные годы. В 40-50-х годах основу промысла составляли три вида рыб – щука, окунь, плотва – 86-88 %. Наиболее многочисленными видами как в оз. Зайсан, так и в той части р. Иртыш, которая составляет ныне речную часть водохранилища, являлись плотва, окунь, ерш. Годовая добыча их к общему улову в оз. Зайсан достигала 75-80 % (Ерещенко, 1969). Из ценных видов наибольшее значение имели щука – 16,7 %; сазан – 8,5 %; язь – 3% (Исмуханов, 1981). Ихтиофаунистический комплекс р. Иртыш и оз. Зайсан характеризовался следующими особенностями: незначительным количеством промысловых видов рыб; количественным доминированием малоценных (плотва, окунь, ерш, елец) и сорных видов рыб (пескарь, голянь, голец, щиповка); преобладанием фитофильной группы рыб; бедным видовым составом рыб-планктофагов.

Перекрытие русла Иртыша и создание трех водохранилищ изменило биологические условия обитания рыб в разных участках бассейна, что привело к иному расселению ихтиофауны и перестройке экологии отдельных видов. Плотины ГЭС создали непреодолимую преграду для проходных осетровых и лососевых рыб. Изменились условия обитания и туводных рыб. Все это было известно заранее, и специалисты Укргидропроекта спланировали желательный ихтиофаунистический комплекс с преобладанием в нем ценных видов рыб, в том числе осетровых и лососевых (Проектное задание, 1954). На поверку же он оказался утопическим, не учитывающим особенности экологии как аборигенов, так и вселенцев.

В первые годы существования Бухтарминского водохранилища сотрудниками Алтайского отделения КазНИИРХ была обоснована необходимость вселения в него таких видов рыб, как лещ, рипус, судак, байкальский омуль, пелядь, балхашская маринка, радужная форель, белый амур, белый и пестрый толстолобики. Интродукция указанных видов проводилась в разных возрастных стадиях. Следует отметить, что Бухтарминское водохранилище в процессе его формирования превратилось как бы в «испытательный полигон» для акклиматизации большого числа различных видов рыб, причем вселение зачастую велось без должного учета специфики водоема и экологических потребностей акклиматизанта. В результате большая часть вселенцев не прижилась в водоеме. В настоящее время окончательно натурализовались лишь лещ и судак, вселенные в 1959-64 гг. из Аральского моря и реки Урал, соответственно, а также рипус, интродукция которого проводилась в 1979-91 гг. из Петропавловского рыбопитомника (исходный водоем – Ладожское озеро). Вселенная вместе с рипусом пелядь была постепенно вытеснена им и в настоящее время крайне редко встречается в уловах. Сведения о сроках и объемах вселения обобщены в табл. 1.

Как же происходила смена ихтиоценозов? По мере заполнения водохранилища появились обширные нерестовые площади, поросшие свежим растительным субстратом, с увеличением площади водоема происходил рост численности кормовых организмов, а значит, увеличивалась обеспеченность рыб пищей. Все это вызвало вспышку численности рыб озерно-речного комплекса (щука, линь, карась, плотва, окунь, сазан) и увеличение объема их добычи. В то же время, слабая проточность водоема обусловила снижение численности реофильных видов рыб (язь, елец). Такая картина наблюдалась в первые годы существования водохранилища (1960-1970 гг.). Однако, с достижением наполнения во-

дохранилища обнаружилось, что имеющееся стадо промысловых рыб не способно поддерживать свою численность в условиях резких сезонных и многолетних колебаний уровня (рис.3).

Таблица 1

Вселение ценных видов рыб в Бухтарминское водохранилище

Вид рыбы	Годы вселения	Возраст посадочного материала	Объем вселения, тыс. шт.
Сазан	1934-1935	производители	2,33
Лещ	1949-1964	производители	51,5
Судак	1959 - 1966	разновозрастные	17
Омуть байкаль-	1961-1964	икра	21 000
Омуть байкаль-	1961-1964	личинки	13 900
Пелядь	1963-1974	личинки	13 100
Лещ	1963-1971	разновозрастные	11,4
Маринка балхашская	1966	производители	2,05
Белый амур	1968	личинки	1 800
Белый амур	1968-1985	сеголетки	14 850
Форель радужная	1969-1979	молодь	2 000
Белый амур	1969-1970	сеголетки	17 700
Белый толстолобик	1970-е	молодь	7 100
Рипус	1982-1991	личинки	177 000

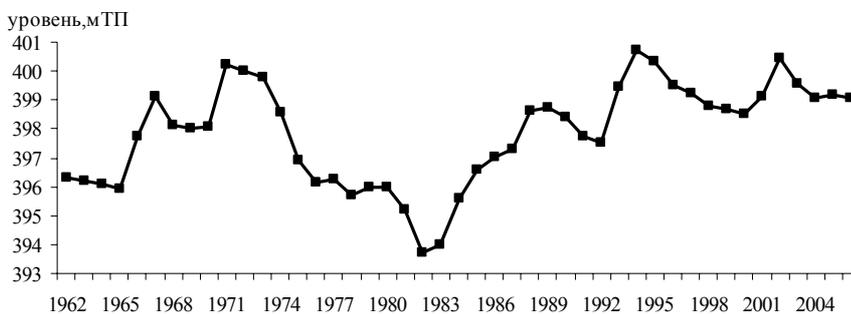


Рис. 3. Фактическая динамика уровня воды

Бухтарминского водохранилища за 1962-2005 гг.

С начала 70-х годов началось падение доли аборигенных видов в улове с одновременным увеличением доли акклиматизантов – леща и судака. Основные причины снижения численности аборигенов следующие. По срокам размножения они делятся на две группы: с весенним икрометанием (щука, язь, плотва, окунь) и летним (сазан, линь, карась). Размножение весеннерестующих рыб происходило при минимальном уровне воды в водохранилище и совпадало с форсированными попусками воды на орошение. В результате попусков происходило осушение больших площадей, массовая гибель икры и личинок.

Размножение летнерестующих рыб зависит от наличия и размеров пойменной системы со свежесоздаваемым растительным субстратом. Из-за сокращения площади таких участков в связи с общим падением уровня и сокращением площади водохранилища (с 1973 по 1982 гг. площадь сократилась в два раза), летнерестующие виды рыб не имели удовлетворительных условий для воспроизводства. Кроме того, молодь этих видов в значительных количествах гибла в период осенней сработки уровня в

отшнурованных водоемах (Федотова, Глушакова, 1978). Слабое воспроизводство в условиях меняющегося уровня режима послужило главной причиной снижения численности стад промысловых рыб. Второй причиной являлось воздействие промысла. В начале 70-х годов произошла его интенсификация путем внедрения в рыболовство высокоэффективных орудий лова – мелкочейных ставных неводов. В связи с тем, что ставными неводами облавливалась исключительно прибрежная зона, их применение не в одинаковой степени влияло на запасы разных видов. Наиболее остро их действие отражалось на состоянии стад рыб, места нереста и нагула которых связаны с прибрежными мелководьями – это щука, плотва, сазан, линь, карась.

