

На правах рукописи

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Заделёнов Владимир Анатольевич

Эффективные технологии сохранения редких видов рыб в
водных объектах Центральной Сибири в современных условиях
(на примере Красноярского края и Республики Хакасия)

06.04.01- рыбное хозяйство и аквакультура (биология)

Диссертация на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Новосибирск 2015

Содержание

Введение	4
1. Сохранение водных биологических ресурсов и антропогенное изменение водных биосистем. Пути и способы решения (аналитический обзор)	12
2. Материалы и методы	25
3. Водные объекты региона как среда обитания рыб в конце XX - начале XXI века	40
3.1. Рыбохозяйственный фонд пресноводных водоемов	41
3.2. Антропогенное воздействие на природные воды	46
3.3. Гидробиологическая характеристика исследуемых водных объектов	48
4. Состояние запасов и естественного воспроизводства осетровых и редких видов лососевидных рыб бассейна р. Енисея	145
4.1. Экологические особенности осетровых рыб	146
4.2. Экологические особенности лососевидных видов рыб	162
5. Искусственное воспроизводство ценных видов рыб	209
5.1. Рыборазводные предприятия по поддержке естественного воспроизводства искусственным на территории региона	209
5.2. Пищевая обеспеченность молоди осетровых рыб в бассейне Енисея	212
5.3. Подращивание молоди осетровых рыб в условиях индустриального тепловодного хозяйства	221
5.4. Формирование продукционных (маточных) стад осетровых рыб р. Енисея	223
5.5. Искусственное воспроизводство нельмы	229
5.6. Получение и подращивание молоди осетровых и лососевидных рыб во временных рыбоводных комплексах	235
6. Экологическое обоснование и создание ихтиологических особо	

охраняемых территорий в Центральной Сибири	252
Выводы	266
Рекомендации производству	269
Библиография	270
Приложения	315

Введение

В настоящее время общепризнано, что возведение гидроузлов, особенно плотинных, и их каскадов коренным образом изменяют характер используемых водотоков. На значительных участках они превращаются в искусственные водоемы с антропогенным уровенным режимом, низкой самоочистительной способностью и существенно отличающимися от естественных условий функционирования связанных с ним экологических систем. Изменяются гидрологический, гидротермический и гидрохимический режимы водохранилищ и водотоков на свободных участках рек ниже плотин, нарушается характер сезонных колебаний уровней воды, снижаются максимальные расходы, ухудшается качество воды. Все это отражается на гидробиологических процессах в самих водоемах и на свободных участках рек, и, как следствие, на условиях жизнедеятельности экологических систем по всей длине используемых водотоков ниже гидроузла и выше их до зоны выклинивания водохранилищ. Изменяется структура гидробионтов, трофические цепи и условия жизни рыб. Снижение скорости водообмена, повышение температуры воды в водохранилищах и насыщение её органикой приводят к ускоренному эвтрофированию и появлению синезеленых водорослей даже в условиях Центральной Сибири.

Водоохранилища бассейна Енисея трансформировали естественные системы реки и ее притоков (Ангара, Курейка, Хантайка). Произошли существенные изменения в гидрологическом и гидрохимическом режиме, орографическом облике рек. Функционирование экосистем в искусственных водоемах в условиях антропогенного пресса во многом определяет ход и направленность процесса формирования ихтиофауны, поэтому видовой состав и структурно-функциональные показатели рыб в разных водохранилищах различны. Одной из основных причин низкой промысловой отдачи Ангаро-Енисейских водохранилищ (не соответствующей рассчитанной) явилась низкая мощность рыбозаводных заводов (Заделенов и др., 2008).

Зарегулирование Енисея привело к исчезновению и сокращению численности ценных видов осетровых, лососевых и сиговых рыб, которые являлись одними из основных промысловых объектов промышленного лова в 30-50-х годах прошлого столетия.

Енисейскими ихтиологами установлен тренд (Андриенко, 1985; Андриенко и др. 1989; Куклин, Ольшанская, 1985), что после перекрытия плотиной Красноярской ГЭС русла Енисея произошло падение среднегодовой добычи всех полупроходных сиговых видов в 1,3-1,5 раза в 1971-1980-х годах по сравнению с 1956-1970-ми годами прошлого столетия при стабильной интенсивности промысла; резкое снижение урожайности (в 2-3 раза) поколений, начиная с генерации 1970 г. По их мнению, падение добычи рыбы явилось следствием прекращения пропусков паводковых вод Красноярской ГЭС и соответствующим снижением температуры в весенний (май-июнь) период в низовьях реки.

В настоящее время назрела необходимость оценки запасов ценных видов рыб, их демографического состояния, условий обитания, в том числе определения кормовой базы.

Засорение и загрязнение нерестовых участков рек, техногенный морфогенез водоемов в результате разработки россыпных месторождений золота, а также интенсивный потребительский вылов, осуществляемый рыбаками-любителями и браконьерами привели к сокращению запасов и снижению естественного воспроизводства (вплоть до полного прекращения) ценных и особо ценных видов рыб (осетровых и лососевидных) (Заделёнов и др., 1989; Заделёнов, Шадрин, 2003; Заделёнов, 2004).

Одним из основных способов сохранения ценных видов рыб сейчас признаётся искусственное воспроизводство (Багров, Виноградов, 2003; Михайлова, Федяев, 2011; Веснина, 2010; Костюничев, 2010).

Проблема сохранения особо ценных видов животных не только как объектов промышленного и любительского лова, охоты, но и как носителей генетической информации является особенно актуальной. Одним из путей такого восстановления и сохранения служит создание специальных резерватов (микрозаповед-

ников, заповедных ядер природных парков, заказников и др.), которые могли бы служить основой естественного, а в некоторых случаях и искусственного воспроизводства этих видов и создания генетического банка с целью сохранения геномов для их восстановления в будущем. Как показывает опыт многих стран, именно создание разветвленной и достаточно обширной по площади сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) позволит решить проблему сохранения существующего биоразнообразия и обеспечения условий обитания для редких и исчезающих видов животных и растений.

Цель работы: разработка способов и методов сохранения редких видов рыб в водных объектах Центральной Сибири (на примере Красноярского края и Республики Хакасия).

Основные задачи.

1. Изучить современные ареалы осетровых и лососевидных видов рыб в связи с состоянием водных объектов.
2. Исследовать запасы и естественное воспроизводство осетровых и редких видов лососевидных рыб в водотоках Центральной Сибири.
3. Определить пищевую обеспеченность молоди осетровых рыб в местах расположения основных нерестилищ.
4. Разработать методы искусственного воспроизводства ценных и редких видов рыб, проводимого с целью поддержания численности их естественных популяций.
5. Создать ремонтно-маточное стадо сиговых рыб (нельмы) рыб в промышленных условиях.
6. Разработать и реализовать проекты особо охраняемых природных территорий для редких видов рыб, внесенных в Красные книги Красноярского края и Республики Хакасия.

Защищаемые положения.

1. Антропогенное воздействие различного характера на водные объекты Центральной Сибири привело к изменению кормовой базы водоемов, изменились

ареалы осетровых и лососевидных видов рыб, сократились их запасы и снизились объемы естественного воспроизводства.

2. Воспроизводство и способ рыборазведения осетровых и нельмы возможно без изъятия производителей из естественной среды.

3. Получение и подращивание молоди весенне-нерестующих лососевидных рыб во временных рыбоводных комплексах позволяет увеличить численность этих видов в водных объектах Центральной Сибири.

4. Создание особо охраняемой природной территории является необходимой базой для сохранения редких видов рыб в Центральной Сибири.

Научная новизна.

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

- Впервые проведена оценка состояния популяций особо ценных видов рыб в Центральной Сибири (Красноярский край, республика Хакасия).

- Разработан и внедрен метод искусственного воспроизводства весенненерестующих лососевидных рыб, основанный на проведение всего цикла рыбоводных работ во временном рыбоводном пункте вблизи естественных нерестилищ.

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

- Определены условия подращивания с целью формирования ремонтно-маточного стада для редких видов рыб ихтиофауны р. Енисея (нельмы).

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

- Впервые для повышения рыбопродуктивности водоемов Центральной Сибири, подверженных тепловому влиянию проведено вселение рыбы-состофага белого толстолобика для использования биомассы фитопланктона.

Практическая значимость. Внедрение результатов исследований проводились на Белоярском (Абаканском) рыбоводном заводе (1986-1988 гг.), на рыбноводных хозяйствах индустриального типа Красноярского края (1987-2007 гг.), на модульном рыбноводном комплексе вблизи нерестилищ енисейских осетровых (1997-1998 гг., 2010-2014 гг.), 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 рыбноводном заводе биотехнические нормативы. Материалы диссертации используются в учебном процессе в рамках преподавания дисциплины «Основы управления экосистемами» для аспирантов Института агроэкологического менеджмента очной формы обучения ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет» по специальности «экология» (акт внедрения от 01.06.2010 г.); дисциплин «Экология водных экосистем», «Рыбное хозяйство», «Ихтиология», «Основы рыболовства» для студентов Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины очной и заочной формы обучения ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет» по специальности «биология» (акт внедрения от 13.01.2015г., карта обратной связи от 13.01.2015 г.).

Материалы диссертации используются в практической деятельности предприятия при искусственном воспроизводстве молоди осетра, стерляди, ленка, тайменя и хариуса для поддержки естественного размножения (акт внедрения от 17.12.2014 г.).

Внедрение результатов исследований проводились на рыбноводных хозяйствах индустриального типа Красноярского края (1987-2007 гг.), на временном рыбноводном комплексе вблизи нерестилищ весенне-нерестующих лососевидных видов рыб (2001-2003, 2010-2014 гг.), Березовской ГРЭС (2002-2007 гг.) (акт внедрения от 27.04.2009 г.). 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 25.12.2014 г.).

Созданы в Красноярском крае ихтиологические особо охраняемые природные территории, экологическое обоснование и проект организации которых подготовлены под руководством автора работы (Постановление Совета администрации Красноярского края №342-п от 09.11.2006 г., Постановление Администрации Енисейского района Красноярского края № 596-п от 22.09.2011 «Об образовании особо охраняемой природной территории местного значения охраняемый водный объект «Прутовское мелководье», акт внедрения КГБУ «Дирекция по ООПТ Красноярского края» от 22.12.2014 г.).

В 2010-2014 гг. на временных рыбоводных комплексах модульной конструкции в бассейне р. Енисея 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, выпущено подрощенной молоди.

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», 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 154 работах, в том числе 24 в журналах, рекомендованных списком ВАК. Получен патент РФ на изобретение № 2159542.

Апробация работы. Основные положения диссертации представлены и обсуждены на международных конференциях и симпозиумах: «XII международная конференция по промысловой океанологии» (Калининград, 2002 г.); 8 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.); 7-11 съездах Гидробиологического общества РАН; «Инновационные процессы в современном образовании России как важнейшая предпосылка социально-экономического развития общества» (Ачинск, 2010); «Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества» (Тюмень, 2011); «Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов» (Борок, 2011); «Реки Сибири и Дальнего Востока» (WWF России, 2012); «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 2008, 2010,

2014 гг.); «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб» (Тюмень, 2010, 2013); The IV International Symposium invasion of alien species in holarctic (Borok – 4) (Борок, 2013); 12th International Symposium on the biology and management of coregonid fishes (Listvyanka – Irkutsk, 2014); «Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования» (Санкт Петербург, 2014); а также на Всероссийских конференциях: «Мониторинг геологической среды на объектах горнодобывающей промышленности» (Березняки, 1999); на выездных заседаниях научно-консультативного совета по осетровым рыбам и Бюро Западно-Сибирского отделения МИК в Томске (1994 г.), Краснодаре (1997, 2001 гг.), Астрахани (2002 г.), Москве (2010 г.); «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования» (Томск, 2011); «Биологическое разнообразие и продуктивность водных экосистем Севера» (Якутск, 2012) и др.

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

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 315 страницах, содержит 89 таблиц, иллюстрирована 32 рисунками. Состоит из введения, 6 глав, выводов, практических рекомендаций, содержит 7 приложений. Библиографический список включает 472 источника, в том числе 61 на иностранных языках.

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

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

В последние годы одной из важнейших глобальных проблем, стоящих перед человечеством, стало сохранение биологического разнообразия Земли. Несомненно, что наиболее уязвимым компонентом биоразнообразия, самым чутким интегрированным индикатором его неблагоприятных изменений являются редкие виды животных и растений (Алимов, 2006; Тишков, 2006; Биоразнообразие экосистем, 2007; Изменение климата..., 2007; Salomon Marc, 2004; Stem at al, 2005). Восстановление каждого редкого вида означает восстановление его функций в экосистеме и, следовательно, должно расцениваться как важный шаг к сохранению, а подчас и к реставрации биоразнообразия в целом.

В настоящее время на территории Центральной Сибири происходит интенсивное развитие рыночных отношений, а её ресурсный потенциал привлекает особое внимание межнациональных корпораций, весьма актуальной представляется разработка комплекса природоохранных мероприятий и перечня практических действий в этом направлении (Шубина, Шубин, 2002; Заделёнов, 2007а, 2007б).

Строительство ГЭС, создание крупных водохранилищ на Енисее оказали существенное воздействие на животный мир региона. Зарегулирование стока реки сыграло огромную роль в изменении обычных условий обитания рыб. Уменьшилась водность, сократились водный тепловой и биогенный стоки, снизились летние температуры (Ершова, 1980; Безруков, Никольский, 1995; Петров, Петров, 2006; Янюшкин, 2006). Это привело к изменению структуры ихтиоценозов, негативно сказалось на условиях обитания и воспроизводства многих видов рыб, существенно изменило их ареалы (Куклин, 1999; Тугарина, Пронин, 2006; Павлов и др., 1999; Шадрин, 2006; Космаков и др., 2011; Вышегородцев, Заделёнов, 2013).

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, регулирование 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, колебания водности, плотность популяции. Все эти факторы риска в наибольшей степени действуют на длинноцикловых, поздносозревающих рыб, имеющих значительные промежутки между последовательными нерестами (Матковский, 2006а; 2006б). Как следствие многофакторного влияния на популяции осетровых рыб в бассейне р. Енисей заметно сократилась их численность и воспроизводство. Решающее воздействие оказали многолетний нерациональный промысел и гидростроительство. Жесткая регламентация промысла, включая период последнего запрета вылова осетра, оказалась малоэффективной (Заделенов, 2004).

Из-за высокой потребительской стоимости осетровых и лососевидных рыб, их доступности для промысла во время нерестового хода с каждым годом возрастают масштабы браконьерского лова. Общие масштабы изъятия из популяций особей всех возрастов и в особенности зрелых производителей стали превышать популяционные воспроизводительные возможности некоторых из указанных видов (к примеру – осетровых и ленка бассейна р. Оби) (Красная книга Российской..., 2000). Снижение численности нерестовой части привело к дефициту производителей на естественных нерестилищах (Багров, Воронин, 2003; Новоселов, Лукин, 2013).

В 1990-е годы в результате социальных преобразований в стране вместо государственных предприятий по добыче и переработке рыбы созданы многочисленные рыбодобывающие структуры различных форм собственности, представляющие в настоящее время рыбную отрасль. Большое количество пользователей рыбных ресурсов ведет к дроблению выделяемых квот. Сведения о величине уловов, представляемые рыбозаготовителями, зачастую необъективны, что приводит к неполному учету добытой рыбы.

Разобщенность рыбодобывающих структур оказывает негативное влияние на состояние рыбного промысла. Больше всего востребованы квоты на лов полу-

проходных сиговых, квоты на «малоценные» виды и на лов рыбы в отдаленных водоемах пользуются меньшим спросом или вообще не распределяются (Сечин, Багров, 2012). Значительно усилился пресс незаконного промысла на ценные виды рыб (осетровые, лососевые, сиговые), облов которых, как правило, ведется на путях нерестовых миграций (Крохалевский, 2010; Лукин и др., 2011; Решетников и др., 2011; Богданов, 2012, 2013).

