



На правах рукописи

*Заделёнов*

**Заделёнов Владимир Анатольевич**

**НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
СТАБИЛЬНОСТИ И СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ РЫБ  
В ВОДОЕМАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

03.02.08 – экология (биология)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

27 ЯНВ 2011

Красноярск 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном научном учреждении  
«Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов»

Научный консультант: доктор биологических наук  
Заворуев Валерий Владимирович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
Кириенко Наталья Николаевна

доктор биологических наук, профессор  
Романов Владимир Иванович

доктор биологических наук, профессор  
Веснина Любовь Викторовна

Ведущая организация: ФГОУ ВПО «Новосибирский государственный  
аграрный университет»

Защита состоится 21 января 2011 г. в 9 часов на заседании  
диссертационного совета Д 220.037.04 при Красноярском государственном  
аграрном университете по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90  
Тел/факс: 8(391)227-36-09

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Красноярский  
государственный аграрный университет».

Автореферат разослан «2» декабря 2010 г.

Ученый секретарь диссертационного  
совета



Демиденко Г.А.

**Актуальность проблемы.** В последние годы одной из важнейших глобальных проблем, стоящих перед человечеством, стало сохранение биологического разнообразия Земли.

Всё многообразие факторов, влияющих на выживаемость популяций рыб, можно объединить в две группы: антропогенные и эколого-биологические. В первую группу входят промысел, браконьерство, любительский лов, зарегулирование водного стока, загрязнение водоёмов и другие. Во вторую группу факторов входят особенности популяций видов рыб, влияющих на жизнестойкость – возраст полового созревания, кратность и успешность нереста, периодичность нереста, влияние хищных рыб, водность, плотность популяции. Безусловно, что все эти факторы в наибольшей степени действуют на длинноцикловых, позднеосевающих рыб, имеющих значительные промежутки между последовательными нерестами. Вследствие многофакторного влияния на популяции осетровых рыб в бассейне р. Енисея заметно сократилась их численность и воспроизводство.

Из-за высокой потребительской стоимости осетровых и лососевидных рыб с каждым годом возрастают масштабы браконьерского лова на водоемах Красноярского края. Общие масштабы изъятия из популяций особей всех возрастов, и в особенности зрелых производителей, стали превышать популяционные воспроизводительные возможности некоторых видов рыб (например, осетровых и ленка бассейна р. Оби). Снижение численности нерестовой части, особенно резкое в последние 10-15 лет, привело к дефициту производителей на естественных нерестилищах.

Строительство ГЭС и создание крупных водохранилищ на Енисее оказали огромное влияние на обычные условия обитания рыб. Уменьшилась водность, сократились водный, тепловой и биогенный стоки, снизились летние температуры. Это привело к изменению структуры ихтиоценозов, негативно сказалось на условиях обитания и воспроизводства многих видов рыб, существенно изменило их ареалы (Заделёнов, 2002).

Перегораживание русла сибирских рек плотинами и дамбами для создания водохранилищ приводит к тому, что в зоне замедленного водообмена в летний период наблюдается «цветение» воды (Морозова, 2003). Массовое развитие микроводорослей негативно влияет на качество воды и жизнедеятельность многих гидробионтов, в том числе и рыб.

**Цель** – обоснование и разработка схемы восстановления осетровых и исчезающих популяций видов рыб, внедрение комплексных мероприятий по снижению антропогенных нагрузок на водные экосистемы Красноярского края.

#### **Основные задачи.**

1. Изучить современное состояние качества вод водных объектов Красноярского края.
2. Исследовать состояние запасов и естественного воспроизводства енисейских осетровых и редких видов лососевидных рыб.
3. Разработать приёмы и способы искусственного воспроизводства ценных и исчезающих видов рыб, проводимого с целью поддержания численности их естественных популяций.

4. Определить пищевую обеспеченность молоди осетровых рыб на участке р. Енисей в месте расположения основных нерестилищ осетровых рыб.

5. Разработать проект особо охраняемой природной территории для водных биологических ресурсов регионального значения.

6. Разработка и реализация мероприятий, направленных на улучшение состояния экосистемы сибирского водоема-охладителя.

#### **Защищаемые положения**

1. Искусственное получение молоди осетровых рыб и нельмы посредством разработанных эффективных методов и способов рыборазведения для Центральной Сибири возможно без изъятия производителей из естественной среды.

2. Экологическое обоснование создания особо охраняемой природной территории является необходимой базой для сохранения редких видов рыб в Красноярском крае.

3. Целесообразно применение рыбы-сестофага для подавления «цветения» в сибирском водоеме-охладителе с использованием белого толстолобика.

#### **Научная новизна**

1. Впервые проведена оценка состояния популяций особо ценных видов рыб в Красноярском крае.

2. Определена пищевая обеспеченность молоди осетровых рыб на участке р. Енисей от устья Ангары до Сумароковского переката (место расположения основных нерестилищ сибирского осетра).

3. Разработан метод искусственного воспроизводства осетровых, основанный на проведение всего цикла рыбоводных работ вблизи естественных нерестилищ.

4. Разработан и внедрен метод ускоренного выращивания продукционных стад осетровых рыб в условиях индустриальных рыбоводных бассейновых хозяйств.

5. Определены условия подраживания с целью формирования ремонтно-маточного стада для редких видов рыб ихтиофауны р. Енисей (нельмы).

6. Разработано научное обоснование для создания первой ихтиологической особо охраняемой природной территории (ООПТ) на территории Красноярского края.

7. Впервые применен метод биомелиорации при помощи белого толстолобика для подавления «цветения» воды в водоеме Восточной Сибири.

8. Научная новизна подтверждена патентом (патент РФ на изобретение № 2159542) и изобретением.

**Практическая значимость.** Внедрение результатов исследований проводилось на Белоярском (Абаканском) рыбоводном заводе (1986-1988 гг.) (акт внедрения от 28.10.2009 г.), на рыбоводных хозяйствах индустриального типа Красноярского края (1987-2007 гг.), на модульном рыбоводном комплексе вблизи нерестилищ енисейских осетровых (1997-1998 гг., 2010 г.), Березовской ГРЭС (2002-2007 гг.) (акт внедрения от 27.04.2009 г.). Разработанные «Рекомендации по выращиванию молоди сибирского осетра енисейской популяции» вошли в действующие в настоящее время на Белоярском рыбоводном заводе биотехнические нормативы. Материалы диссертации

используются в учебном процессе в рамках преподавания дисциплины «Основы управления экосистемами» для аспирантов Института агроэкологического менеджмента очной формы обучения ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет» по специальности «Экология» (акт внедрения от 01.06.2010 г.).

Материалы по оценке качества вод и кормовой базы водотоков Красноярского края применяются в работе ихтиологов, экологов и научных работников Сибири (акт внедрения от 18.09.2009 г.).

Кроме того, создан первый в Красноярском крае ихтиологический заказник «Чулымский», экологическое обоснование и проект организации которого подготовлен под руководством автора работы (Постановление Совета администрации Красноярского края №342-п от 09.11.2006 г., акт внедрения КГБУ «Дирекция по ООПТ Красноярского края» от 04.09.2009 г.).

В 2010 г. на модульных рыбоводных комплексах в бассейне р. Енисей выявлены основные нерестовые температуры хариуса сибирского, ленка, тайменя. Отработана методика прижизненного получения рыбоводной икры этих видов, определены сроки инкубации икры, температурный режим всех рыбоводных процессов, режимы кормления (акты на выпуск от 25.07.2010 г.).

**Личный вклад автора.** Автором сформулированы тема, цель, проведен сбор материалов, проанализированы результаты исследований.

Работа выполнена в рамках федеральных целевых программ: «Интеграция» (проект № 162 1997-1999 гг.), «Великие реки мира: река Енисей» (проект № И0085/718, 2002-2006 гг.); «Экология и природные ресурсы России на период 2002-2010 гг.» («Водные биологические ресурсы и аквакультура»), целевые мероприятия по воспроизводству запасов ценных промысловых видов рыб); отраслевых НТП: «Научно-техническое обеспечение развития рыбного хозяйства России», «Управление, изучение, и сохранение водных биологических ресурсов»; «Научные исследования, проводимые в рамках тематических планов по заданиям Минобразования России и финансируемые из средств федерального бюджета», 1997-2001 гг., 2002-2004 гг.; ряда региональных программ: «Мероприятия по охране окружающей природной среды, финансируемые за счет средств бюджета Красноярского края» («Проведение работ по воспроизводству осетровых рыб на базе научно-производственного комплекса НИИ ЭРВНБ», 1999-2004 гг.; «Разработка проекта организации осетрово-нельмового заказника краевого значения на р. Чулым с согласованием с природоохранными органами и прохождением государственной экологической экспертизы»); «Интеграция науки и высшего образования на 2002-2006 гг.» («Оценка состояния водных биологических ресурсов бассейна р. Енисей»); «Повышение эффективности агропромышленного комплекса края» («Проведение научных исследований по разработке биотехнологии формирования маточного стада нельмы для товарного производства», 2006 г.) и других.

**Публикации.** Материалы диссертации опубликованы в 128 работах, в том числе 17 в журналах, рекомендованных списком ВАК РФ.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации представлены и обсуждены на международных конференциях и симпозиумах: «Роль некоммерческих организаций в формировании гражданской политики» (г. Красноярск, 1999 г.); «Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы» (г. Томск, 2000 г.); «Сохранение биоразнообразия Приенисейской Сибири» (Красноярск, 2000 г.); «Проблемы гидробиологии Сибири» (Томск, 2001 г.); «Биоразнообразие и продуктивность водоёмов» (Чита, 2001 г.); «XII международная конференция по промысловой океанологии» (Калининград, 2002 г.); 8-я международная научно-практическая конференция «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-8-2002)» (Кемерово, 2002 г.); «Окружающая среда, экология Сибири, Дальнего Востока и Арктики» (Томск, 2003 г.); «Роль науки и образования в решении проблем водного транспорта» (Красноярск, 2003 г.); Международный симпозиум «Холодноводная аквакультура: старт в XXI век» (Петрозаводск, 2003 г.); «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2004, 2006 гг.); «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами» (Улан-Удэ, 2004 г.); «ENVIROMIS-2004» (Томск, 2004 г.); 7-10-е съезды Гидробиологического общества РАН; «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 2008 г.); «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб» (Тюмень, 2010); «Инновационные процессы в современном образовании России как важнейшая предпосылка социально-экономического развития общества» (Ачинск, 2010); а также на всероссийских конференциях: «Мониторинг геологической среды на объектах горнодобывающей промышленности» (Березняки, 1999); выездные заседания научно-консультативного совета по осетровым рыбам и Бюро Западно-Сибирского отделения МИК в г. Томске (1994 г.), Краснодаре (1997, 2001 гг.), г. Астрахани (2002 г.); «Проблемы экологии и экологического образования: состояние, пути решения» (г. Красноярск, 1998 г.); первая научно-практическая конференция «Проблемы современного товарного осетроводства» (г. Астрахань, 1999 г.); «Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных экосистем. Проблемы и перспективы гидробиологии и ихтиологии в XXI веке» (Саратов, 2001) и др.