Весенние попуски воды на обводнение Павлодарской поймы изменяют режим работы каскада водохранилищ. В период наполнения Бухтарминского водохранилища весенний попуск не проводился (1959-63 гг.), в результате наложения естественного паводка и подъема уровня в процессе заполнения в 60-ые годы образовалось наиболее мощное промысловое стадо рыб, которое в начале 70-ых дало наибольшие уловы. Однако, в эти годы Павлодарская пойма не затопливалась, что привело к снижению продуктивности лугов на 65-70% (Ткаченко, Пугачева, 1975). С 1964 г. начались весенние попуски воды из Бухтарминского водохранилища продолжительностью 18-20 суток, объем попусков составлял от 1,5 до 3 км³, при этом происходило снижение уровня водохранилища на 9-37 см (рис. 4 а)).

Тогда же отмечалось, что «цена» 2-3 км³ воды при форсированном попуске в маловодные годы значительно больше, чем в многоводные. Именно в это время сказались воспроизводительные преимущества леща перед другими видами. После того, как форсированные попуски воды из Бухтарминского водохранилища были «сглажены» вводом в строй водоема – контррегулятора (Шульбинское водохранилище), объем рыбных запасов значительно не увеличился. Дело в том, что популяции рыб приспособительно реагируют на изменение условий существования, в т.ч. условий размножения. Ухудшение условий воспроизводства в определенный момент времени приводит к увеличению плодовитости и степени использования оставшихся нерестилищ. Норма реакции популяций таких видов, как лещ, плотва, окунь, судак на ухудшение условий воспроизводства довольно широкая и позволяет им компенсировать потери. Менее пластичные виды рыб (сазан, щука, язь) при снижении уровня в нерестовый период и отсутствии нерестового субстрата просто не способны отнереститься, поэтому на их численность весенние попуски действовали очень сильно. Строительство Шульбинской ГЭС с водохранилищем сезонно регулируемого стока (1989 г.) привело к прекращению скачков уровня в нерестовый период (рис. 4(б)) и оказало влияние на стабильность уловов рыбы и сохранение биоразнообразия. Урожайность молоди рыб, в среднем, увеличилась в 1,5-2 раза.

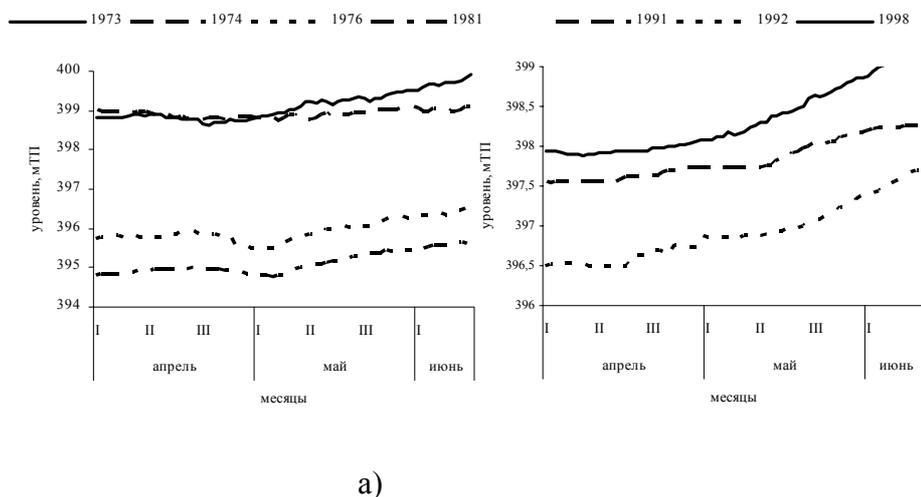


Рис. 4. Динамика уровня воды Бухтарминского водохранилища в весенний период в 1970-80-ые (а) и 1990-ые (б) годы

Лещ попал далеко не в свободную экологическую нишу, так как в составе ихтиофауны водоема было много других бентофагов (сазан, линь, язь, ерш и молодь хищников). Конкуренция стала особенно острой, когда началось уменьшение площади водохранилища, а значит, и объема кормовых ре-

сурсов. Численность популяций рыб стала слишком велика для имеющейся кормовой базы, и тогда сказались селективные преимущества вселенца, позволившие ему стать доминирующим по численности видом. Во-первых, воспроизводительные способности леща очень широки. Икрометание леща порционное (двухразовое), и нерест растянут во времени на 1,5-2 месяца. Это позволяет его популяции частично выйти из-под воздействия неблагоприятных погодных условий и нерестовать в подходящие сроки, тогда как у других видов (например, язь, щука) в неблагоприятные годы до 60-80 % особей остаются с невыметанными половыми продуктами. Нерестует лещ как в прибрежной зоне, так и на глубине до 2,5-3 м, часто на неподходящем субстрате, что дает ему преимущество перед другими фитофилами. Во-вторых, быстрый линейный рост и высокотелость позволяют ему выходить из-под пресса хищников. Так, молодь леща практически не встречается в пищевом комке судака, тогда как плотва в нем составляет более 50 %.

Обобщая опыт интродукции леща в водоемы Казахстана, можно выделить много общих черт. Процесс натурализации леща можно разделить на пять этапов:

1. Вселение. Обычно проводится при благоприятном гидрологическом режиме или в период заполнения искусственного водоема.
2. Занятие доминирующего положения. В результате многолетней цикличности водности через какое-то время после вселения происходит ухудшение гидрологического режима, когда пластичный лещ имеет преимущество перед аборигенными бентофагами и замещает их в составе ихтиофауны.
3. При новом повышении водности появляются мощные поколения не только леща, но и аборигенов, достаточное количество нерестилищ. В результате – совместный пресс аборигенов и акклиматизантов на кормовую базу водоемов.
4. Кормовая база не выдерживает пресса, в результате – ухудшение обеспеченности пищей для мощных поколений леща, снижение темпа роста, увеличение заболеваемости (к примеру, лигулез леща на Бухтарминском водохранилище).
5. Новое равновесие поступает уже при более высокой численности аборигенов и ухудшении экстерьерных показателей леща, низком темпе роста.