В условиях усиления антропогенного воздействия одним из путей восстановления и увеличения запасов осетровых рыб в пределах ареала и тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке стало искусственное воспроизводство (Сафроненков и др., 2005; Журавлева, Иванова, 2007; Каев, Игнатьев, 2007; Каев, 2008, 2010; Шунтов и др., 2008; Самарский, 2010; Михайлова, Федяев, 2011; Fujiwara Makoto et al, 2006; Nack Chrisistopher C. et al, 2011). Кроме того, весьма перспективным направлением аквакультуры является сиговодство (Богданова, 2010; Веснина, 2010; Костюничев, 2010).

Эффективность искусственного воспроизводства ценных и особо ценных видов рыбдоказана многолетней практикой рыбоводства в Азовском и Каспийском бассейнах, где в течение длительного периода преобладают в уловах рыбы заводского происхождения: доля заводской белуги в Каспийском море составляет 98%, осетра - 56%, севрюги - 36%; в Азовском море заводская севрюга составляет в уловах 97%, осетр - 91% (Карпюк и др., 2004; Досаева, 2012). Показатели промвозврата заводской молоди по разным видам и регионам колеблются от 0,4 до 2,0%, что в сотни раз выше естественной (Методика исчисления..., 2011). Так, каспийская популяция белорыбицы поддерживается в настоящее время только за счет искусственного воспроизводства (Белоусов, Баранникова 2004; Дюбин, 2007; Лазарев, 2007). По данным И.С. Мухачева (1998, 2003) уловы сиговых рыб за счет рыбоводства (от искусственного воспроизводства) превышают таковые от естественного в разы.

В настоящее время в условиях катастрофического падения запасов осетровых рыб одним из важных аспектов проведения рыбоводных работ с этими объектами является необходимость формирования управляемого осетрового хозяйства во внут-

ренных пресноводных водоёмах страны и для нужд товарного осетроводства (Смольянов, 1987; Васильева, 1998; Васильева и др., 2012; Пономарев, Болонина, 2010; Рост осетровых..., 2010 и др.).

У исследователей и практических работников рыбного хозяйства России принято, что для сохранения и восстановления природных популяций осетровых необходимо повышать эффективность воспроизводства как естественного, так и искусственного. Определена решающая роль искусственного воспроизводства осетровых на современном этапе для сохранения генофонда этих ценных видов рыб и восстановления их запасов для осуществления промышленного лова (Васильева и др., 2012; Магомаев, Чипинов, 2012 и др.).

С учетом вышесказанного, необходимость формирования ремонтно-маточных стад не вызывает сомнения (Крохалевский и др., 1996; Подушка, 1999а; Магомаев, Чипинов, 2012;). Поскольку осетровые, как правило, длинноцикловые поздносозревающие виды, крайне важным является вопрос об ускорении сроков выращивания рыб до половой зрелости (Подушка, 1999а, б; Регулирование нереста..., 2010).

В рыбоводных хозяйствах в настоящее время наметились два приема, которые, как предполагается, способствуют более раннему созреванию осетровых. Первый предусматривает выращивание молоди в течение нескольких первых лет жизни в условиях постоянно высокой температуры воды и обильного кормления (без зимовки), а затем перевод в условия сезонно изменяющегося температурного режима (Подушка, 1999а). Второй – параметрическое чередование циклов «зима-лето» в течение одного года выращивания (Заделенов, Костромин, 1996; Заделенов, 2002а; Регулирование нереста..., 2010).

Этот процесс имеет также важное природоохранное значение, поскольку имеются технологии многократного получения икры от самок операционным путем, тем самым сохраняются естественные популяции (Емелин и др., 2007; Нефедов и др., 2007).

Во всем мире в настоящее время предпринимаются попытки увеличения численности редких и исчезающих видов рыб, обсуждаются методы и принципы их

охраны (Кудерский, Петрова, 2005; Ефремов, 2007; Петлина, Юракова, 2006; Fagan at al, 2005; Boguerouk, 2005; Jiang Zhi-Gang, 2005; Long at al, 2006; Hart, 2006; Poulan-Beaudelin, 2006; Wang Qian et al, 2006; McClanahan, Verheij, 2006; Steffens, 2007, Adams at al, 2007; Maitland at al, 2007; Gustafson at al, 2007; Naughton-Treves at al, 2005).

Развитие Центральной Сибири в новых социально-экономических условиях выдвигает требования более точных и более конкретных количественных оценок биологических ресурсов. Эти же требования связаны с решением как теоретических, так и прикладных задач по сохранению биологического разнообразия Сибири. Подготовка материалов ОВОС, экологической экспертизы хозяйственного использования территорий, определение условий аренды участков акватории для ведения рыбного хозяйства нуждаются в справочной информации о современном состоянии животного мира. Разработка мер по сохранению видового разнообразия, выявление и учет не только ценных, но и всех других редких и исчезающих видов не терпит промедления. Проблема сохранения особо ценных видов животных не только как объектов промышленного и любительского лова, охоты, но и как носителей генетической информации является особенно актуальной.

Одним из путей такого восстановления и сохранения служит создание специальных резерватов (микрозаповедников, заповедных ядер природных парков, заказников и др.), которые могли бы служить основой естественного, а в некоторых случаях и искусственного воспроизводства этих видов и создания генетического банка с целью сохранения генотомов для их восстановления в будущем. Как показывает опыт многих стран, именно создание разветвленной и достаточно обширной по площади сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) позволит решить проблему сохранения существующего биоразнообразия и обеспечения условий обитания для редких и исчезающих видов животных и растений. Открытие новых заповедников всегда сталкивается с организационными и финансовыми трудностями, очевидно, следует шире внедрять другие категории охраняемых территорий и совершенствовать формы природоохранных мероприятий в целом.

При выделении особо охраняемых территорий следует основываться не только на ландшафтном, но и на функционально-экологическом подходе, который базируется на выявлении ключевых участков, имеющих особо важное значение в жизненном цикле животных, обитающих на обширных территориях. Для решения задач сохранения биоразнообразия безусловно важным представляется также анализ распространения природных геосистем и антропогенного воздействия. Последнее рассматривается как особый экологический фактор, оказывающий влияние на биоту и абиотические составляющие экосистем.

Природные особенности экосистем Приенисейской Сибири, сложившиеся и развивающиеся в жестких климатических условиях, и различные формы человеческой деятельности требуют осуществления особых природоохранных мероприятий, при проведении которых необходимо учитывать региональные, а часто локальные особенности функционирования биотической составляющей этих экосистем.

В настоящее время базой по разработке схемы охраны редких гидробионтов являются ряд указов, постановлений и законов на уровне Президента, Правительства РФ и администрации Красноярского края, в правовом поле которых рассматриваются мероприятия по сохранению видового разнообразия животных, в том числе: занесение их в Красные книги, создание сети особо охраняемых природных территорий (ФЗ от 14.03.1995 № 33-ФЗ; Закон Красноярского края от 28.09.95 г. № 7-175; Закон Красноярского края от 28.06.96 г. № 10-301 и др.).

Очевидно, что техногенные изменения водных объектов по-разному отразились на отдельных видах рыб в таком обширном регионе как Красноярский край. Учитывая принципы, изложенные в Международной Конвенции о биологическом разнообразии, которая была ратифицирована Российской Федерацией в 1995 г.: «Виды и сообщества: находящиеся в опасности; представляющие собой дикие родственные виды одомашненных или культивируемых видов; имеющие медицинскую, сельскохозяйственную или иную экономическую ценность; или имеющие социальное, научное или культурное значение; или играющие важную роль для исследований в области сохранения и устойчивого использования биологического раз-

нообразия, например, в качестве видов-индикаторов». Т.е. в первую очередь необходимо обращать внимание на виды: с быстрым сокращением численности (ареала); с повышенной уязвимостью к антропогенному воздействию; с потенциальной значимостью в природе и хозяйственной деятельности; степенью изученности. К редким видам стоит отнести такие, численность которых низка и имеет тенденцию к сокращению (фондовые источники ФГБНУ «НИИЭРВ», ФГБУ «Енисейрыбвод», промысловая статистика на территории Красноярского края, Республик Тыва и Хакасия, собственные исследования). Кроме того, на территории региона обитают виды рыб, численность которых снижается на пограничных участках (Веснина и др., 1999; Голубцов, Малков, 2007; Тугарина, Козлова, 2007; Состояние запасов..., 2006; Ососк at al, 2006a; Ососк at al, 2006б).

Изучение подвижных гидробионтов, в частности рыб, сопряжено с трудностями, связанными с их обитанием в иной от исследователя среде – водной. Кроме того, изучение «краснокнижных» видов рыб затруднено и их редкостью (Lyons at al, 2005; Finney, 2006).

Перегораживание речного русла плотинами и дамбами с целью создания водохранилищ приводит к тому, что в образовавшейся зоне замедленного водообмена в летний период возникает массовое развитие микроводорослей или, как принято называть такое явление, «цветение» воды. Это «цветение» негативно влияет на качество воды и жизнедеятельность многих гидробионтов, в том числе и рыб. Суть влияния состоит в том, что в воде и на её поверхности образуется такое количество синезеленых водорослей, что становится невозможным проникновение солнечного света и кислорода в районе границы «атмосфера-вода». Кроме того, в процессе жизнедеятельности и последующего отмирания микроводорослей в воду выделяются токсические вещества различного химического состава и физиологического воздействия на гидробионтов.

Эффект «цветения» водоемов зависит в первую очередь от температуры воды. Хорошо известно, что массовое развитие синезеленых водорослей в водоемах-охладителях происходит намного интенсивнее, чем в аналогичных водоемах не подверженных тепловому антропогенному загрязнению. Особенно

неблагоприятным последствием этого явления служит «цветение» водоемов, при котором резко снижаются питьевые качества воды, осложняется водоснабжение, ухудшается санитарное состояние водоемов, падает их рекреационно-ландшафтное значение. Заращение и «цветение» водоемов – охладителей и обрастание циркуляционных трактов нарушают работу технического и питьевого водоснабжения, ухудшают качество воды, снижают экономичность электростанций и т.д., а мероприятия по борьбе с этими явлениями требуют материальных затрат. Цианобактерии (синезеленые водоросли) – основной резко доминирующий компонент цветения - издавна считаются токсичными организмами, своеобразным «трофическим тупиком» в водоемах (Винберг, 1954; Биргер, 1979) и, в частности, малопригодным объектом питания рыб-сестофагов (Маляревская и др., 1972, 1973; Топачевский и др., 1975). В ряде работ указывается на избегание синезеленых водорослей рыбами-сестофагами (Кончиц, 1972; Савина, 1965, 1966), приводятся экспериментальные данные об их токсичности для рыб (Биргер, 1979; Маляревская и др., 1969, 1972; Steyn, 1945). Имеются указания на отравления рыб во время массового развития цианобактерий (Маляревская и др., 1969; Steyn, 1945; Prescott, 1948), приводятся сведения об их трофической непригодности или токсичности для беспозвоночных (Биргер, 1979; Сущеня, 1961; Ingram, Prescott, 1954). «Цветение» возникает вследствие поступления в водоем большого количества биогенных элементов (в первую очередь, фосфора и азота). Биогены могут поступать с притоками водоема, со стоками ливневой канализации, с атмосферными осадками. Эвтрофирование приводит к нарушению балансовых потоков органического вещества и расходуемого на его окисление кислорода. Очевидно, что нахождение путей профилактики и подавления цветения стало чрезвычайно важной научной проблемой.

Хотя явление «цветения» воды в настоящее время приобрело глобальные масштабы, оно в большинстве случаев порождено антропогенными факторами и практически не регулируется (Li Yuan et al, 2005; Tiwari, Singh H. Tombi, 2005; Ersanli, Gönülol, 2006; Guildford et al, 2006; Li et al, 2007; Zagajewski et al, 2007; Le-

Blanc et al, 2008). В то же время с принципиальной точки зрения интенсивность «цветения» может и должна регулироваться человеком (Foyn et al, 2002). Однако в этом направлении нельзя ожидать быстрых и применимых для водных объектов различных типов использования и географических зон, дешевых и рентабельных во всех случаях способов решения проблемы. Решение данного вопроса сложно, длительно, требует значительных материальных затрат и научно обоснованных методов регуляции.

«Цветение», связанное с эвтрофикацией водоемов и практически свойственное всем равнинным водохранилищам России, представляет собой явление гиперпродукции, не используемой первичными консументами. Именно уменьшение утилизации первичной продукции свидетельствует о сдвиге равновесия в сторону накопления органических веществ, создании условий для вторичного загрязнения и дальнейшего эвтрофирования (Фарберов и др., 2004). В настоящее время явление «цветения» воды уже характерно и для сибирских водоемов (Кравчук, 2004; Анищенко, 2006; Иванова, 2006).

Принципиальную основу разработки методов предупреждения антропогенного эвтрофирования и его последствий составляет установление оптимального баланса между автохтонным воспроизводством органического вещества и его разложением (Россолимо, 1971, 1972, 1975; Сиренко, Гавриленко, 1978). Наибольшую реальность и практический интерес представляет увеличение степени использования образующейся в водоемах первичной продукции. Это может быть достигнуто за счет увеличения водообмена, уменьшения степени оборачиваемости биогенных элементов, увеличения масштабов использования первичной продукции. В связи с этим весь арсенал методов, используемых для устранения отрицательных последствий эвтрофирования и «цветения», можно условно разделить на две группы: первая - профилактические мероприятия, вторая – регулирующие (Сиренко, Гавриленко, 1978).

К профилактическим методам относятся меры по защите водного объекта от загрязнения. Реализация этого - в полном прекращении сброса промышленных и бытовых сточных вод в водоем, создание «буферной» защиты (биологических прудов, параллельных руслу основного водоема, наливных водоемов в пойменном

участке, полей орошения) (Сиренко, Гавриленко, 1978). Практическая реализация подобных мероприятий – процесс сложный, длительный и капиталоемкий.

Регулирующие, в отличие от профилактических мероприятий, отличаются значительной специфичностью. Использование их зависит от типа водоема, характера основного водопользования, степени эвтрофирования, интенсивности «цветения» и другое. Эти мероприятия условно делят на ряд методов, таких как изменение гидрологических и физических параметров водоема (проточности, турбулентности), химические и физико-химические способы борьбы (Сиренко, Гавриленко, 1978; Фарберов и др., 2004; Rajagopal at al, 2006).

Все перечисленные выше способы и методы борьбы с «цветением» позволяют в принципе регулировать этот процесс и снижать его интенсивность ниже тех пределов, когда начинают проявляться отрицательные последствия. Однако в целом применение этих методов проблемы не решает либо в связи с необходимостью высоких экономических затрат, либо в связи с их опасностью для водных экосистем и человека, а также временностью действия (Сиренко, Гавриленко, 1978).

Биологические способы защиты являются самыми перспективными способами борьбы с биологическими загрязнениями из-за их экологичности и эффективности. Использование биологических способов регулирования численности водорослей в комплексе с применением других недорогих физико-химических, механических и др. методов повышают эффективность проведения мелиоративных мероприятий (Левич, 2000; Колмаков, 2006;). Существуют следующие способы борьбы с «цветением» водоемов:

Вирусы и внутриклеточные паразиты водорослей. Под влиянием вирусной инфекции в клетках водорослей снижается интенсивность фотосинтетического выделения кислорода, усиливается фотодыхание, падает содержание АТФ и нарушается его синтез. Это в конечном итоге приводит к отмиранию и лизису клеток (Громов, 1972; Мыслович, 1975; Simis at al, 2005).