В 2005 г. автор в составе коллектива стал лауреатом национальной экологической премии «Экомир», в 2008 г. – дипломантом.

Работа автора поддержана 6 грантами.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 348 страницах, содержит 82 таблицы, 39 рисунков. Состоит из введения, 7 глав, выводов, практических рекомендаций, содержит 7 приложений. Библиографический список включает 560 источников, в том числе 79 на иностранных языках.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному консультанту д-ру биол. наук, профессору В.В. Заворуеву, д-ру биол. наук, профессору Е.Я. Мучкиной, д-ру биол. наук Л.А. Щур, канд. биол. наук Е.Н. Шадрину, канд. биол. наук А.В. Андриановой за всестороннюю помощь и поддержку, а также всем сотрудникам ФГНУ «НИИЭРВ» за помощь в сборе материала.

## Глава 1

### Сохранение биологического разнообразия и антропогенное изменение водных биосистем в Красноярском крае. Пути и способы решения (аналитический обзор)

В настоящей главе показано, что природные особенности экосистем Красноярского края, сложившиеся и развивающиеся в жестких климатических условиях, и антропогенная возрастающая нагрузка на биогеоценозы требуют осуществления научно обоснованных природоохранных мероприятий, при реализации которых необходимо учитывать региональные, а часто локальные особенности функционирования биотической составляющей этих экосистем.

## Глава 2

### Материалы и методы

Ихтиологические и гидробиологические работы проведены на водных объектах бассейнов рр. Оби и Енисея в 1985-2008 гг. Полевые сборы и камеральная обработка собранных материалов проводились по общепринятым методам (Методики изучения биогеоценозов, 1975; Унифицированные методы..., 1977; Типовые методики исследований..., 1978, 1985; Кузнецов, Дубинина, 1989; Водоросли, 1989; Жукинский и др., 1981; Критерии оценки..., 1992; Окснюк и др., 1993; Гольд, Морозова, 2004; Правдин, 1966; Методическое пособие..., 1974; Тодераш, 1984; Финогенова, Алимов, 1976; Sladečec, 1973; Wegl, 1983 и др.). Всего на биологический анализ автором исследовано 22977 экз. рыб, проведен морфологический анализ 466 экз. рыб, определена плодовитость у 1091 самки, исследовано питание у 378 экз. Схема исследований представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема исследований

Для характеристики качества воды исследованных водных объектов собрано 96 проб микрофитоперифитона, 369 проб фитопланктона, 498 проб зоопланктона, 673 пробы зообентоса.

Для исследования питания белого толстолобика и активности фотосинтетического аппарата водорослей применялся флуоресцентный метод с использованием флуориметра (Заворуев и др., 2001).

Коэффициент фотосинтетической активности (КФА) фитопланктона рассчитывался по формуле

$$\text{КФА} = F_v / F_m = (F_m - F_s) / F_m.$$

Определение концентрации хлорофилла проводилось по (SCOR – UNESCO, 1966).

Для оценки токсичности воды проводился биолюминесцентный анализ (Заворуев, Кузнецов, 2000). При этом использовался бактериальный индекс (БИ), который определяется по формуле

$$\text{БИ} = I_0 / I_k,$$

где  $I_0$  – интенсивность свечения после добавления анализируемого образца;  $I_k$  – интенсивность люминесценции в контроле.

Рыбоводные работы на Белоярском (Абаканском) осетрово-сиговом рыбоводном заводе (1985-1988 гг.), на подсобных рыбоводных хозяйствах при ПО КХК «Енисей» (1987-2002 гг.), научно-производственном комплексе ФГНУ «НИИЭРВ» (НИК ФГНУ «НИИЭРВ») (1997-2007 гг.), в модульном рыбоводном комплексе вблизи естественных нерестилищ (д. Сумароково, 1997-1998 гг.; Северо-Енисейский район, 2001, 2003 гг.) проведены в соответствии с общепринятыми в осетроводстве и сиговодстве методиками (Гинзбург, 1963; Детлаф и др., 1954, 1981; Мильштейн, 1980; Буланов, 1974, 1976, 1977; Заделёнов, Куклин, 1996; Летичевский, 1983; Методические указания по заводскому..., 1979; Яндовская, Тихонова, 1961). Для гормональной стимуляции применялся ацетонированный гипофиз осетровых рыб и его синтетический аналог – сурфагон. В рыбоводных целях получено 13264 тыс. шт. икры.

Для инкубации икры осетровых рыб применялись: инкубатор «Осетр» (Белоярский рыбоводный завод); инкубационное устройство собственной конструкции с применением ультрафиолетового облучения для подавления сапролегнии (рыбоводное хозяйство ПО КХК «Енисей»); инкубационные устройства собственной конструкции для инкубации икры осетровых и других рыб (Заделёнов, Конаков, 1998; Заделёнов, Ягин, 2000). Икру нельмы инкубировали в аппаратах Вейса.

При подраживании молоди использовались: декапсулированные яйца и рачки артемии, зоопланктон, олигохеты (белый энхитрей), искусственные смеси рецептуры РГМ, СТ-07, К-3М, ЭКВИЗО, комбикорм производства Дании Aller Krystal; бентосные организмы, отловленные непосредственно в Енисее, угревой комбикорм производства Нидерландов Provimi «Starter KC» № 9412.

Математическая обработка результатов проведена по методике Н.А. Плохинского (Плохинский, 1978). Вариационно-статистическая обработка материалов проведена на ПЭВМ – «Pentium» с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 6.

Температура воды и концентрация растворенного кислорода (2060 и 1160 измерений) измерялись термооксиметрами Хориба У-7 (1986-1996 гг.) КИТ-1 (1997-2007 гг.).

Масса молоди (3375 измерений) в процессе роста определялась по результатам взвешивания каждого экземпляра на торсионных весах ВТВ-400 и ВЛКТ-500 один раз в 5 суток.

На рыбоводном хозяйстве ПО КХК «Енисей» сформированы маточные стада енисейских осетра и стерляди. К 2002 г. маточное стадо осетра состояло из 55 экземпляров (30 самок и 25 самцов) в возрасте от 6 до 10 лет. Маточное стадо стерляди представлено 15 самками и 15 самцами в возрасте 4-5 лет. С 1993 по 2001 г. на рыбоводном хозяйстве при ПО КХК «Енисей» получили от собственного маточного стада 1780 тыс. икринок осетра и 120 тыс. икринок стерляди.

На рыбоводном хозяйстве НПК ФГНУ «НИИЭРВ» разработана биотехнология формирования ремонтно-маточного стада енисейских осетровых в условиях индустриального выращивания и сформировано опытное ремонтно-маточное стадо енисейских осетровых. Количество рыб (конец 2007 г.) - 530 экз. сибирского осетра и 1067 экз. стерляди генераций 1999-2002 гг.

Разработана биотехнология формирования ремонтно-маточного стада нельмы в условиях индустриального выращивания. К началу 2007 г. опытное ремонтное стадо нельмы состоит из 250 особей 2002 г.

### Глава 3

#### **Водные объекты Красноярского края как среда обитания рыб в конце XX - начале XXI века**

По материалам гидрометеослужбы установлено, что практически все водные объекты Красноярского края испытывают большие антропогенные нагрузки. Вода бассейнов рр. Енисея, Чулыма характеризуется как «очень грязная» и «грязная» и относится к 4-му классу, разряды «а», «б», «г» (О состоянии и охране..., 2008).

Иными словами, водные объекты Красноярского края характеризуются по химическим показателям как грязные. Известно, что федеральные ПДК не учитывают специфику функционирования водных экосистем как в различных природно-климатических зонах (широтная и вертикальная поясность), так и в биогеохимических провинциях (естественные геохимические аномалии с разным уровнем природных соединений) и, следовательно, токорезистентность (устойчивость к токсичным элементам) этих экосистем (Моисеенко, 1997, 2001, 2005). Вследствие этого наиболее тонкими показателями, характеризующими качество воды, являются структурно-функциональные характеристики водных организмов. Поэтому необходимо охарактеризовать качество воды именно с этих позиций.

В бассейнах Большого Пита, Сыма, Агула, Подкаменной Тунгуски, Большой Хеты (не затронутых хозяйственной деятельностью) зоопланктон в руслах рек как стабильно функционирующее сообщество не развивается из-за высоких скоростей течения. Основным продуцирующим звеном в кормовой базе рыб являются организмы бентоса. Состав, распределение и обилие

зообентоса в реках района характерны для горно-таежных водотоков. Уровень трофности – от очень низкой, олигомезотрофной до очень высокой, полигипертрофной (Бажина и др., 2000; Заделёнов и др., 2006).

Ранговая оценка состояния и качества вод исследуемых рек в начале XXI столетия по рассматриваемым критериям (индекс сапробности по фитопланктону и микрофитоперифитону) позволяет классифицировать качество вод как 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, от достаточно чистой до слабо загрязненной,  $\beta$ -мезосапробная зона (Бажина и др., 2000; Заделёнов и др., 2006). Качество воды на всех станциях, определенное по показателям зообентоса, соответствует 1-3-м классам, вода предельно чистая – удовлетворительно чистая.

При исследовании экосистем водотоков, находящихся под влиянием различного рода горных работ, показано, что отрицательное воздействие наиболее ярко выражено на участках, подверженных прямому воздействию, и проявляется в снижении большинства количественных показателей бентосных сообществ.

В местах традиционной добычи золота (с середины XIX века) исследован ряд горно-таежных водотоков бассейна р. П. Тунгуски (рр. Вельмо, Куромба и др.), подверженных влиянию горных работ. Наиболее объективными показателями для определения качества вод рек, испытывающих антропогенное воздействие, являются состояния сообществ донных беспозвоночных (Чучалин и др., 2000; Заделёнов, Трофимова, Космаков, 2001).

Таким образом, современное состояние биоценозов бассейнов рек П. Тунгуски, Б. Пита, Сыма, Б. Хеты, Агула на отдельных участках, не затронутых антропогенной деятельностью, характеризуется как благоприятное. Этому способствует значительная отдалённость от населённых пунктов.