Под воздействием пресса аборигенных хищников акклиматизация судака происходила медленно, он вступил в промысел лишь в 1971 г. В условиях перенаселения, связанного с уменьшением параметров водохранилища, судак занял доминирующее положение среди других хищников. Нерест судака происходит на глубинах до 4 метров, поэтому на его воспроизводство оказывал меньшее влияние, чем на других рыб, режим весенних сработок уровня. Кроме того, молодь судака имеет лабильный спектр питания. В неурожайные на молодь других видов годы основной пищей сеголетков судака служат каспийские мизиды, которых поедают даже особи в 2-3-х летнем возрасте (Козляткин, 1974). Взрослый судак потребляет в пищу плотву, окуня, ерша. Он сыграл определенную роль в снижении запасов малоценных видов рыб. Их доля в общем улове снизилась с 68,5 % в 1970 г. до 2,2-3,8 % в 1985-88 гг. Прогресс судака в водоеме – наряду с неблагоприятными условиями воспроизводства – способствовал снижению запасов ценных аборигенных хищников (щука, налим). Содержание их в уловах упало с 14 % в 1970 г. до 0,01-0,5 % в 1981-85 гг. В результате наложения двух факторов: прогрессирующего маловодья и уменьшения числа жертв, во второй половине 70-х годов в популяции судака вступили в действие механизмы ограничения численности. Одним из них является опухоловое заболевание. Содержание больного судака в промысловом стаде достигло максимума в начале 80-х годов (более 60 % половозрелых особей). Можно спорить о том, какие абиотические факторы вызывают заболевание, и какова его природа, но на примере судака Бухтарминского водохранилища следует предположить, что биотические факторы, а именно динамика численности рыб, играют значительную роль в распространении дерматофибросаркомы. При разрежении стада судака (интенсификация промысла, увеличение параметров водоема) происходит торможение механизмов ограничения численности, а, следовательно, уменьшение заболеваемости. Так, после резкой интенсификации промысла судака в 2001-2006 гг., связанной с востребованностью его филе в Западной Европе, уже к 2004 г. процент пораженных особей снизился до долей процента.

Рипус попал в относительно свободную экологическую нишу в глубоководной части водохранилища, и уже к середине 80-х годов вошел в промысловую эксплуатацию. Рост его численности сдерживается тем, что он может обитать только в глубоководной и относительно холодноводной части водохранилища. Численность и биологические показатели рипуса в значительной мере связаны с динамикой численности его избирательных пищевых объектов – ледниковоморских мизид.

Таким образом, имеются и отрицательные для функционирования ихтиоценоза и ведения рыбного хозяйства на Бухтарминском водохранилище последствия вселения леща и судака: в результате доми-

нирования леща снизилась численность его конкурентов в питании (сазан, линь); после вселения судака снизилась численность другого хищника (щуки); «кризис перепроизводства» в популяциях леща и судака привел к истощению кормовой базы и, как следствие, вспышкам заболеваемости, которые явились одним из механизмов самоограничения численности популяций этих видов.

Лещ во всех водоемах Казахстана имеет сходные этапы натурализации, что в конечном итоге везде приводит к высокой численности при низком темпе роста. Вместе с ростовыми показателями, в 80-90-х годах резко снизилась жирность и упитанность бухтарминского леща, а с ними и его привлекательность для потребителя.

В начале 2000-х годов автором настоящей работы, совместно с другими сотрудниками Алтайского филиала, были разработаны экологические требования к водному режиму водохранилища, которые были учтены в «Правилах использования водных ресурсов Верхне-Иртышского каскада водохранилищ» (Правила, 2002). При этом рыбное хозяйство по приоритетам в использовании воды вышло с пятого (после энергетики, промышленности, сельского хозяйства и водного транспорта) на второе место (сразу после гидроэнергетики). Такое положение может считаться инновацией в масштабах всего СНГ.

Внесенные в «Правила...» требования рыбного хозяйства:

- «Во избежание гибели икры и молоди рыб на нерестовых площадях оз. Зайсан и в устье р. Черный Иртыш, снижение уровней в озерной части водохранилища с 1 апреля по 1 июля не допускается. После ледостава, с ноября по март, для проведения подледного лова на оз. Зайсан в этот период недопустимо повышение уровня водохранилища, а также понижение его более, чем на 1,3 м» (изменение пункта по сравнению с «Временными правилами...» (1991) вызвано тем, что подход ранненерестующих рыб в дельту Ч. Иртыша и сам нерест происходят раньше, чем распаление льда на акватории водохранилища. Снижение уровня в этот период приводит к осушению полоев и гибели икры. Значительное снижение уровня воды зимой приводит к образованию в ледовом покрове трещин и невозможности рыболовства).
- «В маловодные годы, при уровнях воды, близких к УМО и прогнозируемого маловодного половодья, необходимо предусматривать снижение компенсирующих попусков из водохранилища (~ до 50 %)».

Также внесены изменения в режим работы нижерасположенных водохранилищ, которые позволяют, в первую очередь, сохранять биоресурсы Бухтарминского водохранилища.

В 1998 г. нами проведена оценка ущерба рыбному хозяйству водохранилища от снижения его параметров. Для оценки зависимости уловов от водности мы использовали метод корреляционно-регрессионного анализа, выбрав в качестве факторов, влияющих на результативный признак, среднегодовой уровень, среднегодовую площадь и среднегодовой объем водохранилища. Исследовалось влияние водности на уловы как в том же году, так и через 1,2,3,4 года. Дело в том, что снижение численности популяций вследствие действия физических факторов (изменения объема «жизненного пространства») происходит не мгновенно, а в течение ряда лет (из-за постепенности протекания процессов увеличения смертности, снижения плодовитости, и т.д.). Наиболее тесная коррелятивная связь обнаружена между объемом воды и уловами рыбы спустя 3 года ($r=+0.74$), использовано 25 пар значений: объем водохранилища за 1967-1991 гг. и уловы за 1970-1994 гг. Получено степенное уравнение, наиболее удовлетворительно описывающее данную связь:

$$U=789.05V^{0.7015}, \text{ где}$$

U – уловы рыбы (тонн);

V – среднегодовой объем водохранилища (км³).

Данная связь достоверна с уровнем вероятности 0,99. Это уравнение может быть использовано для расчета изменений в фактической рыбопродуктивности от изменений параметров водоема, в т.ч. при сверхнормативном использовании водных ресурсов.

На рис. 5 показано изменение энтропии и относительной организации ихтиоценоза Бухтарминского водохранилища с 1960 по 2000 год. Относительная организация ихтиоценоза водохранилища постепенно увеличивается от 0,2 в середине 60-х годов до 0,8-0,85 в 80-х годах, что связано с увеличением степени доминирования леща. Такая супердетерминированная система довольно уязвима к внешним воздействиям, что особенно актуально сегодня, когда ставится проблема сохранения биоразнообразия наших водоемов. Наличие в составе ихтиофауны большого числа видов является гарантом устойчивости системы.

Энтропия сообщества рыб водохранилища по мере его «старения» снижается. Вспышка численности аборигенных видов рыб, за исключением более «речных» щуки, язя, налима, привела к росту уловов вдвое к 1970 г. и выравниванию видов по ихтиомассе. В дальнейшем прогресс акклиматизантов и неспособность аборигенных видов поддержать свою высокую численность в условиях водохранилища привели к снижению энтропии. Одним из путей поддержания биоразнообразия является акклиматизация в водоеме новых видов рыб. На рис. 5 хорошо заметны резкие скачки энтропии (а значит, и увеличение устойчивости ихтиоценоза) в периоды вступления в промысел акклиматизантов: 1965-68 гг. – леща; 1972-74 гг. – судака; 1986-89 гг. – рипуса.