Высшие водные растения. Высшие водные растения играют важную положительную роль в формировании качества воды (Романенко и др., 2005; Сиренко,

Гавриленко, 1978; Li Xiu-Ling at al, 2005; Percins, Underwood, 2002; Song Hai-liang, Lu Xi-wu, 2004; Peretyayko, Symoens, 2007). Известно, что участки водоемов, заросших макрофитами, не «цветут».

В последнее время широко распространилась дополнительная мера регулирования потока биогенов в экосистеме водоема – *биоманипулирование* (Гладышев, 2001; Гладышев и др., 2003, 2004, 2006; Коновалов, 2003; Прокопкин, 2003; 2004; Прокопкин и др., 2003; Xie, Liu, 2001; Hodgson, 2005; Nietala at al, 2004). Технически биоманипуляция заключается в повышении биомассы хищных и в снижении биомассы планктоядных рыб. Иногда биоманипуляция приводила к восстановлению качества воды, а в ряде случаев этот эффект отсутствовал (Левич, 2000; Колмаков, 2006; Прокопкин, 2004). В последнее время в открытой печати высказывается мнение о биологической манипуляции в обход гипотезы трофического каскада (Гладышев и др., 2004; Прокопкин и др., 2003).

Большой интерес вызывает возможность использования для депрессии «цветения» рыб-сестофагов. Путем трансформации первичной продукции в ихтиомассу с последующим изъятием последней из водоема может достигаться не только уменьшение количества фитопланктона, но и повышение рыбопродуктивности экосистем. О влиянии на развитие фитопланктона рыбами имеется ряд публикаций (Савина, 1968; Пушкарь, Стыгар, 1974; Данченко, 1974; Чигринская, 1975; Константинов, Вечканов, 1980; Негоновская, 1980; Руководство по биотехнике разведения, 2000; Абакумов, 2003; Богданов, Парамонов, 2003; Богданов, 2003; Тургенева и др., 2003; Smith, 1989; Radke, Kahl, 2002; Lazzaro at al, 2003; Kim Baik-No at al, 2003; Sun Liwei at al, 2004; Liu Qi-gen at al, 2004; Van de Bund at al, 2004; Tang Huijuan at al, 2005), свидетельствующих об улучшении качества воды после вселения рыб-сестофагов.

Белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) является представителем дальневосточных азиатских рек. Как объект рыбоводства выращивается во многих прудах и водоемах-охладителях ГРЭС, ТЭЦ и АЭС (Негоновская, 1980; Атлас пресноводных рыб..., 2002).

По образу жизни белый толстолобик является пелагической рыбой, питающейся в течение всей жизни, кроме самых ранних этапов, фитопланктоном. В районах акклиматизации значительное место в его питании занимают синезеленые водоросли (Вечканов, 1976; Чигринская, 1975; Smith, 1989; Radke, Kahl, 2002). Способность рыб к выеданию синезеленых оценивается по-разному. Некоторые исследователи на основании лабораторных опытов считают (Маляревская и др., 1973; Топачевский и др., 1975), что если даже белый толстолобик и захватывает синезеленых водорослей, то последние слабо разрушаются в кишечнике, а разрушенные клетки плохо усваиваются. В кишечнике происходит переваривание лишь полисахаридов слизистых чехлов, в результате чего колонии синезеленых распадаются на отдельные клетки, которые не только не разрушаются, но остаются жизнеспособными. В результате опытов по инкубации чистой культуры синезеленой водоросли *Anabaena flos-aquae* с кишечным соком белого толстолобика установлено, что только 9,5% ее белков было гидролизировано до аминокислот (Bitterlich, 1995).

Согласно другой точке зрения на проблему состав пищи белого толстолобика определяется исключительно ее размерами. Так, В.Я. Пушкарь и В.М. Стыгар (1974) приводят данные о соотношении разных групп фитопланктона в питании рыб Аккурганского и Белоцерковского рыбокомбинатов за ряд лет. Оказывается, что в кишечнике растительноядных рыб всегда преобладают представители наиболее крупных видов водорослей независимо от того, были ли они в водоеме в массе или нет.

По мнению А.С. Константинова и В.С. Вечканова (1980) противоречивость данных об элективности питания белого толстолобика в отношении синезеленых водорослей отражает несовершенство способов выражения ее количественной оценки; последняя дается на основании сопоставления относительного вклада того или иного объекта в кормовую базу и пищу потребителя. Другими словами, избирательность характеризует пропорциональность изъятия из среды разных объектов. Но избирательность определяется не только предпочтительностью корма, но и его доступностью. Избирательность - не специфическое качество кормового объекта, а функция нескольких переменных, таких как возможность потребления, степень пе-

реваривания, энергетическая ценность. Элективность питания белого толстолобика ввиду особенности строения его пищеварительной системы и связанного с этим характера питания заключается не в выборе отдельных компонентов из массы организмов, а в миграции на те участки водоема, где трофические условия наиболее благоприятны для рыб (Вечканов, 1976; Константинов, Вечканов, 1980). Отсюда авторы делают вывод, что толстолобики не могут не потреблять синезеленые водоросли. А раз так, то последние не могут быть токсичными для рыб. В пользу того, что белый толстолобик достаточно эффективно питается синезелеными водорослями, говорят данные Ю.Н. Чигринской (1975) по усвояемости пищи.

Активное употребление в пищу синезеленых водорослей толстолобиками подтверждается и рядом других авторов (Савина, 1972; Вечканов, 1976; Заделенов и др., 2005a; Bitterlich, 1985). В большинстве цитируемых сводок отмечалось выедание рыбами водорослей *M. aeruginosa*, *A. flos-aquae*.

Сведения о степени переваривания водорослей различной систематической принадлежности зачастую противоречивы, однако сам факт избирательного переваривания водорослей толстолобиком отмечался неоднократно. Очевидно, при низкой степени усвоения водорослей значительная их часть в переваренном и полупереваренном состоянии поступает в водоем, где седиментируется и подвергается быстрой минерализации. Ускоренная минерализация продуктов метаболизма толстолобика в сравнении с карпом доказана экспериментально (Негоновская, 1980; Руководство..., 2000). В результате ускоренной минерализации продуктов обмена рыб-сестофагов заключенные в них биогены в минеральной форме вновь поступают в толщу воды, что способствует дальнейшей стимуляции развития фитопланктона. Дополнительным фактором, усиливающим проявление стимулирующего эффекта, является наличие в экосистеме бентофагов, которые увеличивают мощность потока биогенов из седиментов в толщу воды и ускоряют процесс мобилизации биогенов. В поликультуре сестофагов и бентофагов толстолобики обогащают кормовую базу бентофагов, которые в свою очередь, ускоряя минерализацию органического вещества, поступающего в седименты, способствуют интен-

сивной вегетации фитопланктона. В итоге происходит ускорение оборота органического вещества и биогенов.

Резюмируя вышесказанное, можно предполагать возможность регулирования численности синезеленых водорослей - возбудителей «цветения» - с помощью плотных посадок растительноядных рыб.

Таким образом, в настоящее время назрела разработка комплекса рыбохозяйственных и природоохранных мероприятий, а также перечня практических действий для сохранения редких и ценных видов рыб, которые должны включать следующее:

- проведение рыбоводных работ по искусственному воспроизводству для поддержки естественного воспроизводства;
- формирование продукционных стад редких и исчезающих видов рыб;
- разработка схемы охраны редких и исчезающих видов рыб, в том числе изучение их природных условий существования, описание и занесение в Красные книги, создание особо охраняемых природных территорий;
- выработка стратегии подавления «цветением» водоема с целью сохранения качества воды в водоеме и поддержания сложившегося ихтиоценоза при создании водохранилища, использование рыб-сестофагов в повышении рыбопродуктивности водоемов.

2. Материалы и методы

Методы исследования. В основу работы легли собственные сборы и исследования автора, проведенные в 1985-2014 гг. на различных водных объектах бассейна Оби (рр. Томь, Чулым, Берешское водохранилище), бассейна р. Енисея (системы рек П. Тунгуска, Большой Пит, Большая Хета, Малая Хета, Агул, Кан, Кимбирка, Курейка (с оз. Мундуйским), Мана, Сисим, Сым и др.). Полевые сборы и камеральная обработка собранных гидробиологических проб и ихтиологических проводилась по общепринятым методам (Методики изучения биогеоценозов, 1975; Унифицированные методы..., 1977; Правдин, 1966; Типовые методики исследований..., 1978, 1985; Руководство по методам..., 1983 и др.).

В связи с температурной неоднородностью Берешского водохранилища гидробиологические и ихтиологические пробы отбирались в условно выделенных 4 зонах. Зона 1 - зона мелководья, включающая районы влияния рек Базыр, Береш и Кадат, с температурой воды летом $< 20^{\circ}\text{C}$. Зона 2 - центральная зона, температура воды в летний период достигает 23°C . Зона 3 - приплотинная зона с изменениями температуры воды с июня по сентябрь в пределах $17-24^{\circ}\text{C}$. Зона 4 - зона влияния сбросных теплых вод ГРЭС, температура воды превышает температуру в остальной части водоема (вода подогревается от 13 до 27°C).

В водотоках пробы фитопланктона отбирали в поверхностном слое воды; пробы микрофитоперифитона – с естественных грунтов по правому и левому берегам реки с глубины $0,2-0,6$ м.

Концентрирование проб для анализа видового и количественного состава фитопланктона проводили фильтрационным методом на мембранных фильтрах Владипор № 9 (диаметр пор $0,90$ мкм), подсчет численности водорослей – в камере Нажотта объемом $36,5$ мм³. Биомассу рассчитывали по среднему объему, приравнивая форму клеток к близкому геометрическому телу. Анализ общности фитопланктона различных участков проводился с использованием коэффициента общности видового состава Серенсена по формуле:

$$K=2c/(a+b),$$

где a - число видов на участке A , b - число видов на участке B , c - число общих видов.

Разнообразие водорослей планктонного ценоза оценивали по индексу, основанному на теории информации Клода Шеннона:

$$H_b = -S \cdot p_i \cdot \log_2 p_i,$$

где H_b - разнообразие в битах, p_i - удельное обилие вида i , находится как частное от деления биомассы вида i на общую биомассу фитопланктона (Методики изучения..., 1975; Гольд, Морозова, 2004).

При вычислении индекса оперировали биомассой, так как она полнее отражает разнообразие функциональных связей сообщества фитопланктона. Принадлежность водорослей к различным условиям существования (местообитание, распространение, галобность, отношение к рН, сапробность) определяли по (Барина, Медведева, 1996; Корнева, Генкал, 2000; Михеева, 1999). Значение отдельных видов в формировании фитопланктонного сообщества рассчитывали по индексу доминирования (процент проб, в которых вид преобладает по биомассе) (Кожова, 1973).

Оценка эколого-санитарного состояния качества воды и категории трофности проводилась на основании изучения качественного, количественного и физиологического состояния фитопланктона, индекса сапробности. Индекс сапробности (S) рассчитывали методом Пантле и Букка в модификации Сладечека и с использованием уточненного списка видов-индикаторов:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \cdot N_i / \sum_{i=1}^n N_i,$$

где S_i –индикаторная значимость вида i ; N_i – его численность; n – число видов-индикаторов (Водоросли, 1989; Гольд, 1980; Жукинский и др., 1981; Критерии оценки ..., 1992; Оксийук и др., 1993).

Зоопланктонные пробы отбирались в соответствии со стандартными рекомендациями (Методики изучения..., 1975). Отбор проб производился сетью Джеди (газ № 78) с диаметром водного отверстия 0,25 м.

Дальнейшая обработка производилась в камере Богорова под биноклем МБС-9. Массу отдельных организмов находили по линейным размерам с помощью уравнений связи длины и массы гидробионтов (Балушкина, Винберг, 1979). Для оценки трофического статуса водоема по биомассе зоопланктона использовалась «шкала трофности», предложенная С.П. Китаевым (Китаев, 1984).

Сбор, фиксация донных беспозвоночных и обработка проб зообентоса происходили по общепринятым методикам (Методики изучения..., 1975). При выборе разрезов и станций руководствовались, прежде всего, морфометрическими особенностями водоемов, наличием разнотипных грунтов, а также глубинами и скоростью течения.

Выделение доминирующих комплексов зообентоса проводили с учетом биомассы и численности видов, обилие которых составляло более 50 % суммарного. Видовое разнообразие оценивали с помощью индекса Шеннона (по численности) (Финогенова, Алимов, 1976).

Для оценки качества воды по организмам зообентоса использовали индекс сапробности и олигохетный индекс Гуднайта – Уитлея (Финогенова, Алимов, 1976). Сапробиологический анализ проводили с использованием индекса Пантле – Букка в модификации Сладечека (Абакумов, Свирская, 1981), индексы индивидуальной сапробности организмов взяты из литературных источников (Унифицированные методы..., 1977; Тодераш, 1984; Sladeček, 1973; Wegl, 1983). Классы и категории качества воды определяли в соответствии с нормативами (Гост 17.1.3.07-82). Трофический статус водоема по биомассе зообентоса оценивался по «шкале трофности» С.П. Китаева (Китаев, 1984).

При изучении рыбы были использованы главным образом стандартные, широко применяемые и апробированные многолетней практикой методы полевого и камерального ихтиологических анализов:

- метод биологического анализа, включающий оценку параметров длины и массы тела, определение пола рыбы, ее физиологического состояния, степени готовности к нересту, определению стадии зрелости половых продуктов по шкалам зрелости (Правдин, 1966);

- метод биометрического анализа, включающий детальное описание пропорций тела рыбы и оценку счетных признаков и используемый для определения систематического положения, таксономического статуса рыб и дифференциации разных форм и локальных группировок (Правдин, 1966);

- методы определения возраста рыб по регистрирующим структурам (Правдин, 1966);

- методы качественной и количественной оценки питания рыб. Желудочно-кишечные тракты рыбы обработаны количественно-весовым методом (Методическое пособие..., 1974);

- математические методы обработки данных - методы биологической статистики, многомерные методы анализа. Статистическая обработка результатов проведена по методике Н.А. Плохинского (Плохинский, 1978). При выявлении степени различия пластических, меристических, ростовых, весовых и пищевых характеристик рыбы достоверность результатов оценивалась по критерию Стьюдента:

$$t = \frac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \text{ с минимальным уровнем значимости } p \leq 0,05,$$

где x_1 и x_2 - средние значения признаков, m_1 и m_2 - ошибки репрезентативности.

Вариационно-статистическая обработка материалов проведена на ПЭВМ – «Pentium» с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 6.

- оценку состояния рыб проводили визуально по внешним признакам, свидетельствующим о функциональных нарушениях в организме рыб, которые проявляются в изменении формы, цвета и структуры внешних и внутренних органов рыб.

Отлов рыбы производился стандартным набором ставных сетей с ячейей 22-130 мм (площадь каждой сети – 50 м²). Лов осетровых рыб осуществлялся плавными сетями с ячейей 60-130 мм. Отлов нельмы – плавными сетями 70-110 мм, закидным неводом с ячейей в матне 40 мм. Отлов молоди и тугуна осуществлялся мальковым неводом с ячейей 3,6 мм в матне.

Для исследования питания белого толстолобика применен флуоресцентный метод. *Флуоресцентный метод* отличается от большинства стандартных гидро-биологических методов исследования более высокой точностью и меньшей трудоемкостью, что позволяет уменьшить время обработки пробы. Это предоставляет возможность проводить экспресс-анализ состояния водных экосистем, определять концентрацию хлорофилла фитопланктона, измерять его фотосинтетическую активность, получая большие массивы данных.

В работе использованы материалы опытных работ в области рыбоводства с енисейскими осетровыми на научно-производственном комплексе ФГБНУ «НИИЭРВ» (рыбоводный цех при Красноярской ТЭЦ-2) (1997-2007) (Детлаф и др., 1981; Мильштейн, 1980). В исследованиях на бассейновых хозяйствах использовались рекомендации по выращиванию молоди и формированию маточных стад осетровых рыб И.А. Бурцева и др. (1984), И.И. Смольянова (1987), Т.Г. Петровой (1977), С.Б. Подушки (1996, 1999б) и других.