#### Глава 4

### Состояние запасов и естественного воспроизводства осетровых и редких видов лососевидных рыб бассейна р. Енисей

Сведения о величине уловов, представляемые рыбозаготовителями (306 в 2005 г.) в Красноярском крае, необъективны. Раздробленность и несогласованность лова рыбодобывающими структурами оказывает негативное влияние на состояние и численность популяций ценных видов рыб (табл. 1). Кроме того, в последние 10-15 лет достоверная информация о состоянии популяций осетровых и лососевидных рыб отсутствует из-за применяемой схемы оценки уловов (Перепелин, Заделёнов, Мучкина, 2010). В то же время из-за высокой потребительской стоимости осетровых и лососевидных рыб, их доступности для промысла во время нерестового хода с каждым годом возрастают масштабы браконьерского лова. В отношении таких видов охрана должна опережать их изъятие и резкое снижение численности.

#### 4.1. Эколого-биологические особенности осетровых рыб региона

Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt, 1869 (Acipenseriformes, Acipenseridae). Самки енисейского осетра созревают в возрасте 19+-23+ лет при длине тела 85-100 см и массе 4,5-8,0 кг. В течение жизни потенциально самка участвует в нересте неоднократно. Промежуток между двумя последовательными нерестами – не менее 5-6 лет. Самцы созревают на 2-3 года

раньше самок, при длине от 75 см и массе тела не менее 3 кг (Подлесный, 1963).

Таблица 1 – Уловы ценных видов рыб в бассейне р. Енисей в 1986-2008 гг., т

| Вид рыбы | Среднегодовой за периоды |           |           |           |           |
|----------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | 1986-1990                | 1991-1995 | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2008 |
| Стерлядь | 16                       | 16        | 4         | 2*        | 1,0       |
| Осетр    | 28                       | 40        | 12        | 8*        | 5,3       |
| Таймщень | 1                        | -         | -         | -         | -         |
| Ленок    | -                        | -         | -         | 1**       | 1,0**     |
| Нельма   | 46                       | 36        | 19**      | 16**      | 16,3**    |
| Чир      | 57                       | 32        | 33**      | 24**      | 33,6**    |
| Сиг      | 465                      | 275       | 154**     | 161**     | 125,4**   |
| Тугун    | 11                       | 4         | 1         | 4**       | 3,9**     |

Примечание: \* – лов в рыболовных целях; \*\* – с учетом лицензий на проведение спортивного и любительского лова.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) осетра – 51-714 тыс. икринок, средняя для периода 1947-1988 гг. равна  $181 \pm 5$  тыс. икринок, в 1989-1998 гг. средняя снижалась до  $146 \pm 3$  тыс. икринок (Подлесный, 1963; Михалев, 1999).

Стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 (Acipenseriformes, Acipenseridae). Самцы стерляди созревают в возрасте 6-8, самки – в возрасте 9-13 лет. Промежутки между двумя последовательными нерестами у самцов составляют не менее 2-3 лет, у самок – не менее 4 лет (Заделёнов, 2001б, 2004, 2005).

В нерестовом стаде самцы стерляди доминируют, и их относительное число составляет 82,3-96,8 %. В нагульном стаде соотношение полов иное: доля самок в уловах составляет около 69 %.

Средняя плодовитость стерляди составляет  $45,4 \pm 1,6$  тыс. икринок. В 1994 г. вблизи д. Сумароково отловили самку массой 8,5 кг, от которой получили 153 тыс. икринок.

Анализом обловов стерляди, проведённых автором на нерестилищах вблизи д. Сумароково в 1993 и 2000 гг., установлено, что за 8 лет произошло уменьшение размеров производителей. Средние размеры самцов за это время уменьшились: длина с  $54,3 \pm 0,1$  до  $50,7 \pm 0,4$  см, масса с  $1240 \pm 16$  до  $957 \pm 27$  г (Заделёнов, 2001а).

Качественные изменения в нерестовом стаде осетровых хорошо прослеживаются на стерляди – виде с относительно коротким жизненным циклом (рис. 2). Эффективность лова в идентичных условиях снизилась с  $15,2 \pm 2,2$  (1993 г.) до  $7,2 \pm 1,2$  экз. (2000 г.). С 1993 г. к 2000 г. изменилось соотношение полов среди незрелых рыб; если в 1993 г. самок встречалось 72,5 %, то в 2000 г. – 36,2 %. Произошло уменьшение относительной численности самок.

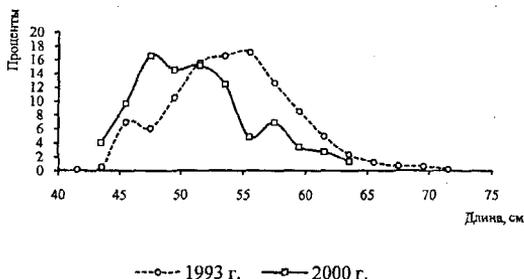


Рисунок 2 – Размерный состав нерестового стада стерляди, р. Енисей, Сумароково, 1993, 2000 гг.

В настоящее время наблюдается снижение численности популяции енисейской стерляди как минимум в 2 раза и уменьшение доли повторно нерестующих самок в 3 раза. В результате этого и, возможно, других причин доля созревающих самок сократилась в 3-4 раза. Уровень воспроизводства стерляди снизился не менее чем в 5-6 раз.

Таким образом, состояние запасов енисейских осетровых и уровня их естественного воспроизводства следует охарактеризовать как весьма напряженное.

#### 4.2. Экологические особенности лососевидных видов рыб

Таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773) (Salmoniformes, Salmonidae). Самый крупный лосось в водоёмах Красноярского края. Автором в 1996 г. отловлен таймень длиной 1,8 м и массой 76 кг (Заделёнов и др., 2001).

В настоящее время популяция тайменя на территории Красноярского края находится в напряженном состоянии. Основные причины – браконьерство, хозяйственная деятельность человека, биологические особенности вида, что в совокупности привело к подрыву запасов (табл. 1).

Ленок *Brachymistax lenok* (Pallas, 1773) (Salmoniformes, Salmonidae). Ленюк водится в Белом и Чёрном Июсах, верховьях Чулыма (бассейн р. Оби). В бассейне Енисея – обычная рыба в верховьях, притоках Саяно-Шушенского и Красноярского водохранилищ. Ниже г. Красноярска ленок встречается только в правобережных притоках, в самом Енисее довольно редок, нижняя граница его расселения – г. Игарка. В обском бассейне ленка из-за его малочисленности и редкости занесли в Красные книги России и Красноярского края (Красная книга..., 2000; Заделенов, 2000).

Рыба средней величины. Достигает 8 кг массы, чаще встречаются экземпляры от 1 до 3 кг.

Очевидно, что проблема снижения численности и запасов ленка (табл. 1) аналогична таковому тайменя – вида со сходной экологией.

Нельма *Stenodus leucichthys nelma* (Güldenstädt, 1772) (Salmoniformes, Coregonidae). Специализированный промысел этого вида в крае запрещён, она добывается в качестве прилова при лове сиговых в низовьях Енисея. В 80-е

годы годовой вылов не превышал 70 т, с 1991 г. он постоянно сокращался, в 1993-1994 гг. добыча упала до уровня менее 30 тонн.

Размеры полупроходной формы нельмы представлены на рисунке 3.

Индивидуальная абсолютная плодовитость нельмы – 130-395 тыс. Средние величины плодовитости (рассчитанные с учётом размерного состава самок) в нерестовом стаде изменялись по годам следующим образом (табл. 2):

Таблица 2 – Средние величины абсолютной плодовитости нельмы в нерестовом стаде, р. Енисей, Сумароково, 1978-1982, 1994 гг.

| Год                   | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1994 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Плодовитость, тыс.шт. | 168  | 160  | 173  | 183  | 187  | 180  |

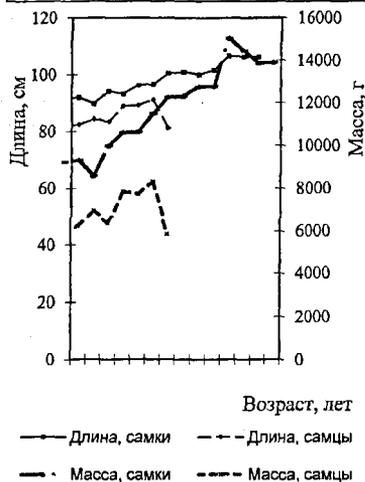


Рисунок 3 - Размеры перестового стада нельмы, Сумароково, 1994-1996 гг.

Различные факторы антропогенного характера привели к снижению численности и воспроизводства нельмы. Учитывая планирование строительства новых ГЭС в Ангаро-Енисейском бассейне (Бурков, 2007), велика вероятность исчезновения нельмы не только из промысла, но и как вида.

Тугун *Coregonus tugin* (Pallas, 1814) (Salmoniformes, Coregonidae). Тугун распространен по всему Енисею, от пос. Шушенского до устья. Обитает во многих притоках Среднего и Нижнего Енисея, некоторых озерах.

В уловах в рр. П. Тунгуске и Б. Хете представлены экземплярами с длиной тела от 5,9 до 15,4 см, массой от 1,7 до 46 г, в возрасте 1+ - 5+ лет.

Значения ИАП небольшие и колеблются от 200 до 3700 икринок, в

среднем плодовитость составляет  $1460 \pm 30$  икринок.

С середины XX столетия роль тугуна в уловах неуклонно падала и в начале XXI столетия он практически не имеет промыслового значения (табл. 1). Занесен в Красную книгу Республики Хакасия как уязвимый вид с сокращающейся численностью.

Речной сиг *Coregonus lavaretus pidschian nat. Fluviatilis* Issatschenko, 1919 (Salmoniformes, Coregonidae). Енисейский речной сиг (сиг Исаченко) в настоящее время встречается в р. Енисее от плотины Красноярской ГЭС до с. Туруханска. С 90-х годов прошлого столетия численность сига резко падает (табл. 1). В настоящее время поимка этой формы регистрируются чрезвычайно редко.

Впервые созревает в возрасте 6-8 лет, при этом размеры самок превышают 2,0 кг, самцов – 1,3-1,4 кг. Предельный возраст – не более 20 лет.

Вероятные причины снижения численности речного сига – возросший уровень изъятия мелкочейными сетями и электрошоковыми орудиями,

вытеснение сига хариусом, видом со сходным пищевым спектром, но вступающим в воспроизводство на 4 года раньше.

Чир *Coregonus nasus* (Pallas, 1776) (Salmoniformes, Coregonidae). Чир в северных водоемах Красноярского края в годы развитаго промысла повсеместно являлся важным объектом промысла, в настоящее время его роль резко упала (табл. 1).