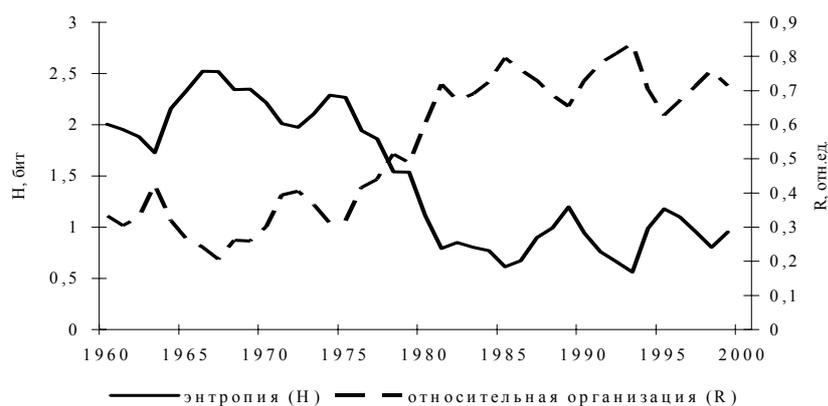


Рис. 5. Динамика энтропии и относительной организации ихтиоценоза Бухтарминского водохранилища в 1960-2000 гг.

Для повышения устойчивости ихтиоценоза водохранилища к внешним воздействиям (смена гидрологического режима, изменения в интенсивности промысла) необходимо снизить степень доминирования леща. Тогда создадутся условия для увеличения запасов ценных бентофагов (сазан, линь, карась, язь) и предпосылки для реинтродукции в Бухтарминское водохранилище сибирского осетра. И нужно сказать, что в результате интенсификации промысла на Зайсане в 2001-2004 гг., уже в 2005 г. нами отмечено некоторое снижение численности леща на Зайсане.

4.2. Биологические показатели и внутрипопуляционная дифференциация промысловых видов рыб

Лещ занимает первое место в водоеме как по численности, так и по ихтиомассе. В уловах 60-80 % составляют особи 4-8-летнего возраста. Стабильность размерно-возрастной структуры говорит об относительном постоянстве условий нагула и урожайности поколений. В 1990-ые годы наблюдалось сокращение размерного ряда и уменьшение средних размеров леща, в условиях перенаселения и ухудшении обеспеченностью пищей. Перенаселенность леща способствует пораженности лигулезом. В 1996 г. больных особей регистрировалось в пределах 3-6 %, в 2000 г. – 7,7 % в целом по популяции и 10-13 % в категории «мелкий лещ» (до 22 см). В настоящее время лещ выметывает только одну порцию икры.

Сравнивая биологические показатели леща из различных частей водохранилища, можно отметить неоднородность популяции. Так, группировки леща отличаются сроками нереста: наиболее ранний

нерест (апрель-май) у леща озерно-речной части, среднесрочный (май) – в озерной части и поздний (май-июнь) – в глубоководной части. Половозрелость леща из озерной и озерно-речной частей наступает при сходных размерах и возрасте, в горно-долинной части лещ становится половозрелым при достижении несколько больших размеров. Имеются различия и в половой структуре стад.

Лещ из озерной (Зайсан) и речной (все остальные) частей водоема сравнивался по морфометрическим показателям. Анализ показал, что процессы дифференциации идут, о чем говорит достоверность различий (второго и третьего порядка) по ряду признаков между "речным" и "озерным" лещом (табл. 2). В таблице показаны значения только для тех признаков, которые имеют достоверные отличия у «речного» и «озерного» леща. Это такие признаки, как число лучей в грудном плавнике, высота головы, антедорсальное расстояние, высота спинного плавника, длина верхнечелюстной кости (большие значения в озерной) и длина хвостового стебля (больше в речной части). Различия касаются признаков, связанных с плаванием и добыванием пищи, то есть с различными условиями обитания.

Таблица 2

Морфометрические признаки леща из озерной и речной части

Признаки	Речная часть	Озерная часть	t _{кр}
Ветвистых лучей в Р	14.2±0.1	14.61±0.09	2.98
В % к длине тела (без С)			
Высота головы через сер.	13.24±0.08	13.61±0.09	3.14
Антедорсальное расстоя-	58.1±0.2	58.9±0.2	3.00
Длина хвостового стебля	13.4±0.1	13.0±0.1	2.63
Высота D	27.3±0.2	28.8±0.3	4.26
Длина верхнечелюстной	6.81±0.06	7.06±0.06	2.79

С целью выяснения степени близости выборок леща из различных частей водохранилища, в 2006 г. проведен многомерный анализ по сумме морфологических признаков для каждой из четырех частей (рис. 6). Наиболее близкими между собой являются выборки леща из озерной и озерно-речной части водохранилища, а также горной и горно-долинной, они образуют отдельные кластеры. Дендрограмма демонстрирует достаточно высокий уровень внутривидовых различий выборок из глубоководной (горной и горно-долинной) и мелководной (озерной и озерно-речной) частей.

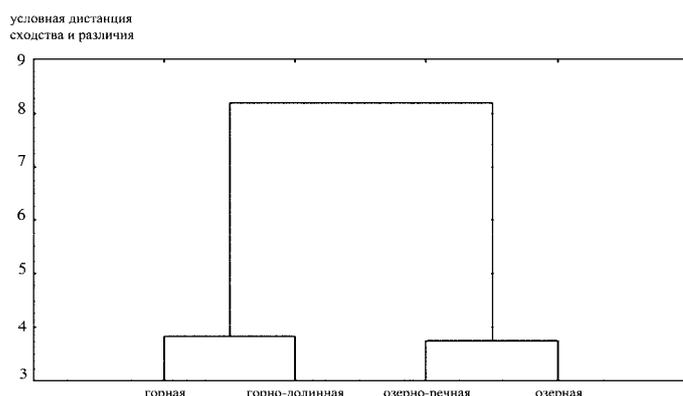


Рис. 6. Дендрограмма сходства выборок леща из различных частей

Бухтарминского водохранилища

Популяция судака за прошедшее время также претерпела определенные структурные изменения. Стадо судака – наиболее облавливаемое, поэтому промысел является одним из основных факторов структурных перестроек. В последние годы наблюдается процесс омоложения популяции судака, одним из выражений которого служит уменьшение средних метрических показателей с 50,5 см по длине

и 1850 г по массе в 1996 году, до, соответственно, 30,7 см и 443 г в 2004 году. В контрольных уловах 1996 года доминировали особи в размерном интервале 40-56 см (62 %). В 1998 году эта размерная группа составляла 44,9 %, а в 2004 году преобладали рыбы с размерами 26-40 см, т. е. крупный судак на водоеме встречается все реже. В промысловых уловах до 30-40 % улова составляют неполовозрелые особи. Стремительно уменьшается размерный и возрастной ряд судака.