Для гормональной стимуляции применялся ацетонированный гипофиз осетровых рыб и его синтетический аналог – сурфагон (Гончаров, 1984; 1990)

Обесклеивание икры производилось суспензией речного ила вручную; отмывка икры – в специальном сачке, позволяющем за короткое время (15-20 с) удалить частицы ила без потерь. Стадии развития икры и молоди указаны по Т.А. Детлаф и др. (1981).

Рационы молоди рассчитывались по методике Г.Л. Мельничука (1978).

При оценке доли пищи, усваиваемой в процессе пищеварения, принимали величину равную 80% (Винберг, 1956). Для количественной оценки эффективности влияния используемой пищи на рост молоди использовали коэффициент K_1 (Винберг, 1956; Мельничук, 1978):

$$K_1 = P/C,$$

где P – весовой прирост рыбы, C – величина потреблённой пищи.

Для определения потенциального роста осетра использовалось уравнение роста:

$$W = (N (1-a/b) (t_1-t_0) + W_0^{1-a/b})^{b(b-a)},$$

где N – константа; a/b – показатель степени при массе в уравнении зависимости потребления кислорода от массы рыбы; $t-t_0$ – промежуток времени; W_0 – начальная масса (Гершанович и др., 1987).

Статистическая обработка всех полученных данных проведена с помощью компьютерных программ Exell, Statistica.

При подращивании молоди использовались следующие корма: декапсулированные яйца, науплии и рачки артемии салины, комбикорм производства Дании Aller Krystal.

При разведении нельмы использованы результаты рыбоводных работ в 1992-1996, 1999, 2001-2007 гг. Применялись методы работ, обычные для индустриального осетроводства и сиговодства (Буланов, 1974, 1976, 1977; Заделенов, Куклин, 1996; Летичевский, 1983; Методические указания по заводскому..., 1979).

При получении и подращивании молоди ленка, тайменя и хариуса во временных рыбоводных комплексах модульной комплектации в Северо-Енисейском (2001, 2003), Сухобузимском (2010 г.), Ирбейском (2010-2013 гг.) и Манском (2011-2013 гг.) районах Красноярского края применялись стандартные методы работ при разведении лососевых рыб, кроме того использовались собственные наработки (Заделенов, 1998а; К воспроизводству..., 2010). При подращивании молодь указанных видов кормили декапсулированными яйцами, рачками (замороженными) и науплиями артемии, комбикормами «Aller Aqua».

Для исследования динамики популяции стерляди и сибирского осетра р. Енисея использована математическая модель, представляющая дискретный вариант модифицированного уравнения Ферстнера – Мак – Кендрика:

$$X_{i+1}^{t+1} = (1 - d_i(1 - V_i)) (1 - V_i) (1 - (1 + f_s(K, X, Pbs_i))) X_i^t; \quad X_i^t = \sum_{i=0}^N X_i^t; \quad i=0, N; \quad (1)$$

$$X_{i+1}^{t+1} = \sum_{i=0}^N X_i^t Pbg_i f(K, X); \quad Pbs_i = f(K, X) W_{i+1} / W_i;$$

$$Pbg_i = P_{i, fm}^{fm} P_{i, ad}^{ad} P_{i, jl}^{jl} N_i^{ch} W_0 / W_i f_g(K, X);$$

$$V_i = V_{\Sigma}(t) a_i X_i^+ / \sum (a_j X_j^+); X_i^+ = \max(0, X_i - X_i^{uc}),$$

где X_i , d_i , Pbs_i , Pbg_i , V_i , P^{fm}_i , P^{ad}_i , P^{jl}_i , N^{ch}_i , a_i , W_i , X_i^{uc} – биомасса, смертность, соматический и генеративный P_b – коэффициенты, вылов, доля самок; доля половозрелых самок, кратность нереста, средняя плодовитость самки, доступность к вылову, масса особи и порог вылова особи i – го возрастного класса, W_0 – масса икринки; $V_{\Sigma}(t)$ – общий вылов. Величины пороговых значений вылова особей i – го возрастного класса X_i^{uc} , находятся на уровне 3-5 шт./км². Фактические поимки особей при более низких величинах крайне редки и имеют вероятность $\sim 0,08-0,11$.

Фактор корма - $f(K, X)$ определяется в следующем виде:

$$f_s(K, X, Pbs_i) = \min(1, K/(X C_b)); \quad (2)$$

где K и C_b – доступное количество корма и удельный рацион.

Смертность d_i восстанавливается на основе условия равновесия биомассы популяции

$$\sum_{i=1}^N f(K, X) Pbg_i \prod_{j=0}^{i-1} (1 - d_j) Pbs_j = NN/2, \quad (3)$$

где NN – реальное число нерестов на самку в течение жизни.

В качестве базисной функции для восстановления вида возрастного распределения смертности используется выражение:

$$d_i = d_m + (d_l - d_m) \max(1 - (i + I_0^i)/T_m, ((i + I_0^i) - T_m)/(T_l - T_m)), \quad (4)$$

$$I_0^i = \begin{cases} i & \text{if } i < T_m \\ I_0 & \text{else } 0 \end{cases}$$

где T_L – предельный возраст, T_m – возраст минимальной смертности d_m , d_e – максимальное значение смертности (обычно при T_L).

Для оценки воздействия на ихтиофауну при производстве горных работ, а также работ по обустройству Ванкорского, Тахомо-Юрубченского нефтегазовых месторождений, влияния угледобывающей промышленности, строительства Нижне-Курейской ГЭС проведены комплексные исследования рек бассейнов

Большой Хеты (2005 г.), Курейки (2008 г.), Томи (1991), Большого Пита (1988, 2001 г.), Подкаменной Тунгуски (2000-2004 гг.), Сыма (2001 г.), Чулыма (2004-2005 гг.), Агула (2003 г.), Барги (2007, 2013 гг.).

Применяемые приборы и оборудование. Пробы зообентоса отбирали дночерпателем Петерсена (площадь захвата $1/40 \text{ м}^2$) и круговым скребком Дулькейта (площадь захвата $1/9 \text{ м}^2$).

Флуориметр для измерения флуоресценции хлорофилла фитопланктона. Принцип работы прибора основан на регистрации флуоресценции хлорофилла при непрерывном освещении испытуемого образца светом заданной интенсивности и спектрального состава. Функционально оптическая часть прибора делится на систему возбуждения флуоресценции, кюветное отделение, блок фотоприемника. В систему возбуждения входят: галогенная лампа КГМН-12-20 с непрерывным широкополосным спектром излучения, параболический отражатель и система светофильтров, позволяющая варьировать спектральный состав и интенсивность возбуждающего света. Максимальная облученность пробы может достигать $180 \text{ Вт/м}^2 \text{ ФАР}$.

Комплект светофильтров обеспечивает выделение четырех спектральных участков возбуждающего света. Это достигается с помощью цветного стекла СЗС-22 и трех интерференционных светофильтров 440 ± 10 , 510 ± 7 и $540 \pm 7 \text{ нм}$. Стекло СЗС-22 толщиной 3 мм позволяет выделять свет на уровне пропускания 0,1 в диапазоне длин волн 380-600 нм. Ввод светового пучка в кюветное отделение регламентируется подвижной шторкой.

Кюветное отделение включает: рабочую кювету объемом 15 мл, магнитную мешалку, обеспечивающую активное перемешивание пробы, кюветодержатель, защитную шторку, прерывающую световой поток перед блоком фотоприемника. Блок фотоприемника, расположенный под углом 90° по отношению к возбуждающему лучу, состоит из светофильтров ПС-8 и КС-19 в извлекаемой оправе, модулятора фотоэлектронного умножителя ФЭУ-100 со спектральной чувствительностью катода до 830 нм. Чувствительность прибора по хлорофиллу составляет 0,1 мкг/л. Масса флуориметра - 12 кг, а габаритные размеры - 330x360x160 мм.

При воздействии различных экологических факторов и антропогенных загрязнителей изменяется фотосинтетическая активность фитопланктона. *Активность фотосинтетического аппарата водорослей* определяют по параметрам переменной флуоресценции (Заворуев и др., 2001). Для этого пробу природной воды помещают в кюветное отделение флуориметра и регистрируют медленную индукцию флуоресценции (рис. 2.1). После достижения стационарного уровня (F_s), в пробу добавляют ингибитор транспорта электронов - диурон в концентрации 10^{-5} М. Интенсивность флуоресценции резко возрастает и достигает максимального значения (F_m).

Коэффициент фотосинтетической активности (КФА) фитопланктона рассчитывают по формуле:

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

При неблагоприятных экологических условиях параметр F_v/F_m близок или равен нулю, а в водах, не подверженных антропогенному загрязнению и чистых лабораторных культурах, он достигает значения 0,8 (Левенко и др., 1990). В мировой и отечественной практике этот метод широко используется для исследования физиологического состояния фитопланктона и концентрации хлорофилла в различных биологических пробах (Маторин, 2000; Schreiber et al., 1988; Ostrowska et al., 2000).

Определение концентрации хлорофилла (125 операций) проводилось по калибровочной кривой, построенной для каждого водоема и сезона года. Для построения графика используется 20-30 измерений флуоресцентного сигнала, полученного после добавления диурона, и соответственно столько же измерений концентрации пигмента, определенного стандартным методом (SCOR – UNESCO, 1966). Проведено за период работ 622 измерения флуоресценции.

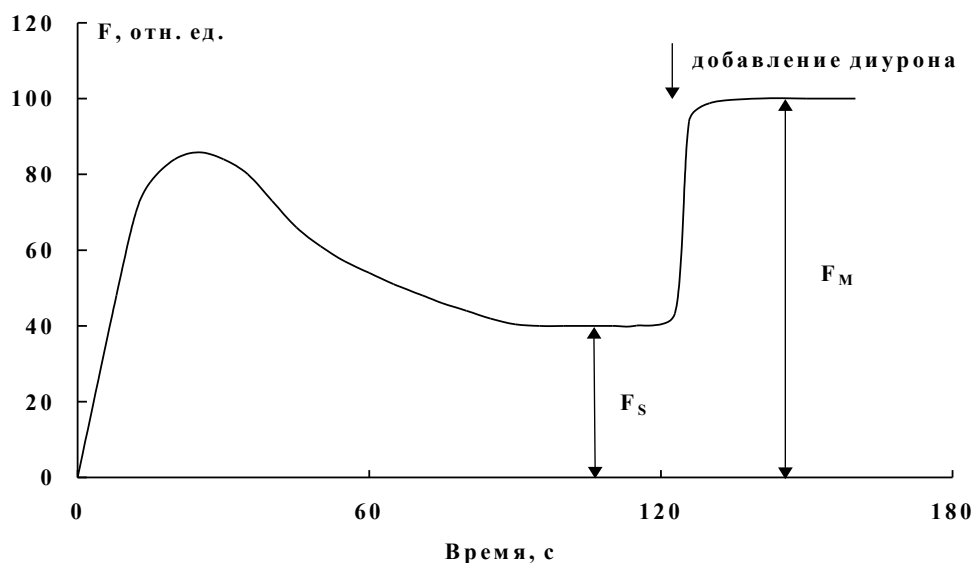


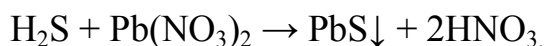
Рисунок 2.1. Изменения коэффициента фотосинтетической активности после добавления диурона

Концентрацию хлорофилла вычисляли согласно формуле, представленной в работе (Wintermans, De Mots Spectrophotometric ..., 1969):

$$C_{ХЛ} = \frac{(13.7E_{665} - 5.76E_{649}) \cdot V_E}{V_F \cdot l},$$

где E_{649} и E_{665} - поглощение экстракта на 649 и 665 нм; V_E - объем 96% этанола в мл, взятого для экстракции хлорофилла; V_F - объем профильтрованной воды в литрах; l – толщина кюветы в см.

Качественную реакцию на присутствие сероводорода в пробах воды проводили с помощью азотнокислого свинца. При наличии сульфида образовывался темно-коричневый (почти черный) осадок PbS:



Биолюминесцентный анализ основан на способности светящейся бактерии излучать свет в видимой области спектра, а также на высокой чувствительности их люминесцентной системы к действию различных веществ (анестетиков, нефтепродуктов, промышленных ядов, инсектицидов и других ингибиторов биологической активности). Эффект действия токсических веществ на биолюминесцентную систему бактерий выражается в уменьшении или, иногда, в увеличении

интенсивности свечения. Кинетика изменения свечения зависит от концентрации и природы исследуемого соединения (Заворуев, Кузнецов, 2000).

Для оценки действия на люминесценцию бактерий проб воды из рек, озер и других водоемов используется 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.

Токсичность рассчитывается по формуле:

$$P = ((\sum X_{i,o} / n) / (\sum X_{i,k} / n)) \cdot 100\%,$$

где $X_{i,o}$ и $X_{i,k}$ - величины интенсивности биолюминесценции в опыте и контроле соответственно; n - количество измерений.

О токсичности анализируемой воды судили по величине P . Вода считалась токсичной, если величина P была больше или меньше контроля на 15% (Kuznetsov et al, 1999).

В исследованиях по определению токсичности воды использовались лиофилизированные светящиеся бактерии вида *Photobacterium phosphoreum*. Кроме того, применялся микробиосенсор B17 677F и экотест, созданный на основе генетически модифицированного штамма *Escherichia coli* Z905, в который с помощью плазмиды PHL1 был встроен lux ген из *Photobacterium leiognathi* (Kuznetsov et al, 1999).

Методика биотестирования. Лيوфилизированные бактерии реанимировались в течение 30 минут при комнатной температуре. В это время к исследуемым образцам воды добавляли NaCl до конечной концентрации 3% в том случае, когда использовался препарат, изготовленный на основе *Ph. phosphoreum*, и 0.9% для препаратов на основе *E. coli*. Контролем служила дистиллированная вода с соответствующим содержанием хлористого натрия. Исследуемые растворы разливали по 1 мл в кюветы и туда же добавляли 20 мкл лиофилизированных бактерий. Каждую пробу анализировали в 3-5 - кратной повторности.

Для инкубации икры осетровых рыб применялись: инкубатор «Осётр» (Белоярский рыбоводный завод); инкубационное устройство собственной конструкции с применением ультрафиолетового облучения для подавления сапролегнии (рыбоводное хозяйство ПО КХК «Енисей»); инкубационное устройство собственной конструкции для инкубации икры осетровых и других рыб (Заделенов, Ягин, 2000). Икру нельмы инкубировали в аппаратах Вейса, рыбу подращивали в бассейнах ИЦА-2 площадью 4 м², емкостях силосного типа объемом 7 и 17 м³.

Общая схема исследований представлена на рис. 2.2



Рисунок 2.2. Схема исследований

Температура воды и концентрация растворенного кислорода измерялись термооксиметрами Хориба У-7 (1986-1996 гг.) КИТ-1 (1997-2007 гг., 2010-2014 гг.). Массу молоди в процессе роста определяли по результатам отбора материала из опытных бассейнов и взвешиванию каждого экземпляра на торсионных весах ВТВ-400 и ВЛКТ-500 один раз в 5 суток. Измерения длины рыб проводили

штангенциркулем с точностью до 0,1 мм, массу рыбы определяли при помощи медицинских весов (погрешность – ± 2 г), настольных электронных весов «Штрих АС» (погрешность - ± 2 г), аптечных весов (погрешность - $\pm 0,01$ г)

Определение возраста рыбы проводилось по чешуе, шлифованным спилам маргинальных лучей, отолитам с помощью бинокулярного микроскопа МБС-1, МБС-10.

Материалы исследований. За время работ собраны и обработаны материалы, вид и количество которых представлено в табл. 2.1.