Чир в низовьях р. Енисея отмечен до возраста 25+, в бассейне р. Б. Хеты – до возраста 20+, в бассейне р. Пясины – до 22+, в бассейне оз. Таймыр – до 25+ лет.

Половое созревание растянутое (от 5+ до 12+ лет), что связано с неравномерным ростом одновозрастных особей (различия в росте одновозрастных рыб достигают более 10 раз).

Индивидуальная абсолютная плодовитость чира зависит от размера рыб и составляет от 27,0 до 82,8 тыс. икринок.

Таким образом, в начале XXI столетия популяции исследованных видов рыб находятся в угнетенном состоянии из-за перевылова, гидростроительства и других факторов антропогенного характера. Для увеличения численности и запасов этих видов необходима разработка практических мер по их охране (охране мест обитания), искусственному воспроизводству.

#### Глава 5

### Искусственное воспроизводство ценных видов рыб в Красноярском крае

В настоящее время одним из основных способов сохранения ценных видов рыб признано искусственное воспроизводство.

#### 5.1. Рыбоводные предприятия на территории региона

Специализированными рыбоводными предприятиями, занимающимися зарыблением водных объектов Красноярского края молодьоу рыб, в начале XXI столетия являются Белоярский (Абаканский) осетрово-сиговый рыбоводный завод и Норильский рыбоводно-инкубационный цех в бассейне р. Пясины. Эффективность работы указанных предприятий в последние годы невысокая. Выпуск рыбоводной продукции осуществляется в небольших объемах. Работа направлена в основном на отработку и поддержание технологического процесса и сохранение производственных мощностей. При этом производители безвозвратно изымаются из естественной среды обитания. Для сохранения численности популяций ценных видов рыб автором были разработаны схемы искусственного воспроизводства.

*Индустриальные рыбоводные тепловодные хозяйства.* Как правило, рыбоводные хозяйства Красноярского края создавались по особым проектам при промышленных предприятиях и специализировались на товарном выращивании рыбы.

В 1995 г. автором разработано «Биологическое обоснование на проведение работ по искусственному воспроизводству осетровых р. Енисея», основные положения которого заключались в следующем:

- получение рыбоводной икры от маточного поголовья, имеющегося на рыбоводном хозяйстве ПО КХК «Енисей», инкубация и подращивание молоди;

- подращивание молоди осетровых в бассейнах с замкнутой водоподачей и её выпуск в р. Енисей;

- периодическое пополнение маточного стада производителей в целях сохранения многообразия генофонда (Заделёнов, Костромин, 1996).

За период с 1995 по 1997 г. при реализации схемы поддержки естественного воспроизводства выпущено в Енисей 115 тыс. шт. подрощенной молоди осетра и стерляди.

В 1999 г. к вышеуказанной схеме добавилось рыбоводное хозяйство при Красноярской ТЭЦ-2, вошедшее в состав научно-производственного комплекса ФГНУ «НИИЭРВ». В течение 1999-2006 гг. подращено и выпущено в бассейн Енисея около 3060 тыс. шт. молоди сибирского осетра и стерляди

Опыт работы с енисейскими осетровыми показал, что их выращивание возможно практически в любых рыбоводных тепловодных хозяйствах. Основными узловыми моментами проведения осетроводных работ являются наличие тёплой воды и комбикормов с высоким содержанием животного белка.

### 5.2. Модульный рыбоводный комплекс вблизи естественных нерестилищ

С целью увеличения выпуска молоди осетровых автором разработана технология подращивания жизнестойкой молоди осетровых в рыбоводном комплексе вблизи нерестилищ. При проведении всего цикла рыбоводных работ процессы инкубации икры, получения и подращивания молоди проходят в условиях, максимально приближенных к естественным (Заделёнов, 1998а, 2000в).

В состав модульного рыбоводного комплекса входит оборудование, позволяющее в автономном режиме производить весь рыбоводный цикл получения молоди осетровых: инкубация икры, выдерживание и подращивание молоди (табл. 3).

Таблица 3 – Рост молоди осетровых, модульный комплекс, июль-август 1997 г.

| Сутки подращивания | Масса молоди, мг |       |           |       |
|--------------------|------------------|-------|-----------|-------|
|                    | Стерлядь         | CV, % | Осетр     | CV, % |
| 1                  | 15,0             |       | 30,0      |       |
| 6                  | 34,8±6,9         | 9,7   | 62,4±12,5 | 9,5   |
| 12                 | 60,0±12,0        | 12,7  | 126±25,2  | 9,5   |
| 18                 | 82,1±16,4        | 15,3  | 179±35,8  | 9,3   |
| 24                 | 152±30,5         | 13,3  | 305±61,0  | 12,6  |
| 35                 | 374±74,7         | 5,0   | 793±151   | 12,8  |

### 5.3. Подращивание молоди осетровых рыб в условиях индустриального тепловодного хозяйства

Характеристики роста молоди стерляди и осетра в условиях индустриального хозяйства представлены в таблице 4 и на рисунке 4.

При увеличении температуры воды в интервале от 18 до 24<sup>0</sup>С суточные приросты молоди осетра и стерляди увеличивались в соответствии с уравнением  $Y=1,89e^{0,16x}$  (табл. 5).

Таблица 4 – Рост молоди стерляди, Красноярская ТЭЦ-2, 2004 г.

| Сутки подращивания | 0    | 3    | 12   | 15   | 19   | 24   | 30   | 50   |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Длина, мм          | 9,1  | 12,3 | 17,3 | 17,7 | 18,2 | 20,9 | 26,0 | -    |
| Масса, мг          | 9,5  | 13,1 | 21,8 | 22,5 | 33,0 | 43,2 | 104  | 1520 |
| Температура, °С    | 15,8 | 16,1 | 15,9 | 18,0 | 18,5 | 18,0 | 19,0 | 15,8 |

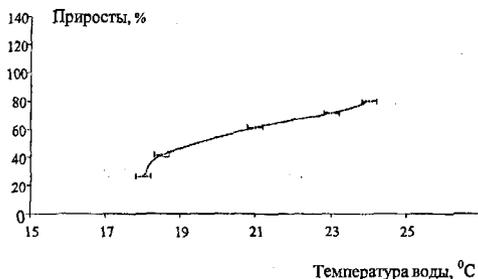


Рисунок 4 – Суточные приросты молоди сибирского осетра при различных температурах

Таблица 5 – Изменение суточных приростов молоди осетра и стерляди от температуры воды, %

| Температура, °С | 18   | 21   | 23   | 24   |
|-----------------|------|------|------|------|
| Осетр           | 26,6 | 61,3 | 71,4 | 79,7 |
| Стерлядь        | 30,6 | 64,5 | -    | -    |

#### 5.4. Пищевая обеспеченность молоди осетровых рыб в бассейне Енисея

Очевидно, что для сохранения ценных и редких видов рыб необходимо знать их экологические и биологические особенности, а также кормовые ресурсы естественных водных объектов.

За последние 40-50 лет в биоценозах Енисея на участке от г. Красноярска до устья р. П. Тунгуски прослеживается тенденция увеличения продуктивности донной фауны за счет развития отдельных групп зообентоса, обеспечивающих до 90 % общей биомассы (Заделёнов, 2000; Заделёнов, 2007).

Общая сезонная биомасса зообентоса на участке р. Енисея от устья р. Ангары до устья р. П. Тунгуски оценивается на уровне 6,0 тыс. т, в то время как в 40-50 гг. прошлого столетия она составляла около 1,15 тыс. т (Гресе, 1957; Заделёнов, 2000). Расчеты проведены с использованием средних показателей биомассы и соотношения площадей различных биотопов.

Сопоставление пищевых потребностей сеголетков сибирского осетра с биомассой зообентоса на данном участке р. Енисея позволяет считать, что в настоящий период обеспеченность кормовыми ресурсами не является лимитирующим фактором при определении возможных объемов зарыбления бассейна реки подращенной молодью осетровых.

### 5.5. Формирование продукционных (маточных) стад осетровых рыб р. Енисей

К началу 90-х годов прошлого века были известны факты создания маточных стад сибирского осетра ленской популяции на тёплых водах (Смолянов, 1987; Смолянов и др., 1987). В этой связи возникло предположение, что созревание енисейского осетра можно ускорить «прокручиванием» нескольких годовых циклов (по температуре) в течение одного года. При этом необходимым и важным условием должна являться зимовка рыбы. Были предложены следующие параметры содержания осетра.

1. Интенсивный «нагул» ремонтного стада при средних значениях температуры 20,0°C, суточная доза кормов – не менее 3 % от массы тела рыбы.

2. Период «зимовки» при температурах воды в пределах 7-8°C с подкармливанием рыбы, размер рациона – 1 % от массы тела (условно предполагаемая прямо пропорциональная связь рациона с температурным фактором).

3. Переходные периоды вывода рыбы из «зимовки» в «нагул» и обратно с постепенной сменой температурного режима и увеличения (уменьшения) размера рациона.

По предположению автора увеличение суммы температур с 900 (в местах нагула) до 4500-5000 градусо-дней в течение года может позволить ускорить рост и созревание производителей не менее чем в 4-5 раз.

Для проверки гипотезы в 1990-1991 гг. отбирались рыбы с соотношением наибольшей длины тела к высоте более 6 (Заделёнов и др., 1994; Заделёнов, Костромин, 1996; Заделёнов, Костромин, 1999). Данные по температурному режиму характеризуют продолжительность одного псевдогодového цикла при выращивании маточного стада (табл. 6)

Таблица 6 – Температурный режим содержания ремонтного стада енисейского осетра, рыбоводный участок НПК ФГНУ «НИИЭРВ» при ПО КХК «Енисей»

| Период выращивания | Сроки выращивания, сутки | Температура воды, °C |
|--------------------|--------------------------|----------------------|
| Нагул              | 80                       | 18-22                |
| Переходные периоды | 14                       | 8-16                 |
| Зимовка            | 26                       | 7-8                  |

В течение года выращивание проводилось от двух до трех псевдогодových циклов, каждый с суммой температур, превосходящих естественные не менее чем в два раза. Постоянной величиной проводимых циклов выращивания являлось отношение 2:1 периода нагула к зимовке (с учётом «переходных» периодов).

В мае 1992 г. при бонитировке рыб генерации 1987 г. установлена дифференцировка пола у 100 % рыб при средней навеске самок 8,3 кг. В дальнейшем установлено, что к концу четвёртого - началу пятого года содержания ремонтного стада каждой возрастной генерации созревали до 30 % самок осетра.