Материалы для изучения популяционной дифференциации судака собирались в 2006 году. Достоверных различий в размерно-весовых показателях судака по частям водохранилища не отмечено. Изучение морфологии судака из двух частей водоема (озерной и озерно-речной) выявило присутствие достоверных различий лишь по одному из счетных признаков – количеству жаберных тычинок на первой жаберной дуге ($t_{st}=3,28$). Различия, близкие к реальным, имеются по таким признакам, как наибольшая высота тела, высота головы у затылка и ширина лба. По пластическим признакам реальные различия отмечаются по 4 признакам из 33. Это постдорсальное расстояние, длина основания анального плавника, длина грудного и брюшного плавников. Наиболее изменчивым признаком оказалось расстояние между первым и вторым дорсальными плавниками.

Популяции **плотвы и окуня**, подвергаясь интенсивному воздействию хищников, характеризуются ежегодно высокой урожайностью молоди, составляющей для плотвы 0,5-2,01 экз./м³, для окуня – 0,62-1,51 экз./м³. Для половозрелой части популяций плотвы и окуня определяющее значение имеет промысел, действие которого, однако, недостаточно для существенных структурных перестроек. Плотва и окунь на протяжении многих лет отличаются стабильностью размерно-возрастного состава.

За десятилетний период состояние популяций таких аборигенных видов рыб, как язь, линь, караси осталось практически неизменным и характеризуется постоянством темпа роста. Эти виды рыб подвергаются слабому промысловому изъятию в связи с обитанием вне промысловых районов – в приустевых участках рек и зарослевой зоне.

На основании анализа биологических показателей, четко выраженной биологической неоднородности в популяции **рипуса** не отмечено. Рипус из различных частей водохранилища характеризуется одинаковым возрастом и размерами наступления половой зрелости, имеет идентичную размерно-возрастную структуру рыб в уловах. Дело в том, что рипус широко мигрирует в течение года по всей глубоководной части водохранилища, что обуславливает обмен генотипами. Популяция рипуса является мономорфной.

На рис. 7 показаны линии регрессии массы рыб от возраста. Характерно, что весовой рост считавшегося быстрорастущим видом леща совпадает с таковым у окуня и лишь немного превосходит рост «малоценной» плотвы. Полученные уравнения связи длины, массы, упитанности и возраста рыб позволяют при недостатке собранного материала по фактическому варьированию какого-то показателя заменят

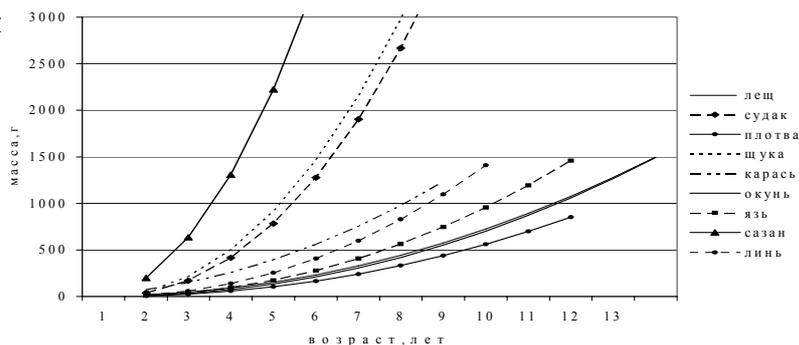


Рис. 7. Линии регрессии «возраст-масса рыбы»

4.3. Распределение ихтиофауны по акватории

и рекомендации по оптимизации режима рыболовства

Абиотические условия обитания рыб в каждой из частей водоема имеют некоторые отличия, что отражается на составе ихтиофауны и численности рыбы, а также интенсивности рыболовства. В табл. 3 представлен видовой состав рыб в различных районах и биотопах. Пространственное распределение рыбы изучалось по материалам эхолотных, траловых, неводных и сетных съемок в различные сезоны.

Состав ихтиофауны по различным районам водохранилища (%)

Часть	Виды рыб										
	* ле- ш	су- лак	пло- тва	окун ь	щу ка	язь	ка- рас	ли нь	са- зан	ри- пус	пр о-
Глубо- ковод- Озер- но-	1 39, 4	6,4	33, 3	15,8	0,6	3,7	-	0,1	-	-	0, 7
Юго- восток	1 57, 2	8,5	16, 0	6,1	1,5	6,1	0,4	2,7	1,5	-	-
Центр Зайса-	1 53, 6	10, 5	13, 8	13,2	3,6	3,3	-	1,5	0,2	-	0, 3
Севе- ро-	1 44, 7	17, 4	18, 7	10,5	0,9	2,3	-	-	2,3	-	3,
	1 45, 6	10, 2	5,1	26,1	2,1	2,1	-	2,7	6,0	-	0, 1

Примечание: 1 – прибрежная мелководная и зарослевая зона;

Лещ распространен по всей акватории и во всех биотопах Бухтарминского водохранилища. Наибольшие его концентрации сосредоточены в озере Зайсан во все сезоны года. В весенний период в многоводные годы большая часть производителей устремляется на нерест в устьевые пространства рек. Наибольшие нерестовые концентрации сосредотачиваются в дельте и нижнем течении реки Черный Иртыш, северо-западной запретной зоне Зайсана, устье реки Буконь (озерно-речная часть). Производители леща собираются близ нерестилищ, подходя к ним отдельными косяками, сначала наиболее крупные самки. В маловодные годы нерестовые концентрации равномерно рассредотачиваются по всей прибрежной зоне. В горной и горно-долинной частях прогрев воды начинается позже, поэтому крупные особи поднимаются на нерест в реки. Оставшаяся небольшая часть производителей в последующем осваивает немногочисленные пригодные для нереста участки литорали. В летне-осенний период наибольшие концентрации в озере Зайсан обнаруживаются вдали от берега, на глубине 6-8 м на коренных илах (илы, существовавшие в озере до создания водохранилища). Горизонтальное распределение особей зависит от кормности субстрата, крупные и мелкие экземпляры осваивают различные участки. Днем рыба находится вблизи дна, в темный период суток – по всей толще воды. В озере Зайсан и озерно-речной части водохранилища лещом осваивается 100 % площади. В глубоководной части (горной и горно-долинной) значительные скопления леща находятся в открытой части и держатся днем в слое 5-15 м, вечером часть особей поднимается к поверхности вслед за зоопланктоном, который в глубоководной зоне является значительной составляющей пищевого комка леща. Связано это с тем, что площадь донных биоценозов, которые являются пищевым субстратом для леща, в глубоководной части меньше, чем в озере – лещ способен освоить площади только до 30 м глубиной. В связи с этим часть особей вынуждена переходить на несвойственное лещу питание планктоном, и это является его преимуществом над другими видами рыб, поскольку позволяет приспособиться и выжить при недостатке обычного корма. Осенью, готовясь к зимовке, в озеро Зайсан мигрирует большое количество взрослых особей и молоди из озерно-речной части и реки Черный Иртыш. Зимовальные концентрации леща распределены по всему Зайсану. В глубоководной части стадо леща расконцентрируется по зимовальным ямам вблизи крупных заливов.