Таблица 2.1.Объём исследований

Наименование показателей	Период исследований	Кол-во материала
Температура воды	1985-2008, 2010-2013	2160
Концентрация кислорода	1985-2008, 2010-2013	1260
Биоанализ рыбы	1985-2014	23790
Морфометрия рыб	1985-2006, 2013-2014	920
Плодовитость рыб	1989-2014	1750
Определение возраста рыб	1985-2014	23790
Питание рыб	1985-2007, 2013-2014	478
Получение икры осетра, тыс. шт.	1985-2003	6570
Получение икры стерляди, тыс. шт.	1985-2003, 2012	4950
Получение икры нельмы, тыс. шт.	1992-1999, 2006	1897
Получение икры хариуса, тыс. шт.	2001, 2003, 2010-2014	970
Получение икры тайменя, тыс. шт.	2010-2013	501
Получение икры ленка, тыс. шт.	2010-2013	85
Навеска молоди, экз.	1985-2006	3375
Этапы развития молоди	1985-1997	450
Зоопланктон	1990-2014	608
Зообентос	1987-2014	773
Фитопланктон	2001-2007, 2013-2014	401
Микрофитоперифитон	2001-2007, 2013-2014	121
Флуоресценция	2003-2005	622
Концентрация хлорофилла	2003-2005	125

На рыбоводном хозяйстве НПК ФГБНУ «НИИЭРВ» разработана биотехнология формирования ремонтно-маточного стада енисейских осетровых в условиях индустриального выращивания и сформировано опытное ремонтно-маточное стадо енисейских осетровых. Продукционное стадо сибирского осетра

на 27.11.2014 г. состоит из 210 экз. массой 3760 кг; стерляди – 671 экз. массой 2518 кг.

Разработана биотехнология формирования ремонтно-маточного стада нельмы в условиях индустриального выращивания. К началу 2008 г. опытное ремонтное стадо нельмы состоит из 250 особей 2002 г. рождения общей массой около 1000 кг.

3. Водные объекты региона как среда обитания рыб в конце XX - начале XXI века

По климатическим условиям всю исследованную территорию условно можно разделить на три зоны: заполярную или северную – от побережий Северного Ледовитого океана до Полярного круга (Таймырский полуостров); центральную, включающую территорию от Полярного круга до широты р. Ангары; южную – от Ангары до границы с Монголией.

Северная зона наиболее обширна и почти сплошь представлена арктической тундрой, лишь только на южной части ее начинается лесотундра. Побережья Карского моря и моря Лаптевых изрезаны многочисленными бухтами и заливами, среди которых своими размерами выделяются Енисейский, Пясинский, Таймырский, Хатангский (Кириллов, 1970).

В области многолетней мерзлоты, располагаются наиболее ценные для рыбной промышленности рыбопромысловые водоемы: Нижний Енисей, дельта, губа с горлом, бассейны рек Пясины, Хатанги и Таймыры и многие другие реки с притоками, являющиеся основными нерестово-выростными и нагульными площадями наиболее ценных промысловых рыб – осетра, нельмы, омуля, ряпушки, сига, муксуна и других. На Таймырском полуострове сосредоточено большое количество озер разных по площади, глубинам, продуктивности, населенные высокоценными лососевыми и сиговыми рыбами, созданы Курейское и Усть-Хантайское водохранилища (Михалев, 1989).

Центральная зона представляет собой лесотундру в северной части и тайгу – в южной части. Рыбопромысловых водоемов значительно меньше. К ним принадлежат реки: Енисей – от Туруханска до Ангары, его притоки на этом участке: Турухан, Нижняя и Подкаменная Тунгуски, Сым, Кас, Елогуй и другие. В ихтиофауне этих бассейнов рек преобладают: хариус, ленок, таймень, щука, окунь, елец и налим. Осетровые и сиговые сохраняют свое значение и продолжают составлять значительную часть годового улова.

В южной зоне, включающей реки: Енисей – от Ангары до верховьев, Мана, Кан, Чулым и Кеть, водохранилища – Красноярское, Берешское, Саяно-Шушенское и Майнское. В водоемах зоны обитают преимущественно малоценные промысловые рыбы: щука, плотва, елец, карась и окунь. В горных реках (Сисим, Ус, Агул и др.) наибольшей численности достигают лососевидные рыбы – хариус, ленок, таймень (Подлесный, 1958; Вышегородцев, Заделёнов, 2013).

Большие скорости течения, низкие температуры, каменистые, песчаные и каменисто-галечные грунты, заболоченность водосборной площади левобережных и скалистые грунты правобережных притоков не содействуют накоплению биогенных веществ, укоренению и развитию высшей и низшей водной растительности и формированию кормовой базы для рыб в руслах рек. В речной системе промысел рыбы ведется главным образом в Нижнем Енисее и низовьях (дельта, губа) Енисея и в его притоках – Турухане, Ангаре. В других реках лов рыбы осуществляется лишь на расстоянии 30-50 км от устья. Остальные участки их русел из-за низкой рыбопродуктивности промыслом не охвачены.

3.1. Рыбохозяйственный фонд пресноводных водоемов

Водный фонд внутренних пресноводных водоемов Красноярского края включает в себя 20555 рек и речек общей протяженностью 537257 км (длиной 10 км и более), водохранилища, общая площадь которых 5190 км², 316687 озер общей площадью 48 тыс. км² (Гос. водный кадастр, 1962-1990).

Подавляющее большинство слагающих водный фонд водоемов имеет рыбохозяйственное значение только в широком смысле этого понятия – как регуляторы водного стока, как выростные площади для молоди или как нерестовые угодья. Степень практического рыбохозяйственного значения определяется в итоге продуктивностью водоема, его географическим положением, а также доступностью для организации на них промысла.

Реки. Основу речного фонда составляют бассейны рр. Енисея, Таймыры, Пясины, Хатанги и Оби (Кеть, Чулым, Томь).

Густота речной сети повышается от 0,28 км/км² на юго-западе до 0,35 – 0,59 на юге и до 0,6 – 1,1 км/км² - на севере Таймырского п-ва.

Р. Енисей и его притоки – рр. Ангара, Хантайка, Курейка претерпели большие изменения в связи с зарегулированием и гидростроительством.

Протяженность р. Енисея (от истока р. Бий-Хем) составляет 4092 км, годовой объём стока в устье - около 600 км³ в год, площадь водосбора бассейна – 2251 тыс. км². Высокие скорости течения и преобладание стока из горно-таёжных районов с бедными почвами, слабое развитие поймы, вечная мерзлота определяют относительно низкую биологическую продуктивность реки. В настоящее время на Енисее и его притоках образовано 6 крупных водохранилищ (Бахтин, 1980; Ершова, 1980; Заделенов и др., 2008; Вышегородцев, Заделёнов, 2013).

Ионный состав вода в бассейне Енисея характеризуется присутствием ярко выраженной гидрокарбонатной группы (39,1-193,0 мг/л) и ионов кальция (7,8-43,3 мг/л). Содержание растворённого в воде кислорода – от 6,5 до 14,6 мг/л (О состоянии окружающей природной..., 2000, 2008, 2013).

Бассейн р. Пясины с Норильской озерно-речной системой занимает площадь 192 тыс. км² и располагается полностью за полярным кругом.

Бассейн р. Таймыры включает в себя свыше 22 тыс. водотоков, среди которых длиной свыше 100 км – 29, общая их протяженность – 5,5 тыс. км.

К бассейну Хатанги относятся около 35 тыс. рек и ручьев, среди них длиной более 100 км всего около 55 общей протяженностью 10,8 тыс. км, речная сеть побережья Хатангского залива включает свыше 17 тыс. водотоков (из них лишь 6 рек длиной более 100 км общей протяженностью 1,1 тыс. км).

Промысловая продуктивность северных рек колеблется в пределах от 1 до 3 кг/км. Наиболее продуктивны крупные реки, среди них выделяются имеющие развитый эстуарий, текущие с юга, имеющие густую сеть притоков (Андриенко и др., 1989).

Озера. Рыбохозяйственный озерный фонд включает 290 озер акваторией 11978 км², из них к основному рыбохозяйственному фонду относится 124 озера

площадью 9099,5 км²; 83% этой акватории расположено в Заполярье, 3,7% - в Республике Тыва и лишь 2,9% - на юге Красноярского края.

В бассейне р. Чулыма рыбохозяйственное значение имеют озера Ужурской группы, включающей в себя 13 озер общей площадью 12,4 тыс. га (Андриенко и др., 1978, 1989; Вышегородцев, Заделёнов, 2013).

В основной рыбопромысловый фонд бассейна р. Пясины входят 45 озер площадью более 10 км² общей акваторией 2,4 тыс. км².

Озерный фонд бассейна р. Таймыры включает 16,5 тыс. озер общей площадью 7,7 тыс. км². Количество озер с площадью от 5 км² и более составляет 50 общей площадью 6,2 тыс. км², наиболее крупное озеро бассейна – Таймыр - имеет площадь 4560 км².

Озерный фонд бассейна р. Таймыры составляют около 93 тыс. пойменных и материковых озер. Наиболее крупное - озеро Лабаз (470 км²).

Промысловая рыбопродуктивность, определяемая географическим положением, наиболее высока для озер юга края (10 – 40 кг/га, у некоторых – до 100 кг/га), минимальная – в Заполярье (1 – 2 кг/га) (Андриенко и др., 1989).

Водохранилища. Все крупные водохранилища расположены на Енисее (Саяно-Шушенское, Красноярское) или его притоках: на р. Ангаре - Богучанское, на р. Курейке - Курейское, на р. Хантайке – Усть-Хантайское. Все водохранилища отличаются большой протяженностью, большими глубинами и значительной сработкой уровня в осенне-зимний период. Это - холодноводные, олиготрофные водоемы с признаками мезотрофии (Андриенко и др., 1989; Вышегородцев, Заделёнов, 2013).

Красноярское водохранилище создано на р. Енисее в 1967-1970 гг., площадь при НПУ 243 м - 2 тыс. км², полный объем – 73,3 км³, сработка - 12 м. Продуктивность Красноярского водохранилища 2-2,5 кг/га.

Саяно-Шушенское водохранилище (наполнено в 1989 г.) имеет протяженность при НПУ 313 км, при УМО - 248 км, его средняя ширина - 1,98 км, площадь – 621 км², полная емкость – 31,3 км³, в том числе полезная – 15,3 км³, сработка уровня воды на 40 м происходит в осенне-зимний период.

Майнское водохранилище отличается сравнительно небольшими размерами и создано как контррегулирующее при Саяно-Шушенском гидроузле. Его площадь при НПУ (326 м) равна 11,5 км², при УМО (319 м) – 8,5 км².

Богучанское водохранилище образовано строительством плотины Богучанской ГЭС на р. Ангаре в пределах Усть-Илимского района Иркутской области и Кежемского района Красноярского края между 58–59° с. ш. и 98–103° в.д.

Это четвертое в каскаде Ангарских водохранилищ. По размерам Богучанское водохранилище относится к «крупным» водоемам, площадь водного зеркала при НПУ 208,0 м составит 2326 км², полный объем – 58,2 км³.

Усть-Хантайское водохранилище наполнено в 1977 гг. Площадь – 2,12 тыс. км² (при НПУ 60 м) при зимней сработке сокращается почти вдвое. Протяженность при полном объеме – 160 км. Промысловая продуктивность водохранилища достигает 1,5 – 2,0 кг/га.

Курейское водохранилище заполнялось в 1987-1989 гг. Протяженность водохранилища – 170 км, площадь водного зеркала при НПУ равном 95 м – 558 км², при УМО равном 75 м – 211 км². Объем в проектном режиме составляет 9,96 км³. полезный – 7,2 км³. Водохранилище характеризуется высокой проточностью: водообмен происходит за 16 месяцев. При зимней сработке объем водных масс уменьшается более чем в три раза.

Создание каскада ГЭС на Ангаре и Енисее коренным образом изменило гидрологический режим этих рек. Регулирование сбросов воды в нижние бьефы Ангаро-Енисейских (Иркутское, Братское, Усть-Илимское, Богучанское, Саяно-Шушенское, Майнское и Красноярское) водохранилищ, а также заполнение их верхних бьефов в режиме, выгодном для гидроэнергетики, явилось причиной негативных последствий для рыбного хозяйства указанных водоемов.

Изменения в ихтиоценозе за время существования водохранилищ Ангаро-Енисейского каскада носили, в основном, деструктивный характер: снизилось видовое разнообразие рыб, значительно упростилась структура ихтиоценоза - из него практически выпало трофическое звено хищников, играющее в экосистеме важную регуляторную роль. Абсолютное доминирование по численности получи-

ли виды рыб, занимающие сходные экологические ниши. При отсутствии прессы хищников лещ и окунь превысили свою оптимальную численность, что привело к ухудшению их биологических показателей и подрыву кормовой базы рыб (Чупров и др..., 2001; Заделенов и др., 2008; Вышегородцев, Заделёнов, 2013).

Водоем-охладитель Березовской ГРЭС (Берешское водохранилище) создан зарегулированием стока реки Береш в районе впадения в нее рек Базыра и Кадата. Верхняя часть бассейна р. Береш находится в юго-восточной части Кузнецкого Алатау, средняя и нижняя части – на территории Енисейско-Чулымской котловины.

Створ гидроузла ГРЭС расположен в суженной части долины реки Береш, в бывшей верхней части Кадатского водохранилища, которое было создано в 1958 г. зарегулированием стока р. Береша. Наполнение водохранилища началось в августе 1986 г.

Характер регулирования стока сезонный. Уровень воды в водохранилище регулируется сбросом в нижний бьеф через р. Береш. Сброс воды осуществляется через водосливную плотину и через донные водовыпуски. Предусмотрены попуски воды в нижний бьеф с общим расходом, соответствующим естественному стоку – около $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Водообмен в водохранилище в маловодные годы происходит всего один раз в год.

В зимние периоды в результате теплового сброса в водоеме-охладителе образуется полынья, которая простирается от устья сбросного канала, захватывая частично акваторию верховьев рек, середину водоема вплоть до водозабора ГРЭС. Акватория устья р. Кадата не замерзает из-за теплового сброса сточных вод очистных сооружений г. Шарыпово. Температура здесь в зимние периоды постоянно составляет около 4°C .

В целом по водоему тепловой сброс вызывает повышение температуры воды в более ранние сроки весной и в более поздние сроки осенью, что приводит к увеличению сроков вегетационного периода (Оценка современного состояния..., 2006).

3.2. Антропогенное воздействие на природные воды

Водохозяйственное использование природных вод. В водохозяйственных целях интенсивно используется только в Красноярском крае только 170 водотоков. Кроме того, для целей горнодобывающей промышленности используются большое число малых рек и водотоков, длина которых менее 10 км (не учтены в общем списке).

Около 25 рек (Енисей, Нижняя и Подкаменная Тунгуски, Большой Пит и др.) используются для судоходства с общей протяженностью судоходных путей более 9500 км.

Длина водных путей, используемых для лесосплава – 2452 км. Объем сплаваемой древесины в 2007 г. составил 877 тыс. м³, до 90-х годов прошлого века эта величина была в разы выше.

К 2012 г. количество учтенных водопользователей составило 513 единиц, которые забрали на различные нужды 2529 млн.м³ из естественных источников (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Использование свежей воды в Красноярском крае, млн. м³

Направление использования	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Свежей воды, всего	2253	2508	2545	2630	3017	2455	2296	2218	2349
Производственные нужды	1892	2169	2147	2258	2647	2082	1920	1735	1902
Хозяйственно-питьевые нужды	199	168	212	205	206	210	208	275	244
Сельскохозяйственные нужды	9	9	9	8	7	8	7	7	5
Другие нужды	153	163	177	159	157	162	151	202	197

В водные объекты региона в 2012 г. сбросили 426 млн. м³ загрязненных сточных вод, без очистки – 42 млн. м³, недостаточно очищенных – 383 млн. м³, нормативно-чистых – 1658 млн. м³, нормативно-очищенных – 50 млн. м³ (табл. 3.2) (О состоянии окружающей среды..., 2013).