В течение 1992-1993 гг. проведены опыты по изучению продолжительности зимовки и её оптимальных температур для вывода

производителей из четвертой незавершенной стадии зрелости в четвертую завершенную. Основным показателем при проведении экспериментов принята степень поляризации ооцитов. Установлено, что выдерживание производителей при температуре 7-8<sup>0</sup>С в течение 60 суток приводит к высокой степени поляризации ооцитов – от 0,08 до 0,10.

Следующий этап работ с маточным стадом – многократное получение икры для проведения нескольких рыбоводных циклов. Было выяснено, что определяющим при получении икры у маточного стада являются искусственно созданные условия нагула и зимовки, не зависящие от естественной смены сезонов.

В 2001 г. для проверки гипотезы на Новосибирской ТЭЦ-2 отсадили 37 трёхгодовиков енисейского осетра (средней массой 3,0 кг) и 9 осетров в возрасте 5 лет (средней массой 12,0 кг) в отдельные бассейны. С августа по конец ноября в данных бассейнах проводился интенсивный нагул рыбы при температуре воды 20-24<sup>0</sup>С. Сумма температур при этом составила около 2700 градусо-дней. К декабрю месяцу средняя масса осетров первой группы увеличилась до 5,9 кг, 5-летних – до 14,0 кг. В этих же бассейнах в течение 2 недель температуру воды снизили до 5<sup>0</sup>С. Зимовка проводилась в течение 60 суток с температурой от 5 до 2<sup>0</sup>С.

Проведенная бонитировка показала, что все осетры старшей группы созрели и отдали икру рыбоводного качества при температуре воды 8-13<sup>0</sup>С. В младшей генерации созрели 4 самца.

На рыбоводном участке Красноярской ТЭЦ-2 рыба выращивалась с учетом сезонного изменения температуры воды. Условия содержания ремонтного стада осетровых: нагул – в течение одного года содержания с суммой тепла не менее 4000 градусо-дней, «зимнее» содержание рыбы – при температуре воды ниже 7<sup>0</sup>С с суммой тепла не более 200 градусо-дней, переходные периоды – при температурах от 2-4<sup>0</sup>С до 18-20 с суммой тепла около 200 градусо-дней каждый. В 2002 г. выявлено, что вся стерлядь генерации 1999 г. стала половозрелой, в генерации осетра 1999 г. созрели 10 самцов (6 % от общего количества осетров).

Таким образом, при изменении температурного режима в пределах 18-24<sup>0</sup>С увеличиваются суточные приросты молоди сибирских осетровых рыб енисейской популяции, что можно представить уравнением  $Y=1,89^{0.16x}$ . Данное уравнение может иметь большое практическое применение в рыбоводных хозяйствах при выращивании посадочного материала осетра и стерляди.

### **5.6. Искусственное воспроизводство нельмы**

Отлов нельмы проводили на Енисее вблизи д. Сумароково в сентябре-октябре. Созревание гонад у рыбы проходило при температуре воды ниже 6-4<sup>0</sup>С во время шугохода (Заделёнов, 1999).

Икра нельмы от «диких» производителей инкубировалась в научно-производственном комплексе (НПК) ФГНУ «НИИЭРВ» дважды: в 1999 г. – 285,0 тыс. шт., развитие икры – 97,1 %; в 2001 г. – 289,4 тыс. шт., развитие икры – 94,0 %. Расход воды при инкубации – 2,5-3,5 л/мин, температура воды в начале инкубации – 2,5-3,0<sup>0</sup>С, с постепенным понижением до 0,1-2<sup>0</sup>С.

Продолжительность инкубации в 1999 г. составила 166 суток, при средней температуре 2,1<sup>0</sup>С. В 2001 г. продолжительность инкубации составила 138 суток при средней температуре 2,8<sup>0</sup>С.

Плотность посадки личинки – 20-25 тыс. шт/м<sup>2</sup>. Средняя масса однодневной личинки – 14,1 мг, длина – 12,1 мм. Температура воды при подращивании личинок и мальков – 4,2-11,0<sup>0</sup>С. Массовый переход на внешнее питание – 14-е сутки. Стартовый корм – яйца артемии. В дальнейшем кормление личинок осуществлялось кормами стартовой группы (SGP-493) фирмы «Aller Aqua».

Подращивание малька проводилось в бассейнах ИЦА-2 при температуре 10-18<sup>0</sup>С. По достижению навески 40-60 г рыбу пересаживали в емкости силосного типа. Нельму массой свыше 1 кг пересаживали в емкости объемом 17 м<sup>3</sup>, размеры гранул комбикорма увеличивали до 5-7 мм.

К 2007 г. средняя масса одной нельмы составила 2,99 кг, а численность – 224 экз. (табл. 7). У наиболее крупных экземпляров (масса свыше 4 кг) появились зрелые половые продукты.

Таблица 7 – Рыбоводные показатели ремонтного стада нельмы, НПК ФГНУ «НИИЭРВ» (генерация 2001 г.)

| Год                    | 2002     | 2003     | 2004    | 2005    | 2006    | 02.2007 |
|------------------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Размеры стада, кг/экз. | 14,3/327 | 46,8/297 | 176/270 | 446/241 | 609/228 | 835/224 |
| Средняя масса, кг      | 0,04     | 0,16     | 0,65    | 1,85    | 2,67    | 3,72    |

Очевидно, регулированием температурного режима во время инкубации возможно получение личинки осенне-нерестующих рыб уже к концу февраля, при интенсивном кормлении к июню молодь достигает массы 10 г. Принципиальная возможность такого получения малька показана при инкубации озерного гольца и сига оз. Лама (Норило-Пясинская система, Таймыр).

Икру этих видов, заготовленную осенью 2005 г., проинкубировали, личинка без видимых патологий выклюнулась в середине февраля 2006 г. Молодь после рассасывания желточного мешка перешла на кормление стартовыми искусственными кормами. К июню средняя навеска сига превысила 12 г, гольца – 9 г. Очевидно, что у хищника-нельмы ростовой потенциал выше, чем у рыб-бентофагов. Зарыбление водоемов таким крупным посадочным материалом имеет вариантный характер: однолетнее товарное выращивание («товарный сеголеток»); зарыбление р. Енисей для поддержания естественного воспроизводства; пастбищное подращивание рыбы в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада (Заделёнов, Белов, 2008).

Биотехника искусственного воспроизводства енисейской нельмы предполагает проведение следующих этапов:

- формирование ремонтного стада нельмы из наиболее крупных рыб;
- содержание ремонтного стада в емкостях силосного типа на искусственных кормах.

Эксплуатация полученного продукционного стада нельмы приведёт к стабилизации запасов и увеличению численности самого крупного и ценного вида-хищника среди аборигенных сиговых видов в естественных условиях.

По материалам работ с нельмой енисейской популяции и литературным источникам составлена зависимость сроков инкубации икры от температуры воды (Вовк, 1948; Заделёнов, 1999; Заделёнов, Белов, 2008) (рис. 5).

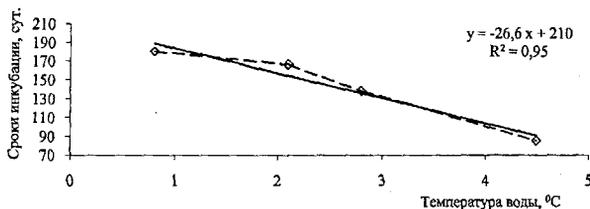


Рисунок 5 – Зависимость сроков инкубации нельмы енисейской популяции от температуры воды

### 5.7. Экспериментальные исследования по получению молоди весенне-нерестующих лососевидных рыб на примере хариуса

Работы по воспроизводству речного сибирского хариуса проведены в Северо-Енисейском районе Красноярского края, где в результате комплексного воздействия факторов антропогенного характера часть водотоков района потеряла рыбохозяйственное значение.

Температура воды во время отбора икры колебалась от 3,4 до 7,6<sup>0</sup>C. Получено 67,0 тыс. шт. икры. Температура воды за время инкубации – 8-10<sup>0</sup>C. Продолжительность инкубации икры – 205-209 градусо-дней. Отход за инкубацию и выдерживание – 14,4 тыс. шт.

После выклева молодь пересаживалась в деляные садки, установленные в реке. За выклев и выдерживание отход – 4,0 тыс. шт. Переход на активное питание у молоди хариуса завершился на 4-6-е сутки после выклева, время выдерживания составило 74 градусо-дня.

Проведенные работы показали возможность сбора рыболовной икры и получения молоди весенне-нерестующих лососевидных рыб на местах нерестилищ.

Таким образом, разработана и адаптирована научно обоснованная схема искусственного воспроизводства ценных и редких видов рыб для водных объектов Красноярского края.

## Глава 6

### Экологическое обоснование и создание первой ихтиологической особо охраняемой природной территории на территории Красноярского края

Река Чулым является одним из крупных притоков Оби и протекает в пределах Красноярского края и Томской области. К ценным видам рыб Обского бассейна относятся осетр, стерлядь и нельма.

Собранная информация по гидробиологии р. Чулыма в пределах заказника позволила констатировать, что эти показатели на исследуемом участке реки находятся в пределах нормы, соответствующей нормальной жизнедеятельности осетровых и лососевидных видов рыб. По сравнению с серединой прошлого столетия в структуре ихтиоценоза произошли изменения из-за стихийной биоинвазии леща и судака.

Стерлядь и осетр жилой формы предпочитают медиаль р. Чулыма с песчаным и гравийным грунтами. Скорости течения реки в подобных местах весной составляют 4,0-5,0 км/ч, в осенний период (межень) – 2,2-2,8 км/ч (Заделёнов и др., 2005).

Отмечены нерестилища осетровых и нельмы, приуроченные к гравийному грунту, в количестве 43 и зимовальные ямы осетра и стерляди, приуроченные к закоряженным ярам, в количестве 32. Расположение нерестилищ подтверждается наличием каменно-галечных грунтов и перекатов со скоростью течения весной 4,5-5,5 км/ч, осенью – 3,0-3,2 км/ч, а зимовальных ям – наличием глубины свыше 3,0 м при замедленном течении (1,2-1,4 км/ч) (Заделёнов и др., 2005).

Акватория р. Чулыма на территории Красноярского края всегда являлась важным воспроизводственным участком данных видов рыб (Глазырина и др., 1980; Хохлова, 1953). Очевидно, что в р. Чулыме имеется возможность сохранения уникального разнообразия экологических форм и генофонда особо ценных обских рыб, что является важной предпосылкой для устойчивого состояния их популяций.

При организации ихтиологического заказника на р. Чулыме в пределах Красноярского края проведены с учетом собранной автором информации следующие работы:

- изучение и обобщение сведений по нормативной правовой базе создания особо охраняемых природных объектов на территории Российской Федерации и её регионов;

- разработка проекта организации ихтиологического заказника на р. Чулыме, его согласование с органами местного самоуправления, со специально уполномоченными органами в области охраны окружающей среды, краевым государственным учреждением «Дирекция по ООПТ»;

- заключение региональной государственной экологической экспертизы.