Рипус обитает в горной и горно-долинной частях Бухтарминского водохранилища. Связано это с тем, что только в глубоководной зоне наличествует стратификация температур по глубинам. Рипус в течение весенне-летнего периода находится ниже границы термоклина в холодных нижних слоях воды на глубине 20-40 м, совершая вертикальные миграции вслед за перемещением планктона. Весной и летом наибольшие концентрации рипуса сосредоточены в горной части. Осенью производители подходят к берегам на нерест, при этом большая часть стада перемещается в горно-долинную часть. Поздней осенью часть производителей совершает миграции вверх по течению в нижний участок озерно-речной зоны (до устья реки Курчум). После нереста рипус остается зимовать там же, где и нерестился, рассредоточиваясь подо льдом по всей акватории (открытая часть и прибрежье).

Судак встречается по всей акватории водохранилища, биотоп обитания этого хищника – открытые, свободные от растительности участки акватории. Наибольшие его концентрации сосредоточены в озере Зайсан. В нерестовый период судак одним из первых мигрирует к устьевым пространствам рек, где освобождение ото льда и прогрев воды начинается раньше, чем на основной акватории водоема. Основные места раннего нереста – дельта Черного Иртыша, устье реки Буконь. Также активно судаком осваиваются прибрежные мелководные участки на основной акватории после распаления льда. В летнее время судак постоянно перемещается по акватории в поисках пищи, промысловое стадо скап-

ливается вдали от берегов в центральной части озера Зайсан и глубоководных участках озерно-речной части в местах скопления мирных рыб, являющихся для него пищевым объектом. Может заходить на откорм в устья рек и подходить к берегам, где выше концентрация молоди рыб, особенно в отдельные периоды жора (май, октябрь). В горной и горно-долинной частях концентрируются, в основном, младшевозрастные группы стада. В осеннее время основные стада судака сосредоточены в открытой части Зайсана и озерно-речной части.

В 2006 году сделана оценка промысловой рыбопродуктивности различных участков озера по уловам промысловыми и исследовательскими неводами. Всего использованы результаты 33 притонений вне запретных зон, и получившаяся совокупность данных обработана компьютерной программой «Surfer 7.0». Получившееся пространственное распределение концентраций рыб показано на рис. 8. Заметно увеличение концентрации в сторону северо-западной запретной зоны и к северному побережью Зайсана. В то же время, концентрация рыб в июне-сентябре в преддельтовом пространстве Черного Иртыша невелика. Низкие концентрации рыб летом также наблюдаются вблизи южного побережья, где ведется наиболее интенсивный лов неводами, и именно из-за разреживающего действия промысла. Интенсивность промысла здесь необходимо снизить.

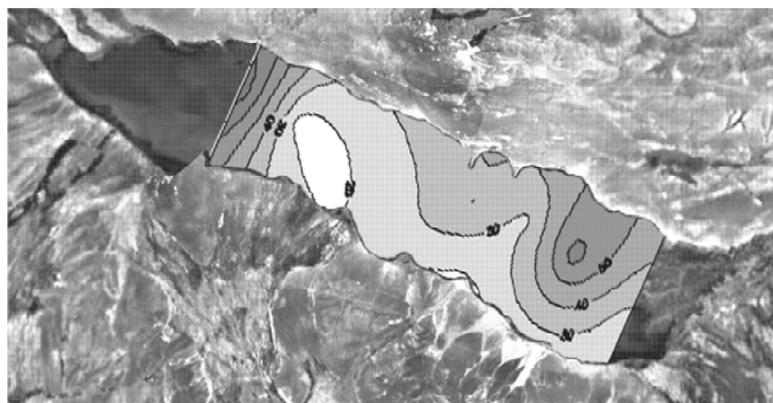


Рис. 8. Промысловая рыбопродуктивность участков озерной части

Бухтарминского водохранилища (кг/га)

На рис. 9 показано распределение рыбы по водной толще на одном из разрезов в горно-долинной части водохранилища в осенний период. Видна неровность рельефа дна водохранилища, в результате чего рыба может уходить под нижнюю подбору невода. В данном районе, имеющем максимальную глубину до 40 м, основная масса рыбы сосредоточена на глубине 12-27 м, причем отмечена тенденция к образованию косяков. Косяки рыб, находящиеся на глубине 17-24 м и на схеме представленные более мелкими значками, это рипус, что проверено путем постановки сетей на данной глубине. Более крупные значки, на глубине 10-13 м и в придонных слоях – лещ и судак. Рыба, находящаяся вполводы, практически недоступна для облова имеющимися на промвооружении орудиями лова.



Рис. 9. Вертикальное распределение косяков рыб в горно-долинной части водохранилища

В схеме рыболовства на Зайсане рекомендуются следующие изменения: внедрение донных тралов и специальной схемы оснастки закидных неводов для предотвращения уничтожения кормовой базы; использование неравнокрылых неводов, тралов, применение плавбаз, как судов-маток для малотоннажных судов, с целью освоения всей акватории в летне-осенний период. Здесь необходимо снизить промысловую нагрузку.

В схеме рыболовства в речной части водохранилища необходимы следующие изменения: внедрение в рыболовство разноглубинных тралов; увеличение доли неводного рыболовства; уменьшение разрешенного размера ячеи в ставных сетях, применяемых для лова рипуса. Здесь необходимо увеличить промысловую нагрузку.

4.4. Перспективы дальнейшего зарыбления водохранилища

Так или иначе, реконструкция ихтиоценозов произошла, результаты ее известны, следует учесть ошибки и продолжить направленное формирование ихтиофауны водоема. В условиях снижения запасов леща, увеличились шансы на повышение промвозврата от зарыбления водоема сазаном-качком, а также шансы на успешную реакклиматизацию в озеро Зайсан (озерную часть Бухтарминского водохранилища) ранее обитавших здесь осетровых.

В табл. 4 представлена разработанная нами схема акклиматизации и зарыбления водохранилища. Зарыбление Бухтарминского водохранилища в ближайшие годы должно не только способствовать повышению его рыбопродуктивности по промысловым видам рыб, но и сохранению и восстановлению биоразнообразия (реакклиматизация осетровых).

4.5. Оптимизация использования рыбных ресурсов водохранилища

У нас есть все основания полагать, что снижение доли неучтенного вылова рыбы на водохранилище более, чем в 2 раза, стало результатом внедрения в практику управления использованием биоресурсов т.н. «нормативов вылова рыбы на единицу промыслового усилия» (Рикер, 1979). Впервые нормативы были предложены нами в 1996 г., в 1998-1999 гг. взяты на вооружение органами охраны и использования рыбных ресурсов, и применяются для расчета количества промысловых дней, на которое выдается разрешение на право лова. Допустим, при наличии у рыбодобытчика 10 сетей и нормативе 4 кг/сеть в сутки, разрешение на вылов 1 тонны рыбы выдается на срок 20 дней. Нормативы разрабатываются для каждого рыбоучастка и отдельно по сезонам года.