Необходимо отметить, что количество предприятий, состоящих на учёте по использованию воды, сократилось с 1323 до 513. В начале 90-х годов, объём

сброса сточных вод был ещё больше и превышал величину 2 млн. м³. Содержание биогенных элементов достигло: азота нитритного 8,0 ПДК, азота аммонийного – 1,2 ПДК, азота нитратного – 1,0 ПДК (О состоянии окружающей..., 2000).

Таблица 3.2. Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты, млн.м³

Показатели	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Общий сброс, всего	2135	2424	2423	2531	2905	2338	2172	1997	2134
Нормативно-чистые (без очистки)	1648	1978	1910	2031	2369	1834	1683	1501	1658
Загрязненные недо- статочно очищенные	396	357	413	393	427	407	399	405	383
Загрязненные (без очистки)	39	38	50	56	54	46	45	44	42
Нормативно- очищенные	53	52	51	51	55	51	44	48	50

Загрязнение природных вод. Бассейн Оби. Наибольшие антропогенные нагрузки из притоков р. Оби приходятся на р. Чулым. Уровень загрязненности воды р. Чулым. Величина удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) колебалась в последние годы в пределах 4,50-5,06. Вода р. Чулыма и его бассейна характеризовалась как «грязная» и относится к 4 классу, разряд «а» (О состоянии и охране..., 2013).

Бассейн Енисея. Вода р. Енисей характеризуется как «очень загрязненная», «грязная» и «загрязненная», относится к 3 классу, разряд «а». «б» и 4 классу, разряд «а».

Величина УКИЗВ изменялась в пределах 2,23-3,83. Основной вклад в загрязнение здесь вносят соединения меди и нефтепродукты.

Притоки Верхнего Енисея. Величина удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) колебалась в последние годы в пределах 3,69-5,0. Вода рек характеризовалась как «очень загрязненная» и «грязная» и относится к 3

классу, разряд «б» и 4 классу разряд «а» (О состоянии окружающей среды..., 2013).

Притоки Среднего Енисея. Величина удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) колебалась в последние годы в пределах 3,21-5,74. Вода рек характеризовалась как «очень загрязненная» и «грязная» и относится к 3 классу, разряд «б» и 4 классу разряд «а».

Притоки Нижнего Енисея. Вода притоков Нижнего Енисея относится к 4 классу, разряды «а» и «б» и характеризуется как «грязная» (О состоянии окружающей среды..., 2013).

Таким образом, практически все водные объекты на изучаемой территории 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), а, следовательно, токорезистентность (устойчивость к токсичным элементам) этих экосистем (Моисеенко, 1997, 2001, 2005). Вследствие этого наиболее тонким показателем, характеризующим качество воды, являются структурно-функциональные характеристики донных сообществ. Поэтому необходимо охарактеризовать качество воды именно с этих позиций.

3.3. Гидробиологическая характеристика исследуемых водных объектов

Река Большой Пит. Фитопланктон бассейна р. Б. Пит. Сообщества фитопланктона и микрофитоперифитона исследуемого района бассейна р. Б. Пит представлены 89 внутривидовыми и видовыми таксонами водорослей из 6 отделов. Наиболее многочисленны по видовому разнообразию диатомовые (42 вида и разновидности) и зеленые водоросли (27 видов).

Сообщества фитопланктона правобережных станций р. Б. Пит характеризуются большим количеством таксонов (в среднем 15), чем левобережных станций (в среднем 11). Ниже впадения р. Пенченги отмечено наименьшее количество

таксонов водорослей (5 таксонов) с очень большим количеством мелкой терригенной взвеси, происхождение которой объясняется гидромониторной разработкой россыпного месторождения золота. Количество водорослей в единице биомассы (млн. кл./мг) составляло 0,18, в то время как для других станций с левого берега эти значения были в пределах 0,89-2,68 млн. кл./мг (табл. 3.3).

Коэффициент общности видового состава фитопланктона и микрофитоперифитона на исследуемом участке составлял 0,18-0,50, что указывает на достаточно высокую разнородность этих двух ценозов, связанную со сносом микрофитоперифитона с предыдущего участка на последующий. Коэффициент видового сходства фитопланктона и микрофитоперифитона для всего участка исследования составлял 0,49.

Таблица 3.3. Общее количество видов (n), количество клеток в единице веса (N_1 , млн. кл./мг), индекс сапробности (ИС) и индекс Шеннона (H) фитопланктона на различных станциях в бассейне р. Б. Пит

Номера станций	n	N_1	ИС	H
1	16	0,74	0,52	2,37
2	19	5,81	0,69	3,09
3	11	3,39	1,93	2,62
4	11	2,13	1,07	2,44
5	12	2,68	1,12	1,72
6	5	0,18	1,47	1,65
7	16	0,82	1,66	2,57
8	9	0,89	1,45	1,70
9	17	1,89	1,67	3,46
10	17	1,07	1,84	2,56

Высокие значения индекса Шеннона (2,37-3,46), рассчитанного для фитопланктона исследуемого участка р. Б. Пит, обусловлены равноценным вкладом всех видов в общую биомассу и характеризуют фитопланктонное сообщество реки как устойчивое (табл. 3.3).

Определяющими видами в фитопланктоне по биомассе были крупные формы следующих родов: *Synedra*, *Navicula*, *Cymbella*, *Spirogira*. Значительная часть встреченных видов относятся к бентосным, эпифитным и литоральным формам.

Значения биомассы изменялись в пределах от 0,05 мг/л до 1,22 мг/л). Если по численности на отдельных станциях доминировали синезеленые водоросли, то по биомассе на большинстве станций – диатомовые при их относительном значении в биомассе от 37 % до 94 %.

Значения индекса сапробности вдоль правого берега в р. Чиримба, на участке выше устья р. Чиримбы и на левом берегу в районе порога были низки, соответственно качество воды определялось как β - α -олигосапробная зона, 2 класс качества, чистая. Вода удовлетворительной чистоты, 3 класса качества β -мезосапробная характерна для 4-х станций: 4 – правый берег р. Б. Пит выше впадения р. Чиримба, 6 – левый берег ниже устья р. Пенченги, 7 – правый берег в районе порогов и 10 – левый берег в районе п. Брянка (табл. 3.4).

Таблица 3.4. Распределение водорослей-индикаторов сапробности (в % от общего количества индикаторных видов) в бассейне р. Б. Пит

Станция	Водоросли-индикаторы сапробности			Всего β - α -р (% от общего числа)	Всего (% от общего числа)
	α - β	β	β - α -р		
1	38	24	38	50	81
2	18	18	64	47	58
3	17	17	66	73	50
4	29	36	35	46	88
5	29	14	57	42	78
6	-	33	67	60	60
7	12	44	44	63	82
8	29	36	35	56	82
9	29	14	57	59	64
10	29	21	50	59	82
Для всех станций	31	33	36	46	67

Эколого-санитарное качество воды водоема определяется присутствием водорослей-индикаторов сапробности с различными показателями сапробного индекса. Количество β - α -р сапробных видов водорослей является показателем на загрязненность водоема в классе качества воды выше 3.

Микрофитоперифитон бассейна р. Б. Пит. Видовой состав микрофитоперифитона представлен 67 таксонами водорослей, входящих в состав 6 отделов.

Наиболее многочисленны по видовому разнообразию диатомовые (33 вида и разновидности) и зеленые (24 таксона) водоросли, из зеленых водорослей - конъюгаты (12 таксонов).

На станциях, где основную часть биомассы составляли 1-2 вида, индекс Шеннона имел низкие значения (0,03-0,55). При высоких значениях индекса Шеннона (2,32-3,14) равноценный вклад в биомассу вносило несколько видов (табл. 3.5, 3.6). Значения биомассы изменялись в пределах от 1,66 г/м² до 1172 г/м².

Эколого-санитарное качество воды определяется количественным присутствием водорослей-индикаторов сапробности с различными показателями сапробного индекса.

Таблица 3.5. Общее количество видов (n), индекс сапробности (ИС) и индекс Шеннона (Н) микрофитоперифитона на различных станциях в бассейне р. Б. Пит

Станция	N	ИС	Н
1	29	1,41	2,57
2	15	1,6	0,55
3	11	2,04	0,27
4	9	1,59	0,42
5	17	1,77	2,09
6	16	2,22	2,32
7	13	1,62	0,03
8	20	1,56	0,13
9	14	2,03	0,05
10	20	2,11	3,14

Общее значение индекса сапробности для каждой пробы зависит от вклада каждого вида-индикатора сапробности в общую численность. Качество воды, определяемое по значениям индекса сапробности, рассчитанных по вкладу видов-индикаторов сапробности микрофитоперифитона для всего участка, характеризуется 3 классом качества, удовлетворительной чистоты β-мезосапробная (табл. 3.7).

Таблица 3.6. Распределение численности (N , млн. кл./м²), биомассы (B , г/м²) разных групп водорослей микрофитоперифитона в бассейне р. Б. Пит

Станция	N , млн.кл./м ²					B , г/м ²				
	Сине-зеленые	Диатомовые	Зеленые	Прочие	Общее	Сине-зеленые	Диатомовые	Зеленые	Прочие	Общее
1	306	381	118	14	819	0,06	1,22	0,38	0,0001	1,66
2	12	150	42	0,00	204	0,0001	0,45	313	0,00	313
3	0,00	612	292	0,00	904	0,00	0,30	38	0,00	38
4	0,00	1192	205	226	1623	0,00	4,73	626	0,17	631
5	0,75	160	47	0,00	208	195	0,85	0,0001	0,00	196
6	0,00	500	6	0,00	506	0,00	1,53	0,36	0,00	1,89
7	2	78	211	0,00	291	313	0,06	0,94	0,00	314
8	0,26	1413	950	0,00	2363	1158	10	4	0,00	1172
9	0,00	1644	103	0,00	1747	0,00	2,27	625	0,00	627
10	17	3048	205	0,00	3270	0,003	2,00	0,14	0,00	2,14

Примечание: в «прочие» вошли виды групп Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta

Из всех станций из этого класса качества чистоты выделяется только ст. 1 ниже устья р. Вангаш (1,41, 2 класс качества, чистая, α -олигосапробная) (табл. 3.4).

Таблица 3.7. Распределение водорослей-индикаторов сапробности (в % от общего количества индикаторных видов) в бассейне р. Б. Пит

Станция	Водоросли-индикаторы сапробности			Всего β - α -р (% от общего числа)	Всего (% от общего числа)
	α -о- β	β	β - α -р		
1	30	28	42	47	66
2	42	8	50	39	67
3	14	14	72	50	58
4	50	12	38	40	80
5	33	27	40	48	71
6	21	36	43	69	88
7	27	9	64	57	79
8	24	29	47	65	85
9	25	33	42	60	80
10	30	35	35	52	74
Для всех станций	34	40	26	42	63

Таким образом, даже общее небольшое количество β - α -р-сапробных видов в составе сообщества могут обеспечить большое значение индекса сапробности в случае присутствия этих видов в значительном количестве по численности отно-

сительно общей численности, что и наблюдается в нашем случае с микрофитоперифитоном.

Зообентос бассейна р. Б. Пит. 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.

Зообентос исследованного участка бассейна р. Б. Пит представлен 63 видами и формами донных животных. Невысокие показатели численности и биомассы зообентоса можно объяснить вылетом большинства воздушных насекомых, личиночные стадии которых живут и развиваются в воде. По разным станциям эти показатели имели значительные колебания (рис. 3.1). Численность изменялась от 159 экз./м² (ст. 2) до 793 экз./м² (ст. 1), биомасса – от 1,7 г/м² до 8,8 г/м².

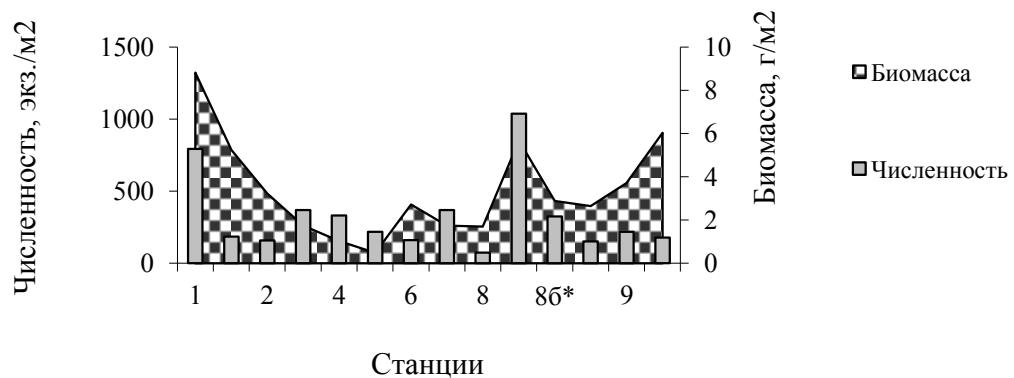


Рисунок 3.1. Численность и биомасса зообентоса бассейна р. Б. Пит, 2001 г.

Река Сым. Фитопланктон реки Сым. Фитопланктон и микрофитоперифитон исследуемого участка р. Сым (от устья до 290 км) представлен 66 внутривидовыми и видовыми таксонами водорослей из 7 отделов. Наиболее многочисленны диатомовые водоросли (35 таксонов), синезеленые и зеленые составляли 9 и 12 таксонов соответственно.

По числу таксонов в составе фитопланктона р. Сым доминировали диатомовые водоросли – 18 таксонов из 36. Количество таксонов водорослей на исследуемом участке изменялось незначительно (табл. 3.8).

На ст. 1 количество клеток (млн. кл./мг) было самым высоким и составляло 35,5 млн. кл./мг, что обусловлено присутствием в пробе мелких клеток *Oscillatoria limnetica*. На остальных станциях количество водорослей в единице биомассы находилось в пределах 0,99-2,32 млн. кл./мг.

Коэффициент видового сходства фитопланктона и микрофитоперифитона для всего участка исследования достаточно низкий - 0,33.

Таблица 3.8. Общее количество видов (n), количество клеток в единице веса (N_1 , млн. кл./мг), индекс сапробности (ИС) и индекс Шеннона (Н) фитопланктона на различных станциях в р. Сым

Станция	n	N_1	ИС	Н
1	13	35,5	1,14	3,08
2	15	1,35	1,08	2,83
3	16	2,32	0,69	3,34
4	21	0,99	0,98	2,39

Таблица 3.9. Распределение численности (N, тыс. кл./л), биомассы (В, мг/л) разных групп водорослей в р. Сым

Станция	N, тыс.кл./л					В, мг/л				
	Сине-зеленые	Диа-томо-вые	Зеле-ные	Про-чие	Общ-ее	Сине-зеленые	Диа-томо-вые	Зеле-ные	Про-чие	Общ-ее
1	854	95	138	476	1563	0,008	0,005	0,007	0,02	0,04
2	41	39	5	23	108	0,003	0,06	0,00	0,02	0,08
3	82	14	1	34	130	0,006	0,03	0,00	0,02	0,06
4	87	35	32	50	204	0,004	0,18	0,001	0,03	0,21
Процент вклада основных групп водорослей в биомассу										
1	58	1	9	32		19	12,0	17,0	52	
2	38	36	4	21		3	73,1	0,1	23	
3	62	11	1	26		10	60,9	0,1	29	
4	43	17	16	25		2	85,7	0,3	12	

Примечание: в «прочие» вошли виды групп Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta

Высокие значения индекса Шеннона (2,39-3,34), определенные для сообществ фитопланктона большинства станций, обусловлены равноценным вкладом всех видов в общую биомассу.

Значения биомассы фитопланктона в реке низкие, изменяются в пределах от 0,04 мг/л до 0,21 мг/л. Как видно из таблицы 3.9, основной вклад в численность вносили синезеленые водоросли, составляя 38-62%, а в биомассу - диатомовые.