Заказник «Чулымский» – первый ихтиологический заказник, созданный на территории Красноярского края. Биологический заказник регионального значения «Осетрово-нельмовый» (Томская область) создан исходя из мониторинговых ихтиологических (промыслово-ихтиологических) исследований. Заказник «Чулымский» (Красноярский край) создан исходя из мониторинговых ихтиологических исследований и комплексной экологической оценки акватории р. Чулыма в границах основных нерестилищ осетра, стерляди и нельмы и зимовальных ям осетровых рыб. Заказник «Чулымский» – продолжение государственного природного заказника областного значения «Осетрово-нельмовый», организованного на территории Томской области, служит первым опытом межрегионального сотрудничества в области охраны окружающей

природной среды в части создания сети ООПТ в Сибирском регионе. С его созданием режим особо охраняемой природной территории распространен на 206 км по р. Чулыму.

## Глава 7

### Разработка метода биомелиорации с использованием белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) в условиях Центральной Сибири

В начале XXI века наблюдалась тенденция эвтрофирования водоема-охладителя Березовской ГРЭС, существующего 20 лет (Морозова, 2003). Нашими работами показано, что эта тенденция усиливается год от года (Заделёнов, Заворуев, 2008; Заделёнов, Щур, 2009). Для устранения отрицательных последствий этого явления предложен метод биомелиорации с использованием белого толстолобика.

При исследованиях Берешского водохранилища в связи с температурной неоднородностью водоема исследования проводились в условно выделенных 4 зонах. Зона 1 – район мелководья, включающий районы влияния рек Базыр, Береш и Кадат, с температурой воды летом  $< 20^{\circ}\text{C}$ . Зона 2 – центральная, температура воды летом – до  $23^{\circ}\text{C}$ . Зона 3 – приплотинная, с изменениями температуры воды с июня по сентябрь в пределах  $17\text{--}24^{\circ}\text{C}$ . Зона 4 – зона влияния теплых сбросных вод ГРЭС, температура воды –  $13\text{--}27^{\circ}\text{C}$ .

#### 7.1. Толстолобик в сибирском водоеме

Толстолобик вселялся в Берешское водохранилище в 2002–2006 гг. (всего 42 т разновозрастного посадочного материала). В водоеме толстолобик нашел благоприятные условия, о чем говорят приросты рыб в 2004–2006 гг. (табл. 8).

Исследование питания толстолобика в Берешском водохранилище показало, что он в основном потребляет массовые виды фитопланктона, а в период летнего «цветения» – исключительно синезеленые водоросли (Заделёнов и др., 2005; Заделёнов, Заворуев, 2008). После попадания микроводорослей в пищевую тракт толстолобика становится очень трудно отслеживать биохимическую трансформацию растительной пищи стандартными процедурами, поэтому использовали флуоресцентный анализ, позволяющий оценивать физиологическое состояние фитопланктона, его структуру и концентрацию (Гольд и др., 1986; Левенко и др., 1990; Маторин, 2000) в пищевом тракте толстолобика.

Для измерения коэффициента фотосинтетической активности (КФА) брали пищевые комки из начального отдела кишечника и на выходе из него. Усредненные данные определения КФА приведены в таблице 9. Значения КФА для летнего фитопланктона – 0,4–0,5 (теоретический максимум – 1). Для содержимого кишечника значения КФА равны 0 (табл. 9), что говорит о полном прекращении фотосинтетических процессов в поглощенных клетках. Зависимость величины флуоресценции содержимого кишечника от массы толстолобика представлена на рисунке 6. Видно, что чем больше масса рыбы, тем меньше хлорофилла содержится в пищевой каше. Удельную интенсивность флуоресценции определяли как отношение флуоресценции содержимого кишечника к массе содержимого кишечника.

Таблица 8 – Размеры толстолобика по возрастным группам, Берешское водохранилище, 2004–2007 гг., ставные сети, ячея 18-80 мм

| Возраст, лет | Длина тела, мм | Масса, г  | Кол-во экз. |
|--------------|----------------|-----------|-------------|
| 2004 г.      |                |           |             |
| 1+           | 163-345        | 78-910    | 34          |
| 2+           | 250-480        | 421-2440  | 10          |
| 3+           | 391-550        | 1470-4100 | 10          |
| 4+           | -              | -         | -           |
| 2005 г.      |                |           |             |
| 1+ (июнь)    | 230-290        | 230-600   | 4           |
| 1+(август)   | 333-363        | 720-1000  | 11          |
| 2+           | 325-420        | 1010-1390 | 7           |
| 3+           | 440-440        | 1800-1800 | 1           |
| 4+           | -              | -         | -           |
| 5+           | -              | -         | -           |
| 2006 г.      |                |           |             |
| 2+           | 265-470        | 417-2400  | 13          |
| 3+           | 245-555        | 593-3840  | 30          |
| 4+           | 435-670        | 1806-8000 | 14          |
| 5+           | 478            | 2510      | 1           |
| 2007 г.      |                |           |             |
| 3+           | 400-550        | 1000-3000 | 13          |
| 4+           | 510-550        | 2480-3700 | 16          |
| 5+           | 500-660        | 3200-7000 | 17          |
| 6+           | 570-620        | 4000-5000 | 8           |

Таблица 9 – Коэффициент фотосинтетической активности (КФА) пищевых комков толстолобика, водоем-охладитель Березовской ГРЭС-1, 2004-2006 гг.

| Возраст, лет | Колебания массы тела, г | Кол-во экз. | Флуоресценция, отн. ед. | F <sub>D</sub> , отн. ед. | КФА |
|--------------|-------------------------|-------------|-------------------------|---------------------------|-----|
| 1+ (июнь)    | 230-600                 | 4           | 240                     | 234                       | 0   |
| 1+(август)   | 720-1000                | 11          | 247                     | 245                       | 0   |
| 2+           | 1010-1390               | 7           | 211                     | 206                       | 0   |
| 3+           | 1800-3200               | 18          | 197                     | 194                       | 0   |

Это свидетельствует о более высоком коэффициенте утилизации пищи у взрослых особей по сравнению с молодыми.

В кишечниках рыб доминировали представители тех же водорослей, что и господствовали в планктоне водоема. Употребление в пищу массовых форм водорослей может свидетельствовать об их неселективном отборе. При увеличении численности синезеленых водорослей толстолобик переходит на питание ими.

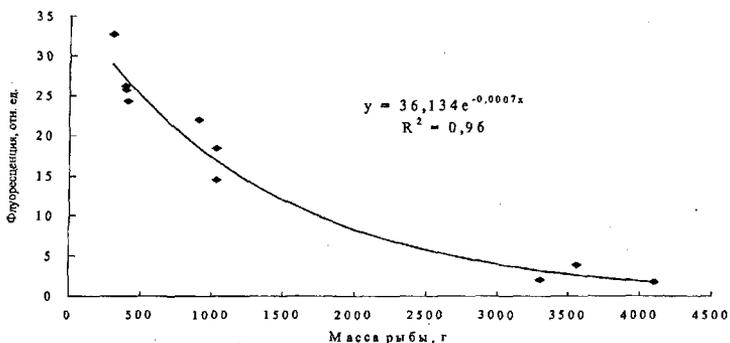


Рисунок 6 – Зависимость удельной интенсивности флуоресценции содержимого кишечника толстолобика от массы рыбы

Распределение толстолобика в Берешском водохранилище было связано с дрейфом водорослей, возникающим вследствие ветров, о чем свидетельствовали места отлова толстолобика. Параллельно с мониторингом белого толстолобика в Берешском водохранилище проводились исследования его влияния на экосистему по мере увеличения ихтиомассы.

## 7.2. Характеристика водоема-охладителя Березовской ГРЭС (Берешское водохранилище)

### 7.2.1. Состояние фитопланктона за 2003-2008 гг.

Распределение числа видов микроводорослей по числу родов (зависимость Виллиса) в Берешском водохранилище имеет форму прогнутой кривой без плавного падения, что является одним из показателей антропогенного загрязнения водоема (Баринова, Медведева, Анисимова, 2006), т.е. водоем испытывает сильный антропогенный пресс (рис. 7).

В межгодовой динамике выделяются 2005 г. с высокими значениями биомассы фитопланктона в вегетационный период (табл. 10).

Категория трофности воды Берешского водохранилища за вегетационный период (июнь-август) 2002-2007 гг., определенная по средней биомассе фитопланктона ( $48 \pm 27$  мг/л), относится к высокой градации политрофного класса.

Таблица 10 – Динамика биомассы фитопланктона в вегетационный период (июнь-сентябрь)

| Год исследований                | 2003            | 2004            | 2005          | 2006           | 2007            |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|
| Средние значения биомассы, мг/л | $3,24 \pm 1,21$ | $4,28 \pm 0,87$ | $181 \pm 120$ | $16,0 \pm 6,0$ | $4,09 \pm 1,25$ |

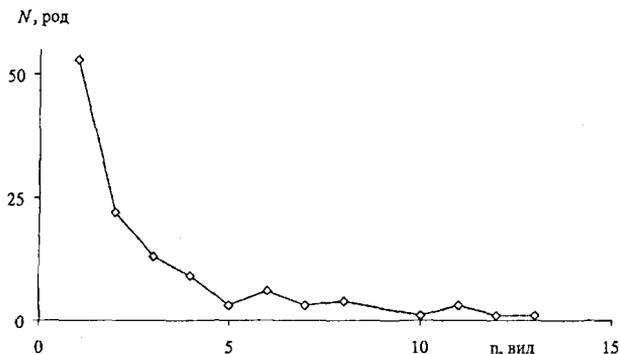


Рисунок 7 – Зависимость Виллиса для альгофлоры Берешского водохранилища

### 7.2.2. Исследование фотосинтетической активности хлорофилла флуоресцентным методом

Максимальные значения КФА составляли  $0,44 \pm 0,04$  (2003 г.) и  $0,50 \pm 0,03$  (2004 г.) летом. Такие значения фотосинтетической активности фитопланктона характерны, когда в альгоценозе преобладают синезеленые водоросли. Наибольшему значению КФА соответствовала наибольшая концентрация хлорофилла –  $266 \pm 30$  мкг/л (2003 г.) и  $290 \pm 27$  (2004 г.). И, наоборот, наименьшему значению КФА в интегральной пробе, равному  $0,19 \pm 0,03$  (2003 г.) и  $0,38 \pm 0,09$  (2004 г.), соответствовало наименьшее содержание хлорофилла –  $17,1 \pm 5,3$  мкг/л и  $74 \pm 9$  соответственно (Заворуев и др., 2005; Андрианова и др., 2006).