Таблица 4

Повидовая схема акклиматизации и зарыбления

Бухтарминского водохранилища

Показатели	Наименование части Бухтарминского водохранилища
------------	---

	озерно-речная и озерная части	озерно-речная и озерная части	вся акватория	озерная часть	озерная часть
Вид рыбы	сазан-каarp	белый амур	судак	стерлядь	осетр сибирский
Направление рыболоводных работ	Зарыбление	Зарыбление	Зарыбление	Реакклиматизация	Реакклиматизация
Обоснование (цели акклиматизации и зарыбления)	Поддержка популяции при интенсивном промысле	Биомелиорация водоема, увеличение рыбопродуктивности	Поддержка популяции при интенсивном промысле	Восстановление и сохранение биоразнообразия	Восстановление и сохранение биоразнообразия
Дополнительная протекция (охрана, мелиоративные работы)	Мелиоративные работы (спасение молоди в отшнурованных водоемах)	Мелиоративные работы (спасение молоди в отшнурованных водоемах)	Запрет на рыболовство в период нереста, соблюдение промысла	Запрет на вылов в первые годы вселения	Запрет на вылов, спасение молоди в отшнурованных водоемах
Объем зарыбления шт	1 500 000	500 000	3 000 000	2 000	600 000
Возраст рыбопосадочного материала	двухлетки	двухлетки	мальки 3-5 г	производители	мальки

Данная мера: способствует лучшей организации промысла, стимулирует рыбодобытчика к более интенсивному ведению лова; увеличивает поступление в бюджет средств от платы за биоресурсы; более чем в 2 раза сокращает неучтенный вылов, а доля учтенного улова значительно увеличивается. Так, на Бухтарминском водохранилище, в значительной мере благодаря введению нормативов, ежегодный зафиксированный улов увеличился на 1,5 тыс. тонн. Восточно-Казахстанская область была первой в Республике, где начали применяться Нормативы. Впоследствии эта практика была одобрена специально уполномоченными органами, и 27 декабря 2003 г. приказом Комитета рыбного хозяйства МСХ РК утверждены «Временные Нормативы промыслового усиления по видам орудий лова» (Временные нормативы, 2003) для Бухтарминского и Шульбинского водохранилищ в предложенном нами формате.

В отличие от долговременных программ пополнения рыбных запасов водохранилища, таких как зарыбление или рыбохозяйственная мелиорация, любые биологические и экономические изменения в режиме и Правилах рыболовства дают немедленный природоохранный и экономический эффект. Нами в 1998-99 гг. разработан ряд уточнений к действующим Правилам, таких как снятие запрета на вылов леща в нерестовый период, перенос сроков весеннего запрета, которые утверждены Комитетом лесного, рыбного и охотничьего хозяйства в «Нормативах к Правилам рыболовства и добывания других водных животных, регулирующих их промысел в Бухтарминском водохранилище» в апреле 2000 года (Нормативы, 2000). Особенно важным явилось то, что весенний запретный период был сдвинут с конца мая – начала июня на конец апреля – начало мая. Тем самым мы перешли от охраны нерестового стада леща, в чем уже нет необходимости, на охрану ранненерестующих видов рыб – судака, щуки, язя.

За последующий ряд лет, в условиях динамичности состояния экосистемы и меняющейся стратегии рыболовства, вновь накопились уточнения к Правилам, требовавшие их изменения. В 2002 г. автором подготовлено биологическое обоснование на уточнение Нормативов к Правилам рыболовства на Бухтарминском водохранилище. Новые Нормативы были утверждены в январе 2004 года (Нормативы, 2004). В них, в частности, впервые введен пункт о полном запрете на промышленное рыболовство в реках – правых притоках водохранилища – являющихся резерватом аборигенной ихтиофауны.

К основным проблемам рыбного хозяйства на востоке РК следует отнести:

- чрезмерную промысловую нагрузку на ценные биоресурсы при недоиспользовании запасов менее ценных;
- недостаточное искусственное воспроизводство рыбных запасов;
- преобладание в экспорте биоресурсов в виде сырца, т.е. в переработанном или минимально переработанном виде;

- плохое качество и санитарное состояние экспортируемой продукции в связи с отсутствием достаточного количества холодильных мощностей непосредственно вблизи мест рыбодобычи, а также линий для рыбопереработки.

Для стабилизации вылова рыбы ежегодно на Бухтарминском водохранилище в объеме 12 тыс. т необходимы:

- Оптимизация гидрологического режима Верхне-Иртышского каскада водохранилищ с учетом требований рыбного хозяйства.
- Закрепление участков лова на ряд лет, с постепенным переходом на систему лицензирования рыбодобычи, распределение лимитов путем аукциона.
- Реорганизация рыбодобычи с целью увеличения доли активного лова (неводного, тралового) путем укрупнения рыбодобычи.
- Доведение объемов выпуска молоди ценных видов рыб в Бухтарминское водохранилище до 1,5 млн. двухлетков сазана-карпа, 0,5 млн. двухлетков белого амура, 3 млн. мальков судака ежегодно.
- Расширение сети особо охраняемых природных территорий, создание Курчумского ихтиологического заказника на р. Курчум, Зайсанского государственного природного заповедника на р. Черный Иртыш для сохранения биоразнообразия рыб.

Предлагаемые пути оптимизации использования рыбных ресурсов Бухтарминского водохранилища имеют экономическую и природоохранную направленность. Часть мероприятий уже реализована, начиная с середины 1990-х годов. Внедренные поправки в Правила рыболовства, введение Нормативов улова на усилие, принятие и соблюдение экологических требований к водному режиму водохранилища выразилось в увеличении промысловых уловов. Так, в 1990-ые годы среднегодовой улов в водохранилище составлял 6714 т, в 2000-ые годы он увеличился до 8272 т, т.е. на 1,5 тыс. тонн. Внедрение предложенной схемы акклиматизации и зарыбления водохранилища приведет к увеличению биоразнообразия и уловов. По нашим расчетам, промвозврат от зарыбления сазаном (карпом) составит 437 тонн ежегодно. Общий улов рыбы из водохранилища, при реализации всех намеченных мероприятий, составит ежегодно 11-12 тыс. тонн.