Значения индекса сапробности низкие, качество воды классифицируется следующим образом: β - α -олигосапробная зона, 2 класс, чистая.

Эколого-санитарное качество воды для отдельных станций определяется присутствием водорослей-индикаторов сапробности с различными показателями сапробного индекса (табл. 3.10).

Таблица 3.10. Распределение водорослей-индикаторов сапробности (в % от общего количества индикаторных видов) в р. Сым

Станция	Водоросли-индикаторы сапробности			Всего β - α -р (% от общего числа)	Всего (% от общего числа)
	α -о- β	β	β - α -р		
1	14	57	29	46	54
2	30	50	20	47	67
3	30	30	40	44	63
4	27	40	33	52	71
Для всех станций	23	46	31	53	68

Для всего фитопланктонного сообщества исследуемого участка р. Сым процент β - α -р-сапробных видов водорослей был низким, их численность в пробах также низка.

Микрофитоперифитон реки Сым. Видовой состав микрофитоперифитона представлен 42 таксонами водорослей из 5 отделов. Наиболее многочисленны по видовому разнообразию диатомовые водоросли (22 таксона), синезеленые и зеленые насчитывали по 7 и 9 таксонов соответственно.

Значения индекса Шеннона – 1,34 и выше, так как вклад в биомассу определяли несколько видов водорослей (табл. 3.11). Значения биомассы изменялись в пределах от 0,26 г/м² до 314 г/м² (табл. 3.12).

Таблица 3.11. Общее количество видов (n), количество клеток в единице веса (N_1 , млн. кл/мг), индекс сапробности (ИС) и индекс Шеннона (H) микрофитоперифитона на различных станциях в бассейне р. Б. Пит

Станция	N	N_1	ИС	H
1	17	0,59	1,58	2,97
2	21	-	2,34	1,34
3	15	-	2,37	1,63
4	20	1,04	1,12	2,08

Таблица 3.12. Распределение численности (N , млн. кл./м²), биомассы (B , г/м²) разных групп водорослей микрофитоперифитона в р. Сым

Станция	N , млн.кл./м ²					B , г/м ²				
	Сине-зеленые	Диатомовые	Зеленые	Прочие	Общее	Сине-зеленые	Диатомовые	Зеленые	Прочие	Общее
1	81	174	10	0,00	265	0,007	0,22	0,03	0,00	0,26
2	0,00	4504	76	0,00	4580	0,00	86	78	0,00	164
3	663	709	31	7,8	1411	104	106	104	0,01	314
4	235	459	0,71	8,6	703	0,01	1,18	-	0,006	1,20
Процент вклада основных групп водорослей в биомассу										
1	30	66	4	0		3	86	11	0	
2	0	98	2	0		0	52	48	0	
3	47	50	2	1		33	34	33	0	
4	33	65	0	2		1	99	0	0	

Примечание: в «прочие» вошли виды групп Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta

Значения индекса сапробности, рассчитанные по вкладу видов-индикаторов сапробности микрофитоперифитона определяли качество воды следующим образом: 3 класс качества, удовлетворительной чистоты β -мезосапробная. Число β - α -р сапробных видов водорослей на этих станциях составляло более 50% (табл. 3.13).

Зообентос р. Сым. Для изученного участка реки Сым характерны подвижные песчаные грунты, сильно меандрирующее однорукавное русло в широкой развитой пойме, вследствие чего зообентос развит слабо как в качественном, так и в количественном отношении. Большая часть зообентоса развивается на древесном субстрате, лежащем на дне реки.

В р. Сым обнаружено 16 видов и форм донных беспозвоночных, из них хирономид - 6, ручейников и олигохет - по 2, веснянок, моллюсков, двукрылых, мокрецов, клещей и мошек - по 1 виду. Значения численности (N) зообентоса колебались от 100 экз./м² до 7805 экз./м², биомассы (В) - от 0,8 г/м² до 53,0 г/м².

Таблица 3.13. Распределение водорослей-индикаторов сапробности (в % от общего количества индикаторных видов) в р. Сым

Станция	Водоросли-индикаторы сапробности			Всего β-α-р (% от общего числа)	Всего (% от обще- го числа)
	х-о-β	β	β-α-р		
1	31	46	23	53	76
2	25	30	45	63	83
3	25	44	31	67	89
4	28	57	14	50	70
Для всех станций	32	39	29	49	72

Оценка качества воды в бассейнах рр. Б. Пит и Сым по гидробиологическим показателям. Состояние биоценозов зообентоса исследуемых рек бассейна р. Б. Пит и р. Сым оценивалось по совокупности показателей (табл. 3.14).

Таблица 3.14. Численность (N, экз./м²), биомасса (В, г/м²) зообентоса, показатели качества воды (Н – индекс видового разнообразия Шеннона, БИ – биотический индекс Вудивисса) водотоков бассейна р. Б. Пит, р. Сым, 2001 г.

Станции отбора проб	N	В	Н	БИ
Бассейн р. Б. Пит				
1	793	8,8	3,43	8
1a*	186	5,2	2,42	5
2	159	3,2	3,32	8
3	370	1,7	2,91	6
4	331	1,0	1,97	5
5	218	0,5	2,04	5
6	160	2,7	2,00	4
7	370	1,7	2,35	6
8	73	1,7	2,66	6
8a*	1038	5,7	3,10	6
8б*	324	2,9	3,53	7
8в*	152	2,7	3,29	6
9	218	3,7	3,96	8
10	179	6,0	2,88	7
р. Сым				
1	7805	53,0	1,39	4
2	240	0,1	2,40	4
3	271	1,4	2,16	3
4	100	0,1	1,39	3

Ранговая оценка качества воды по большинству станций в водотоках бассейна р. Б. Пит с учетом индекса сапробности фитопланктона и микрофитоперифитона соответствует 3 классу качества, вода удовлетворительно чистая, β -мезосапробная зона; на ст. 1 (р. Чиримба, 300 м ниже устья р. Вангаша) - 2 классу качества, вода чистая, α -олигосапробная зона (табл. 3.15).

Ранговая оценка качества воды р. Сым на изученном участке с учетом индекса сапробности фитопланктона и микрофитоперифитона соответствует 2 классу качества, вода чистая, α -олигосапробная зона - 3 классу качества, вода удовлетворительной чистоты β -мезосапробная зона. Уровень трофности: - от очень низкой, олигомезотрофной до очень высокой, поли-гипертрофной.

Река Агул. Фитопланктон бассейна р. Агул. Водорослевой состав планктонного и перифитонного ценозов в исследуемом районе р. Агула и ее притоков (рр. Кунгус и Улька) представлен 93 внутривидовыми и видовыми таксонами из 6 отделов. Наиболее многочисленными по видовому разнообразию представлены диатомовые водоросли (54 вида и разновидностей) и зеленые (20 видов).

В составе фитопланктона за весь сезон присутствовало 65 внутривидовых и видовых таксонов водорослей из 6 отделов при наибольшем разнообразии диатомовых (38 таксонов) и зеленых водорослей (14 таксонов).

Высокие значения индекса Шеннона (H_b) (2,75-3,67) на большинстве станций обусловлено равноценным вкладом исследуемых видов в пробах в общую биомассу, что обеспечивает устойчивость системы.

Максимальные значения биомассы в летней пробе на р. Агуле – 0,41 мг/л, минимальные – 0,03 мг/л. Минимальное значение численности – 0,07 млн. кл/л. Максимальное значение численности – 0,65 млн.кл./л. изменения численности составляли 0,21-0,37 млн. кл./л.

Микрофитоперифитон бассейна р. Агул. Состав микрофитоперифитона на исследуемом участке р. Агула и его притоках представлен 56 внутривидовыми и видовыми таксонами водорослей из 6 отделов. Наиболее многочисленными по видовому разнообразию представлены диатомовые водоросли (40), остальные

группы распределились так: синезеленые - 6, криптофитовые - 2, хризофитовые - 1, зеленые - 6 таксонов.

Значения индекса Шеннона (H_b) изменялись от 0,09-0,50 до 3,52.

Таблица 3.15. Итоговая ранговая оценка качества воды исследованных водотоков по показателям фитопланктона, микрофитоперифитона и зообентоса

Водоток	Ранговая оценка качества воды		
	по показателям фитопланктона и микрофитоперифитона		по показателям зообентоса
	класс качества	разряд качества	класс качества
1 - р. Чиримба, 300 м ниже устья р. Вангаша	2, чистая	вполне чистая	2, чистая
1а* - р. Чиримба, 300 м ниже устья р. Вангаша (яма)	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	2, чистая
2 – устье р. Чиримба, правый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	2, чистая
3 – устье р. Чиримба, левый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	2, чистая
4 – р. Б. Пит выше устья р. Чиримбы, правый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	3, удовлетворительной чистоты
5 – р. Б. Пит выше устья р. Чиримбы, левый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	3, удовлетворительной чистоты
6 – р. Б. Пит, 1 км ниже устья р. Пенченги	3, удовлетворительной чистоты	слабо загрязненная	4, слабо загрязненная
7 – р. Б. Пит, район порогов, правый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	3, удовлетворительной чистоты
8 – р. Б. Пит, район порогов, левый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	3, удовлетворительной чистоты
8а* - р. Б. Пит выше устья р. Ведуги (песок), правый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	3, удовлетворительной чистоты
8б* - устье р. Ведуги (перекат)	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	2, чистая
8в* - устье р. Ведуги (плес)	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	2, чистая
9 - р. Б. Пит, п. Брянка (180 км от устья), правый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	3, удовлетворительной чистоты
10 - р. Б. Пит, п. Брянка (180 км от устья), левый берег	3, удовлетворительной чистоты	достаточно чистая	3, удовлетворительной чистоты
р. Сым, все станции	2, чистая	достаточно чистая	4, слабо загрязненная

Оценка состояния трофности и качества воды по показателям фитопланктона и микроперифитона. Процент сапробных организмов от общего числа

водорослей составлял 73% в фитопланктоне и микрофитоперифитоне; общее количество для всего видового состава - 67%.

Весной процент сапробных организмов от общего числа водорослей в районе исследования составлял 62% в фитопланктоне и 92% в микрофитоперифитоне при общем количестве для всего видового состава – 74%. Общее количество сапробных организмов летом составило 72%, в том числе: для фитопланктона - 75, микрофитоперифитона - 81. Осенью в фитопланктоне - 77, микрофитоперифитоне - 78, всего - 71% (табл. 3.16).

За период исследования количество водорослей-индикаторов сапробности класса α - β - мезосапробы с индексом сапробности до 1,5 или 2 (категория класса качества воды, вполне чистая, α -олигосапробная) составило от 28 (микрофитоперифитон) до 46,7% (фитопланктон) от количества водорослей-индикаторов сапробности и от 22 (микрофитоперифитон) до 38% (микрофитоперифитон) от общего количества таксонов.

Водоросли-индикаторы сапробности β -мезосапробы изменялись в пределах 39 (микрофитоперифитон) - 54% (микрофитоперифитон); на долю β -мезо- α -мезо- ρ -полисапробов приходилось от 6,6 (фитопланктон, май) до 19 % (микрофитоперифитон, сентябрь-октябрь). Сумма β -мезо-, α -мезо-, ρ -полисапробы составила 35 (фитопланктон) - 63% (микрофитоперифитон) от общего количества таксонов (табл. 3.16).

Значения ИС для проб фитопланктона ниже, чем в пробах микрофитоперифитона и составляли $1,61 \pm 0,11$; для проб микрофитоперифитона - $2,11 \pm 0,07$ (табл. 3.17). Коэффициент вариации в пробах микрофитоперифитона (9 %) указывает на большую однородность данных в течение всего времени исследования, чем для проб фитопланктона (19%).

Распределение значений биомассы по классам трофности летом следующее: 29% от всех проб – олиготрофный класс, олиготрофный разряд, предельно низкая градация; 71% - очень низкая градация, олиготрофный класс, олиго-мезотрофный разряд. Категория трофности воды по среднему значению биомассы

фитопланктона ($0,23 \pm 0,06$ мг/л) относится к олиготрофному классу, олиго-мезотрофному разряду, очень низкой градации.

Таблица 3.16. Распределение водорослей-индикаторов сапробности (в % от общего количества индикаторных видов), бассейн р. Агула, 2003 г.

Категории	Водоросли-индикаторы сапробности			Всего (% от общего числа)		Всего (% от общего числа)
	х-о-β	β	β-α-р	х-о-β	β-α-р	
Май						
Фитопланктон	46,7	46,7	6,6	30	35	62
Микрофитоперифитон	32	54	14	29	63	92
Всего	38	52	10	28	46	74
Июль						
Фитопланктон	33	50	17	25	50	75
Микрофитоперифитон	46	39	15	38	44	81
Всего	35	52	13	25	47	72
Сентябрь-октябрь						
Фитопланктон	32	53	15	25	52	77
Микрофитоперифитон	28	53	19	22	56	78
Всего	33	51	16	24	48	71
Весь период исследования						
Фитопланктон	33	50	17	24	49	73
Микрофитоперифитон	37	46	17	26	46	73
Всего	35	50	15	24	43	67

Таблица 3.17. Итоговая ранговая оценка качества воды с учетом индексов сапробности, бассейн р. Агула, 2003 г.

Номера станций	ИС			Класс качества	Разряд качества	Зона сапробности
	ф	мфп	общая			
1	1,56	1,98	1,77	3, Уд, ч,	Д, ч,	□ -м-с
14	1,15	2,01	1,56	3, Уд, ч,	Д, ч,	□ -м-с
4	1,73	2,11	1,92	3, Уд, ч,	Д, ч,	□ -м-с
11	1,75	2,49	2,12	3, Уд, ч,	С, з,	□ -м-с
10	1,26	2,06	1,66	3, Уд, ч,	Д, ч,	□ -м-с
15	1,94	1,98	1,96	3, Уд, ч,	Д, ч,	□ -м-с
8	1,86	2,16	2,01	3, Уд, ч,	Д, ч,	□ -м-с

Примечание - 3, Уд. ч., Д. ч., β-м-с – 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, достаточно чистая, β-мезосапробная

По величине биомассы фитопланктона в водотоках определять степень загрязнения или трофности реки достаточно проблематично, так как фитопланктон

в водоемах такого типа не образует стабильных сообществ. Пределы изменения значений биомассы в исследуемых реках изменялись в пределах от 0,03 до 0,41 мг/л и определяли качество воды 1-2 классом качества, предельно чистая, чистая, предельно чистая, очень чистая. Значения биомассы составляли $0,23 \pm 0,06$ мг/л или 2 класса качества, чистая, очень чистая, что значительно отличает качество воды по значениям индекса сапробности.

Микрофитоперифитон, являясь прикрепленными организмами, суммирует эффекты смешанных загрязняющих веществ и определяет итоговую оценку состояния водоема (Зиновьев, 1987). Значения индекса сапробности микрофитоперифитона изменялись в пределах от 1,98 до 2,49, β -мезосапробная зона, 3 класс удовлетворительной чистоты, достаточно чистая, слабо загрязненная. Значения ИС составляли $2,11 \pm 0,07$ или β -мезосапробная зона, 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, слабо загрязненная (табл. 3.17).

Изменения биомассы микрофитоперифитона составляли от 0,04 до 43,5-61,8 мг/10 см². Категория трофности - от предельно низкой градации, предельно низкого олиготрофного класса, олиготрофного разряда до высокой градации категории трофности, политрофный класс, политрофный разряд. Значения биомассы микрофитоперифитона определены в пределах $15,9 \pm 9,7$ мг/10 см² или средняя градация категории трофности, евтрофный класс, евтрофный разряд (Оксинок и др., 1993).