При исследовании водоема в 2003-2004 гг. проводилась оценка качества воды в период цветения с помощью биолюминесцентных экотестов (табл. 11). Таблица 11 – Оценка качества воды в Берешском водохранилище по биолюминесцентным экотестам, август 2004 г.

| Район водохранилища | БИ по E.coli | Качество воды | БИ по Ph. phosphoreum | Качество воды |
|---------------------|--------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Плотина             | 11-31        | Токсичная     | 1-30                  | Токсичная     |
| Центр               | 2-67         | Токсичная     | 136-186               | Токсичная     |
| Мелководье          | 92-117       | Нормальная    | 84-119                | Нормальная    |
| Канал               | 47-70        | Токсичная     | 122-161               | Токсичная     |

Из данных видно, что, кроме мелководья, во всех других акваториях водохранилища наблюдается присутствие токсических веществ в воде.

Оценка качества воды по биолюминесцентным экотестам показала, что по один из них показывает норму, а другие – нет (табл. 12). При сравнении данных таблиц 11 и 12, очевидно, что тест на основе Ph. phosphoreum характеризует состояние воды в Берешском водохранилище, а тест на основе модифицированного E.coli – выделение токсинов в процессе цветения синезеленых водорослей.

Таблица 12 – Оценка качества воды в Берешском водохранилище по биоломинесцентным экотестам, сентябрь 2004 г.

| Район водохранилища | БИ по E.coli | Качество воды | БИ по Ph. phosphoreum | Качество воды |
|---------------------|--------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Плотина             | 89-119       | Нормальная    | 121-158               | Токсичная     |
| Центр               | 81-107       | Нормальная    | 128-211               | Токсичная     |
| Мелководье          | 85-114       | Нормальная    | 58-72                 | Токсичная     |
| Канал               | 87-120       | Нормальная    | 154-196               | Токсичная     |

### 7.2.3. Сравнительная характеристика зообентоса за период исследований 2003-2006 гг.

Межгодовая динамика развития зообентоса характеризуется минимальными показателями численности: в 2003 г. – 2 тыс. экз./м<sup>2</sup>, в последующий год наблюдался подъем численности до 6 тыс. экз./м<sup>2</sup> и некоторый спад к 2006 г. – до 4,5 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Общая биомасса донной фауны находилась примерно на одном уровне во все годы исследования – 10-12 г/м<sup>2</sup>.

Трофический статус водоема по среднесезонным значениям биомассы зообентоса во все годы исследования находился на границе между «Средним»  $\beta$ -мезотрофным и «Повышенным»  $\alpha$ -евтрофным.

### 7.2.4. Динамика биомассы толстолобика и фитопланктона в Берешском водохранилище

Эффект биомелиорации Берешского водохранилища показан на рисунке 8. Эвтрофикация водоема усиливалась вплоть до 2005 г. Мощное «цветение» воды в 2005 г. обусловлено снижением уровня воды на 1 м осенью 2004 г. от нормального подпороного уровня (НПУ). Весной 2005 г. НПУ был восстановлен. Объем сброса составил около 17 % от объема водохранилища (0,193 км<sup>3</sup>) при НПУ. Произошло резкое увеличение отношения азота к фосфору – с 10 до 35. В связи с этим в водохранилище стали интенсивно развиваться синезеленые водоросли рода *Microcystis*. В 2005 г. биомасса толстолобика была не достаточной, чтобы справиться со вспышкой «цветения» воды. Однако вследствие хорошей адаптации и высокой скорости роста этой рыбы в экосистеме водохранилища летом 2006-2008 гг. уже не наблюдалось ярко выраженного развития фитопланктона (рис. 8). Кроме того, если в 2003-2006 гг. в водохранилище по биомассе доминировали представители синезеленых водорослей, то в 2007 г. в это же время на 1-е место вышли диатомовые. Очевидно, этот факт свидетельствует о влиянии увеличившейся биомассы толстолобика не только на численность и биомассу, но и на структуру альгоценоза.

Для практического использования полученных результатов разработана математическая модель, описывающая динамику биомассы *Microcystis* в Берешском водохранилище. Модель учитывает влияние основных факторов на рост водорослей – ограничение по субстрату, температуру воды, освещенность. Помимо этих факторов учитывается поедание водорослей толстолобиком.

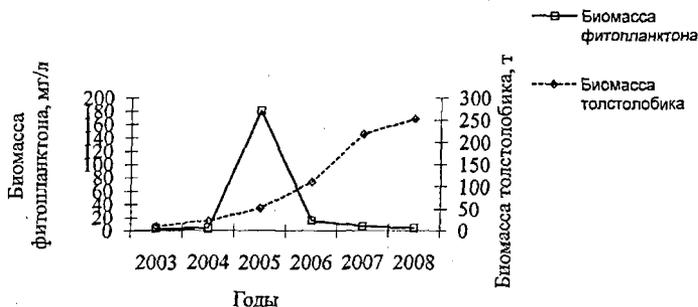


Рисунок 8 – Динамика биомассы толстолобика и фитопланктона в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС в период 2003-2007 гг.

Вычислительные эксперименты показали, что толстолобик может оказывать влияние на синезелёные водоросли и подавлять «цветение» водоёма. Приведены оценки необходимого количества рыбы для Берешского водохранилища.

#### ВЫВОДЫ

1. Современное состояние биоценозов бассейнов рек Енисей и Оби на отдельных участках, не затронутых антропогенной деятельностью, характеризуется как благоприятное для существования рыб. Этому способствует значительная отдалённость от населённых пунктов. В участках бассейнов рек, не затронутых хозяйственной деятельностью, зоопланктон в руслах рек как стабильно функционирующее сообщество не развивается из-за высоких скоростей течения. Основным продуцирующим звеном в кормовой базе рыб являются организмы бентоса. Состав, распределение и обилие зообентоса в реках Красноярского края характерны для горно-таежных водотоков.

Оценка качества воды в начале XXI столетия по индексу сапробности по фитопланктону и микрофитоперифитону позволяет классифицировать качество вод изученных водотоков как 3-й класс качества, удовлетворительной чистоты, от достаточно чистой до слабо загрязненной. Качество воды на всех изученных притоках, определенное по показателям зообентоса, соответствует 1-3-м классам, вода предельно чистая – удовлетворительно чистая.

2. При исследовании экосистем водотоков, находящихся под влиянием различного рода горных работ, показано, что отрицательное воздействие наиболее ярко выражено на участках, подверженных прямому воздействию, и проявляется в снижении количественных показателей бентосных сообществ.

3. Исследованы осетровые и лососевидные рыбы (их отдельные популяции). Показано, что в начале XXI столетия из-за перелова, гидростроительства, проведения горных работ и других факторов антропогенного характера запасы исследуемых видов рыб неуклонно снижаются. Для увеличения численности и запасов этих видов (сибирский

осетр, стерлядь, таймень, ленок, нельма, тугун, речной сиг, чир) необходима разработка практических мер по их охране (охране мест обитания), искусственному воспроизводству.

4. Сопоставление пищевых потребностей сеголетков с рассчитанным значением общей сезонной биомассы зообентоса на участке от Ангары до П. Тунгуски (6 тыс. т) позволяет считать, что в настоящий период (начало XXI столетия) обеспеченность кормовыми ресурсами не является лимитирующим фактором жизнедеятельности осетровых рыб.

5. Подращивание молоди осетровых в модульном рыбоводном комплексе позволяет увеличить выпуск рыбоводной продукции, а также улучшить её рыбоводные показатели за счет меньшего изъятия производителей и сокращения отходов, а также получать более жизнестойкую (адаптированную к естественным условиям) по сравнению с заводской молодью.

6. Искусственным регулированием параметров водной среды (температура, химический состав соответствовали природной воде) ускоряется созревание самок стерляди до возраста 3 лет (в естественных условиях р. Енисей массовое созревание данного вида происходит в возрасте 9-13 лет). Самцы осетра енисейской популяции начинают созревать в возрасте 3 лет, самки – 5-6 (в р. Енисее – в возрасте 17-23 лет).

7. Впервые показана возможность выращивания ценного представителя сиговых рыб – нельмы – в условиях рыбоводного индустриального хозяйства, функционирующего на отработанных теплых водах. Технологическая схема индустриального выращивания и эксплуатации ремонтно-маточного стада енисейской нельмы представляет систему непрерывного цикла получения молоди в целях аквакультуры с использованием части полученного малька для ремонтно-маточного поголовья.

8. Создан первый в Красноярском крае ихтиологический заказник «Чулымский». Методы, послужившие организации ООПТ, – промыслово-ихтиологические исследования и биоиндикационная оценка. Заказник «Чулымский» является продолжением государственного природного заказника областного значения «Осетрово-нельмовый», организованного на территории Томской области, и служит первым опытом межрегионального сотрудничества в области охраны окружающей природной среды в части создания сети особо охраняемых природных территорий в Сибирском регионе. С его созданием режим особо охраняемой природной территории распространен на 206 км по р. Чулыму.

9. Многолетние наблюдения за качеством воды в Берешском водохранилище, имеющем статус водоема полифункционального водопользования, и анализ полученных результатов позволили сделать однозначное заключение о том, что в водоеме до 2006 г. чрезвычайно высокими темпами, не свойственными для других водохранилищ Сибири, идет эвтрофирование.

10. Выработана стратегия подавления «цветения» сибирского водоема вселением рыбы-сестофага белого толстолобика в качестве биологического мелиоратора в водоеме-охладителе. Получены данные, свидетельствующие о

снижении «цветения» в Бершском водохранилище. Вселение толстолобика не привело к изменению структуры ранее сложившегося ихтиоценоза. Кроме того, вселение толстолобика в 2002-2006 гг. привело к снижению степени «цветения» в водоеме к 2007-2008 гг. и смене доминирующих комплексов микроводорослей (в 2007 г. синезеленые уже не выступали доминантами в летние месяцы). Таким образом, метод биомелиорации при помощи белого толстолобика может быть использован для подавления «цветения» воды в других сибирских водоемах.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При строительстве и освоении газовых месторождений для подготовки материалов ОВОС, экологической экспертизы хозяйственного использования территорий представлены сведения о гидробиологии исследованных водных объектов должны быть использованы для оценки предполагаемого антропогенного воздействия и наносимого ущерба рыбному хозяйству.

2. Для Белоярского рыбоводного завода рекомендуем работы по отбору рыбоядной икры стерляди на Енисее начинать на 1,5-2,0 недели раньше, чем с осетром. Применение сурфагона для гормональной стимуляции стерляди целесообразно в дозах от 3,5-4,0 мкг препарата на 1 кг массы рыбы.