ВЫВОДЫ

1. Бухтарминское водохранилище является наиболее крупным и важным в рыбохозяйственном отношении водоемом на востоке Республики Казахстан. Установлено, что по силе воздействия на динамику численности рыб водоема главным экологическим фактором является искусственно регулируемый гидрологический режим. Наиболее тесная коррелятивная связь обнаружена между объемами воды и уловами рыбы спустя 3 года. Полученное уравнение может быть использовано для расчета изменений в фактической рыбопродуктивности (реальном получении рыбопродукции) от изменений параметров водоема, в т.ч. при сверхнормативном использовании водных ресурсов. В маловодные годы необходимо снижение компенсирующих попусков из водохранилища до 50 %, при этом недопустимо понижение уровня воды ниже отметки 398 мТП.
2. В результате проведенных акклиматизационных работ уловы рыбы в водохранилище повысились, в среднем, в два раза – с 4-4,5 до 8-9 тыс. тонн, причем более 90 % в уловах занимают акклиматизанты. Конкуренционные взаимоотношения между бентофагами привели к доминированию более адаптированного к скачкам уровня воды леща; конкурентные взаимоотношения между хищниками привели к снижению численности щуки и доминированию судака; вселенец рипус занял свободную экологическую нишу в глубоководной части водохранилища.
3. Перепроизводство в популяциях леща и судака привело к истощению их кормовой базы и, как следствие, вспышкам заболеваемости (судака – дерматофибросаркомой, леща – лигулезом), которые явились одним из механизмов самоограничения численности популяций этих видов.
4. На основе изучения динамики энтропии и относительной организации ихтиоценоза показана необходимость увеличения изъятия из водоема леща. Это нашло отражение в Нормативах к Правилам рыболовства на Бухтарминском водохранилище, где узаконена отмена на него промысловой меры. В результате исследования процесса натурализации и динамики биологических процессов в популяции рипуса, предложено отменить меры его охраны, как вселенца, сократить осенний запретный на рыболовство период в глубоководной части водохранилища с 3 до 1,5 месяцев, снизить промысловую меру.
5. Совокупности особей леща и судака в водохранилище представляют собой популяционные системы, имеющие внутреннюю подразделенность на основе разнокачественности экологических усло-

вий в различных частях водохранилища. Наличие обособленных внутривидовых группировок особей, имеющих различные биологические характеристики, должно учитываться при определении стратегии и тактики рыболовства в различных районах водохранилища.

6. Показано, что в последние годы резко возросло влияние режима и интенсивности рыболовства на структуру ихтиоценоза. В связи с этим предложен ряд мероприятий, в т.ч. увеличение доли в промысле активных орудий лова, запрет промысла в реках, являющихся резерватами ценной аборигенной ихтиофауны, изменение селективности промысла в сторону большего использования младших возрастных групп популяций рыб, внедрение нормативов улова на промысловое усилие.
7. Результаты многолетних исследований пространственного и сезонного распределения рыбы по акватории водохранилища позволяют дифференцировать квоту вылова рыбы по районам водохранилища и видам рыб. Разбивка общего утвержденного лимита вылова рыбы на весь водоем по его отдельным частям позволяет регулирующим органам равномерно распределять промысловую нагрузку по районам и промысловым участкам. Это особенно важно на таком протяженном водоеме, с различной продуктивностью и плотностью концентраций рыбы, как Бухтарминское водохранилище.
8. Разработанная схема дальнейшей акклиматизации и зарыбления водохранилища предусматривает проведение реакклиматизации сибирского осетра и стерляди, зарыбление водоема двухлетками карпа и белого амура, молодь судака. Зарыбление Бухтарминского водохранилища в ближайшие годы должно не только способствовать повышению его рыбопродуктивности по промысловым видам рыб, но и сохранению и восстановлению биоразнообразия. Реализация всех предложенных в работе рекомендаций приведет к увеличению уловов рыбы до 12 тысяч тонн ежегодно.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- 1 Куликов Е.В. Некоторые итоги акклиматизации судака в Бухтарминском водохранилище и пути рационального использования его промыслового стада. //Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. Тезисы докладов. – Ашхабад, 1986. – С. 235.
- 2 Куликов Е.В. К вопросу акклиматизации сиговых рыб в водоемах Верхнего Иртыша. //Охрана окружающей среды и природопользование Прииртышья. Материалы Международной научно-практической конференции. Казахстан, Усть-Каменогорск, 28-30 марта 1990 г. – Усть-Каменогорск, 1990. – С. 162-163.
- 3 Куликов Е.В. Вопросы методики оценки запасов и прогнозирования уловов рыбы на Бухтарминском водохранилище. //Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. – А-Ата, 1993. – С. 65-71.
- 4 Куликов Е.В. Простой способ прогнозирования уловов. //Экосистема и рыбные ресурсы водоемов Казахстана. – А-Ата, 1995. – С. 25-30.
- 5 Куликов Е.В. Пространственное и сезонное распределение концентраций рыб в Бухтарминском водохранилище. //Экосистемы водоемов Казахстана и их рыбные ресурсы. – А-Ата, 1997. – С. 15-21.
- 6 Куликов Е.В. Оптимизация использования рыбных запасов Бухтарминского водохранилища в современных экономических условиях //Научное обеспечение устойчивого развития АПК Казахстана, Кыргызстана, Монголии, России, Таджикистана и Узбекистана. Материалы 6-й Международной научно-практической конференции. Казахстан, Павлодар, 9-10 июля 2003 г. – Алматы: Бастау, 2003. – С.145-147.
- 7 Куликов Е.В., Куликова Е.В. Результаты мониторинговых рыбохозяйственных исследований в бассейне Верхнего Иртыша – основа разработки мероприятий по рациональному использованию биоресурсов //Научное обеспечение устойчивого развития АПК Республики Казахстан, Сибири, Монголии и Кыргызстана. Материалы 7-й Международной научно-практической конференции. Монголия, Улан-Батор, 19-22 июля 2004 г. – Алматы: Бастау, 2004. – С.160-162.
- 8 Куликов Е.В. Оптимизация проведения рыбоводно-мелиоративных мероприятий на Бухтарминском водохранилище в современных условиях природопользования //Экологические проблемы агропромышленного комплекса. Материалы Международной научно-практической конференции. Казахстан, Алматы, 15-16 апреля 2004 г. – Алматы, 2004. – С.102-106.
- 9 Куликов Е.В., Куликова Е.В. Влияние гидрологического режима реки Черный Иртыш на формирование рыбных запасов //Биологические науки Казахстана. – Павлодар, 2005. – № 2. – С. 30-35.
- 10 Куликов Е.В. Развитие сети особо охраняемых природных территорий для сохранения биоразнообразия рыб в Иртышском водном бассейне //Биологические науки Казахстана. – Павлодар, 2005. – № 2. – С. 13-21.
- 11 Куликова Е.В., Куликов Е.В. Анализ возможных последствий сокращения и перераспределения стока реки Черный Иртыш для рыбного хозяйства региона //Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2006. – № 1. – С. 61-66.
- 12 Прокопов К.П., Федотова Л.А., Куликов Е.В, Кириченко О.И. Фауна Восточного Казахстана. Позвоночные животные. Ихтиофауна Восточного Казахстана (Круглоротые Cyclostomata, Костные рыбы Osteichthyes). – Усть-Каменогорск: Медиа-Альянс, 2006. – Т. 1. – 132 с.
- 13 Куликов Е.В. Возможные последствия для рыбного хозяйства на Иртыше от увеличения забора воды в КНР //Известия Челябинского научного центра УрО РАН. – Челябинск, 2006. – № 4 (34). (в печати).
- 14 Куликов Е.В. Проблемы сохранения биоразнообразия трансграничной реки Иртыш в связи со снижением водообеспеченности //Вестник Тюменского государственного университета. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2007. – Вып. 2. (в печати).