3. Рекомендовать работы по искусственному воспроизводству осетра и стерляди на базе модульных рыбоводных комплексов на р. Енисее (Туруханский заказник) и р. Чулыме (Чулымский заказник) КГБУ «Дирекция по ООПТ Красноярского края» и организацию модульных рыбоводных комплексов по разведению лососевидных рыб ФГНУ «НИИЭРВ».

4. С целью развития действующей «Схемы развития и размещения ООПТ» на территории Красноярского края необходимо провести комплекс икhtiологических исследований для обоснования придания статуса ООПТ водным объектам, имеющим воспроизводственную и нагульную значимость для особо ценных или редких видов ихтиофауны региона, таких как: оз. Виви, оз. Тембенчи, р. Северная (бассейн Н. Тунгуски); Можаро-Тиберкульская группа озер (сохранение озерных эндемичных сигов); бассейны рр. П. Тунгуски, Н. Тунгуски (сохранение генофонда редких видов рыб в местах освоения нефтегазовых месторождений); верхнее течение р. Агул (сохранение уникального генофонда аборигенных лососевидных рыб); бассейн р. Тубы (сохранение юго-западной популяции валька) и включения этих объектов в «Схему развития размещения ООПТ Красноярского края». Рекомендуется рассмотреть необходимость организации ООПТ, учитывающей исторически сложившуюся систему традиционного природопользования на рсках Бахта, Н. Имбак, Фатьяниха, Сухая Тунгуска, Северная в Туруханском районе.

#### Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Заделёнов, В.А. Формирование маточного стада енисейских осетровых в условиях бассейнового тепловодного хозяйства/В.А. Заделёнов, Э.А. Костромин //Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. – Тюмень: Изд-во СибрыбНИИпроект, 1996. – С. 51-52.

2. Заделёнов, В.А. Опыт эксплуатации модульного осетрового комплекса на р. Енисей / В.А. Заделёнов // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 1998. – С. 226-228.

3. Патент РФ № 2159542. Устройство для инкубации икры рыб / В.А. Заделёнов, В.П. Ягин. – 14 с.

4. Заделёнов, В.А. Характеристика структуры нерестового стада и условий воспроизводства енисейской нельмы / В.А. Заделёнов // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. – Красноярск: Изд-во КГПУ, 1999. – С. 41-47.

5. Проблемы сохранения водных биологических ресурсов Красноярского края и биосферные резерваты / В.Н. Лопатин, В.А. Заделёнов, Н.Н. Большаков [и др.] // Пути реализации Севильской стратегии для биосферных резерватов. – Шушенское: Изд-во Саяно-Шушенского заповедника, 2001. – С. 7-9.

6. Исследования видов рыб, занесённых в Красную книгу Красноярского края / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин, М.А. Трофимова [и др.] // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: Изд-во КНИИГиМС, 2001. – С. 170-180.

7. Заделёнов, В.А. Современное состояние популяций осетровых рыб (Acipenseridae) и их кормовой базы в бассейне Енисея / В.А. Заделёнов // Сиб. экол. журн. – 2000. – № 3. – С. 287-291.

8. Заделёнов, В.А. Использование водных биологических ресурсов на нарушаемых территориях Красноярского края: проблемы и способы решения / В.А. Заделёнов, И.В. Космаков, В.И. Космаков // Вестник Том. гос. ун-та. – 2001. – № 274. – С. 130-132.

9. Заделёнов, В.А. Основные виды техногенного воздействия на водные биоресурсы при освоении минерально-сырьевой базы / В.А. Заделёнов, М.А. Трофимова, В.И. Космаков // Вестник Том. гос. ун-та – 2001. – № 274. – С. 133-135.

10. Заделёнов, В.А. Методические аспекты сохранения тайменя *Nischo taimen (Pallas)* в водоёмах Красноярского края // Холодноводная аквакультура: старт в XXI век: мат-лы Междунар. симпозиума. – М.: ФГНУ «Росинформатро-тех», 2003. – С. 174-175.

11. Вышегородцев, А.А. Стерлядь, таймень, сиг речной / А.А. Вышегородцев, В.А. Заделёнов // Приложение к Красной книге Красноярского края. Животные. – Красноярск: Изд. центр Краснояр. ун-та, 2004. – С. 11-15, 17-20.

12. Заделёнов, В.А. Стерлядь сибирская, ленок, тугун / В.А. Заделёнов // Красная книга Республики Хакасии. – Новосибирск: Наука, 2004. – С. 88-91.

13. Заделёнов, В.А. Ленок, популяция, обитающая в верховьях р. Чулым, бассейн р. Оби *Brachymystax lenok (Pallas, 1773)* / В.А. Заделёнов // Красная Книга Красноярского края. – Красноярск, 2004. – С. 45-46.

14. Заделёнов, В.А. Стерлядь бассейна р. Енисей: естественное и искусственное воспроизводство / В.А. Заделёнов // Состояние популяций стерляди в водоёмах России и пути их стабилизации. – М.: Экономика и информатика, 2004. – С. 77-93.

15. Оценка антропогенного воздействия на популяцию осетра р. Енисей / Н.Д. Гайденок, В.А. Заделёнов, Г.М. Чмаркова [и др.]. – Красноярск, 2005. – 20 с. Деп. в ВИНТИ 02.09.05. № 1198-B2005.

16. Питание белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС-1/ В.А. Заделёнов, А.В. Андрианова, В.В. Заворуев [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2005. – № 9. – С. 142-147.

17. Заделёнов, В.А. Морфо-экологическая характеристика и разведение хариуса р. Чапы (бассейн Подкаменной Тунгуски) / В.А. Заделёнов, М.А. Трофимова, А.В. Гулимов // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Дельта-план, 2005. – С.113-117.

18. Организация ихтиологического заказника краевого значения «Чулымский» / В.А. Заделёнов, К.И. Распопин, С.К. Распопин [и др.] // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: КНИИГиМС, 2005. – Вып. 7. – С. 69-72.

19. Оценка современного состояния экосистемы водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1, Красноярский край / А.В. Андрианова, В.В. Заворуев, В.А. Заделёнов [и др.] // Водн. ресурсы. – 2006. – Т. 37. – № 2. – С. 176-186.

20. Оценка водных биологических ресурсов бассейна реки Подкаменной Тунгуски / В.А. Заделёнов, И.Г. Еникеева, Е.Н. Шадрин [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2006. – № 4. – Т. 13. – С. 495-502.

21. Лопатин, В.Н. Меры по сохранению биологического разнообразия редких и исчезающих видов рыб в водоемах Красноярского региона / В.Н. Лопатин, В.А. Заделёнов // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 43-45.

22. Заделёнов, В.А. Исследование питания белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС-1 флуоресцентным методом / В.А. Заделёнов, В.В. Заворуев, С.М. Величко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 59-65.

23. Заделёнов, В.А. Воспроизводство енисейских осетровых / В.А. Заделёнов, Ю.В. Михалёв // Рыбоводство. – 2006. – № 3-4. – С. 33-35.

24. Заделёнов, В.А. Сохранение и воспроизводство стерляди енисейской популяции – перспективного объекта осетрового хозяйства России / В.А. Заделёнов // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 86-89.

25. Заделёнов, В.А. Таймень в водоемах Красноярского региона / В.А. Заделёнов // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 90-93.

26. Заделёнов, В.А. Чир *Coregonus nasus* (Pallas, 1776) (*Salmoniformes, Coregonidae*) водоемов Красноярского региона / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 133-139.

27. Заделёнов, В.А. Пищевая обеспеченность молоди осетровых рыб в р. Енисее в районе естественных нерестилищ / В.А. Заделёнов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 24-29.

28. Заделёнов, В.А. Сохранение биологического разнообразия ценных видов рыб в водоёмах Красноярского региона / В.А. Заделёнов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 3-7.

29. Заделёнов, В.А. Загрязнение водоемов-охладителей и биологический способ борьбы с ним / В.А. Заделёнов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2008. – № 5. – С. 15-23.
30. Заделёнов, В.А. Стерлядь *Acipenser ruthenus Linnaeus* бассейна р. Енисея (библиографический обзор) / В.А. Заделёнов // Осетровое хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 61-68.
31. Заделёнов, В.А. Формирование ремонтно-маточного стада нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) енисейской популяции / В.А. Заделёнов, М.А. Белов // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 144-148.
32. Андрианова, А.В. Влияние карьерных вод Бородинского угольного разреза на зообентос малой реки Барги / А.В. Андрианова, В.А. Заделёнов // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 5. – С. 174-178.
33. Заделёнов, В.А. Применение биологической мелиорации для подавления «цветения» воды в сибирском водоеме-охладителе / В.А. Заделёнов, В.В. Заворуев // Экология урбанизированных территорий. – 2008. – № 3. – С. 47-50.
34. Заделёнов, В.А. Состояние рыбного хозяйства в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин, П.М. Долгих // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 6. – С. 66-69.
35. Заделёнов, В.А. Влияние рыбы-сестофага белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* на состояние фитопланктона в Берешском водохранилище (Красноярский край) / В.А. Заделёнов, Л.А. Щур // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 8. – С. 89-97.
36. Курбатский, А.А. К современной характеристике размерно-возрастной и половой структуры популяции сибирского осетра в бассейне Енисея / А.А. Курбатский, В.А. Заделёнов, Е.Я. Мучкина // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 12. – С. 119-123.
37. Заделёнов, В.А. Антропогенное влияние на нельму *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) енисейской популяции / В.А. Заделёнов, М.А. Белов // Современное состояние водных биоресурсов: мат-лы Междунар. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 228-233.
38. Перепелин, Ю.В. Многолетняя динамика биологических показателей нерестового стада омуля *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) низовьев реки Енисея / Ю.В. Перепелин, В.А. Заделёнов, Е.Я. Мучкина // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 9. – С. 125-129.
39. Заделёнов, В.А. Тугун *Coregonus tugun* (Pallas, 1814) (Salmoniformes, Coregonidae) реки Подкаменной Тунгуски (бассейн Енисея) / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: мат-лы Междунар. конф. – Тюмень: Госрыбцентр, 2010. – С. 113-117.
40. Заделёнов, В.А. Создание ихтиологических особо охраняемых природных территорий как элемента охраны окружающей среды / В.А. Заделёнов // Инновационные процессы в современном образовании России как важнейшая предпосылка социально-экономического развития общества: мат-лы Междунар. конф. – Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – С. 514-518.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 19.10.2010. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 2,0 Тираж 100 экз. Заказ № 823

Издательство Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117