Таким образом, при проведении оценки качества воды с учетом значений биомассы фитопланктона получается качество воды значительно лучшего класса, что, по всей видимости, не соответствует истине. Поэтому итоговую ранговую оценку (Гавришов, 1981) состояния воды рр. Агул, Кунгус, Улька проводили с учетом только индексов сапробности фитопланктона и микрофитоперифитона за вычетом их биомасс. На всех станциях по средним критериям индекса сапробности проб фитопланктона и микрофитоперифитона качество воды классифицируется 3 класс качества, удовлетворительной чистоты от достаточно чистой до слабо загрязненной, β -мезосапробная зона. Значения индекса сапробности - $1,86 \pm 0,09$

классифицируют качество воды 3 классом качества, удовлетворительной чистоты, достаточно чистая, β -мезосапробная зона (табл. 3.17).

Зообентос бассейна р. Агула. Основным продуцирующим звеном в кормовой базе рыб являются организмы бентоса. Из-за высоких скоростей течения в руслах рек зоопланктон как стабильно функционирующее сообщество не развивается. (Грезе, 1957; Шубина, 1986). Для рек бассейна Агула характерно сходство физико-географических условий обитания организмов. В сентябре количественные показатели бентоса увеличиваются за счёт рождения нового поколения. По сравнению с августом, биомасса бентоса в сентябре возрастает, в среднем, в 2,5 раза (Шубина, 1986; Заделёнов, 2000а). Зообентос исследованного участка бассейна р. Агула представлен 63 видами и формами донных животных. Наибольшим числом видов представлен отряд двукрылых (18); из них 12 видов - личинки хирономид, 6 - другие личинки двукрылых и по одному виду блефароцерид, мокрецов и мошек, далее по численности лидируют отряды ручейников (15 видов), подёнок (12 видов), веснянок (по 5 видов), жуки и олигохеты (по 2 вида). Единично встречены личинка стрекозы, моллюск, бокоплав, пиявка и икра насекомых. Такие группы, как водяные клещи, мошки и блефароцериды определены до крупных таксонов (отрядов, семейств) как немногочисленные.

Структурные показатели зообентоса значительно колебались: численность изменялась от 190 до 1360 экз./м², а биомасса – от 0,7 до 76,2 г/м². За период исследования р. Агула эти показатели составили: численность - 500 ± 110 экз./м² и биомасса - $12,6 \pm 7,3$ г/м².

Самые высокие показатели численности зообентоса были зафиксированы в яме на р. Кунгус (ст. 15) – 1690 экз./м² за счет массового появления новых генераций личинок хирономид. Наименьшая численность организмов зообентоса определены также для р. Кунгуса на ст. 14 (рис. 3.2).

Максимальная биомасса зообентоса определены для бассейна р. Агула - 76,2 г/м², минимальная - 0,7 г/м². Численность и биомасса для бассейна р. Агула определена как 610 ± 120 экз./м² и $11,9 \pm 5,0$ г/м².

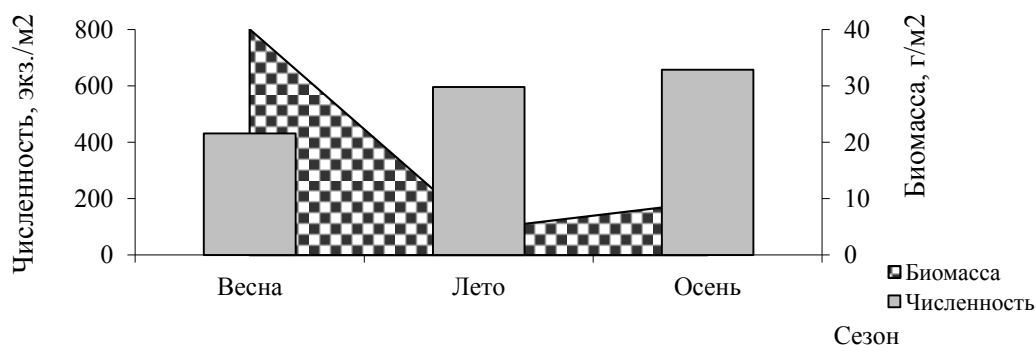


Рисунок 3.2. Численность и биомасса зообентоса по сезонам бассейна р. Агула, 2003 г.

Весной большая биомасса складывается за счет крупных веснянок *P. reticulata*. К лету биомасса снижается из-за массовых вылетов насекомых, а осенью - в связи с появлением новых генераций личинок хирономид и других воздушных насекомых, имеющих малые размеры тела.

Оценка качества и трофности воды по показателям зообентоса. Качество воды р. Агула, определенное по показателям зообентоса, соответствует 1-3 классам, вода предельно чистая - удовлетворительно чистая (табл. 3.18).

Таблица 3.18. Численность (N, экз./м²), биомасса (B, г/м²) зообентоса и показатели качества воды (Н – индекс видового разнообразия Шеннона, БИ – биотический индекс Вудивисса) водотоков бассейна р. Агула, 2003 г.

Станция	N	B	Н	БИ
1	597±152	4,0±1,1	2,2±0,2	5,8±0,2
2	267±38	76,2±24,0	1,5±0,5	6,6±0,1
3	1360±220	17,2±5,3	3,1±0,2	5,4±0,1
4	421±83	0,9±0,3	2,0±0,3	6,3±0,1
5	432±121	1,9±0,7	2,8±0,3	5,9±0,1
6	187±91	0,7±0,2	1,9±0,3	5,4±0,4
7	587±101	2,5±0,2	2,3±0,2	6,0±0,0
8	149±38	1,5±0,7	1,7±0,2	5,4±0,2
9	656±448	14,4±7,9	2,1±0,2	5,8±0,0
10	373±75	6,8±4,4	2,5±0,2	5,9±0,1
11	661±62	7,5±1,3	2,5±0,4	5,4±0,1
12	1060±190	26,6±3,1	3,1±0,1	5,7±0,1
13	560±211	8,8±1,7	2,6±0,1	5,4±0,3
14	107±32	2,0±1,4	1,9±0,5	5,3±0,1
15	1690±200	7,7±3,1	1,9±0,1	5,2±0,2

Река Подкаменная Тунгуска. Фитопланктон бассейна р. П. Тунгуски.

Состав фитопланктона и микрофитоперифитона в исследуемом районе бассейна р. П. Тунгуски представлен 102 внутривидовыми и видовыми таксонами из 5 отделов. Наиболее многочисленными по видовому разнообразию представлены диатомовые водоросли (53 таксона) и зеленые (31 таксон).

Коэффициенты флористической общности видового состава (КФО) фитопланктона и микрофитоперифитона, рассчитанные по Серенсену, изменялись от 0,09 до 0,50. Для всего массива данных коэффициент общности видового состава составлял 0,57. Такие низкие значения указывают на достаточно высокую разнородность состава этих двух ценозов (табл. 3.19).

Таблица 3.19. Общее количество видов (n), средний объем одной клетки (v, мкм³), индекс сапробности (ИС), индекс Шеннона (H_b) фитопланктона, КФО между фитопланктоном и микрофитоперифитоном в водотоках бассейна р. П. Тунгуски (2002 г.)

Станция	n	v	ИС	H _b	КФО
1, р. П. Тунгуска, 725 км	9	13	2,0	2,39	0,25
2, р. Камо, 50 км выше устья	9	48	2,1	2,40	0,22
3, устье р. Турамы	8	244	1,8	2,66	0,48
4, устье ручья 1 на р. Чуне	6	762	1,6	2,09	0,09
5, р. Чуня, 10 км выше устья	19	46	2,0	3,41	0,27
6, 15 км выше устья р. Чуни	15	100	2,0	2,01	0,40
7, руч. Байкитик	11	762	1,5	2,28	0,24
8, устье р. Бугарикты (510км)	10	397	1,9	2,68	0,35
9, устье р. Гаингды (488 км)	7	1030	1,9	2,23	0,29
10, устье р. Еннгиды (402 км)	11	554	1,0	2,78	0,12
11, П. Тунгуска, выше устья, р. Столбовой	10	45	1,6	2,38	0,31
12, устье р. Столбовая	9	2766	1,7	1,27	0,37
13, р. Столбовая, выше р. Кулингны	14	1943	1,2	1,48	0,37
14, устье руч. Столбовушки	4	2471	1,6	0,56	0,33
15, устье р. Гурьевской	13	236	1,9	2,23	0,50
16, р. П. Тунгуска, 103 км	13	103	2,1	3,01	0,48
17, устье р. Шумихи	12	303	1,6	1,90	0,15
18, р. П. Тунгуска, 500 м ниже п. Суломая	11	92	1,9	2,52	0,35
19, устье р. Рыбной	19	2434	1,6	1,34	0,37
20, устье р. П. Тунгуски	13	152	2,0	2,74	0,29
Средняя для всех станций	10	718	1,8	2,26	0,57

Состав фитопланктона на исследуемом участке р. П. Тунгуски характеризуется высокими значениями индекса Шеннона (H_b) (1,90-3,41), что свидетельствует об устойчивости системы (табл. 3.19).

Биомасса фитопланктона на большинстве станций формировалась за счет диатомовых водорослей, которые составляли от 43 до 100 % от общей биомассы. Значения биомассы фитопланктона изменялись в пределах от 0,02 до 0,73 мг/л, численности – от 0,05 до 3,01 млн. кл./л. (табл. 3.20).

Таблица 3.20. Численность (N, млн. кл./л), биомасса (B, мг/л) и вклад основных групп водорослей фитопланктона (в % от суммы параметра) в водотоках бассейна р. П. Тунгуски (июль-сентябрь 2002 г.)

Станция	%				N	%				B
	Сине-зеленые	Диатомовые	Зеленые	Прочие	Общая	Сине-зеленые	Диатомовые	Зеленые	Прочие	Общая
1	2	1	94	3	3,01	1	15	75	9	0,04
2	26	22	7	45	0,42	6	67	3	24	0,02
3	0	79	7	14	0,13	0	95	2	3	0,03
4	0	100	0	0	0,05	0	100	0	0	0,04
5	20	8	56	16	2,16	5	43	25	27	0,10
6	6	3	80	11	2,44	1	68	21	10	0,24
7	0	53	35	12	0,08	0	53	44	3	0,06
8	0	78	11	11	0,25	0	97	1	2	0,10
9	0	98	2	0	0,29	0	95	5	0	0,30
10	4	73	0	23	0,20	0	96	0	4	0,11
11	0	2	73	25	1,73	0	11	61	28	0,08
12	9	64	9	18	0,10	0,4	99	0,3	0,3	0,28
13	28	40	7	25	0,29	1	82	16	1	0,57
14	48	46	0	6	0,17	1,3	98	0	0,7	0,40
15	19	58	10	13	0,17	1	88	7	4	0,04
16	27	27	27	19	0,90	3	70	2	25	0,09
17	11	70	15	4	0,25	1	92	6	1	0,07
18	17	13	60	10	0,82	4	63	20	13	0,08
19	27	52	12	9	0,30	0,1	99	0,8	0,1	0,73
20	15	24	26	35	0,93	1	76	2	21	0,14

Примечание: В группу Chlorophyta включены Chlorococcales, Volvocales, Ulotrichales, Conjugales; в группу «Прочие» - Xanthophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Euglenophyta.

Микрофитоперифитон. Основное видовое разнообразие в микрофитоперифитон вносили диатомовые (44 таксона) и зеленые (23 таксона) водоросли при общем количестве 80 таксонов (табл. 3.21).

Таблица 3.21. Общее количество видов (n), средний объем одной клетки (v, мкм), индекс сапробности (ИС) и индекс Шеннона (H_b) микрофитоперифитона в водотоках бассейне р. П. Тунгуски (июль-сентябрь 2002 г.)

Станция	n	v, мкм ³	ИС	H _b
1	15	39600	1,8	0,96
2	10	1410	2,1	1,63
3	13	806	2,1	3,19
4	17	2420	2,0	2,12
5	8	573	2,2	1,87
6	15	1940	2,0	2,32
7	16	3750	1,9	1,89
8	13	242000	2,2	0,17
9	22	2810	2,3	2,80
10	6	446000	2,3	0,03
11	20	4890	1,8	2,13
12	9	3160	2,0	2,00
13	15	5540	1,9	2,67
14	14	44100	2,3	0,76
15	22	347000	2,2	0,38
16	10	6020	1,8	1,91
17	17	5660	2,0	2,71
18	13	1900	2,2	2,78
19	9	33200	2,1	0,83
20	9	837	2,3	2,09
Среднее	14	59600	2,1	1,76

На исследуемом участке р. П. Тунгуски значения индекса Шеннона (H_b) микрофитоперифитона изменялись в пределах от 0,03 до 3,19, что указывает на не равноценный вклад отдельных видов в общую биомассу. Низкие значения индекса (0,03-0,96) зафиксированы у одного вида водорослей (*Gomphonema constrictum*, *Chaetophora incrassata*, *Cladophora glomerata*, *Stigeoclonium farctum*, *Ulothrix tenuissima*) биомассой от 84% до 100%, растущих большими колониями (табл. 3.21).

Индекс Шеннона в пределах 1,63-1,91 обеспечивался биомассой одного вида (*Cymbella lanceolata*, *Surirella linearis*, *Synedra ulna*) в пределах 50-69%. В вы-

соких значениях индекса Шеннона (2,00-3,19) вклад доминирующего вида по биомассе составлял 20-50%.

Биомасса микрофитоперифитона на большинстве станций (15 станций) формировалась за счет диатомовых водорослей (табл. 3.22). Значения биомассы микрофитоперифитона изменялись в пределах 0,18-591 мг/10 см², численности - 0,07-6,2 млн. кл./10 см².

Таблица 3.22. Численность (N, млн. кл./10 см²), биомасса (B, мг/10 см²) и вклад основных групп водорослей микрофитоперифитона (в % от суммы параметра) в водотоках бассейна р. П. Тунгуски (июль-сентябрь 2002 г.)

Стан- ция	%				N	%				B
	Сине- зеле- ные	Диа- томо- вые	Зеле- ные	Про- чие	Общая	Сине- зеле- ные	Диа- томо- вые	Зеле- ные	Про- чие	Об- щая
1	0	93	7	0	2,07	0	12	88	0	82
2	8	46	46	0	0,12	9	89	2	0	0,2
3	0	97	1	2	0,30	0	99	0,1	0,9	0,2
4	5	79	16	0	1,45	0,6	99	0,4	0	3,5
5	0	98	0	2	0,38	0	99,6	0	0,4	0,2
6	6	64	30	0	0,34	13	82	5	0	0,7
7	2	93	0	5	0,40	0,01	99,7	0	0,29	1,5
8	0	99,99	0,01	0	2,44	0	2	98	0	591
9	0	97	3	0	6,23	0	62	38	0	17
10	0	100	0	0	0,55	0	100	0	0	246
11	0	76	18	6	0,19	0	99	0,7	0,3	0,9
12	0	96	4	0	0,47	0	78	22	0	1,5
13	6	83	5,5	5,5	0,46	0,03	96	3,9	0,07	2,6
14	0	≈100	0,00004	0	1,57	0	11	89	0	69
15	4	92	1	3	0,85	0,019	0,98	99	0,001	295
16	0	86	14	0	0,07	0	99,9	0,1	0	0,4
17	0	96	4	0	0,33	0	92	8	0	1,9
18	0	75	23	2	0,10	0	99	0,6	0,4	0,2
19	0	93	7	0	0,27	0	16	84	0	9
20	0	41	58	1	0,53	0	90	9,9	0,1	0,5

Зоопланктон. В ходе лабораторной обработки материала организмы зоопланктона обнаружены только в 38 пробах из 91 собранной. Состав зоопланктона в бассейне р. П. Тунгуски представлен 9 таксонами, из них – 2 вида коловраток (*Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*), 3 вида ветвистоусых (*Acroporus harpae*,

Simocephalus vetulus, *Bosmina longirostris* var. *cornuta*) и 2 вида веслоногих раков (*Eudiaptomus graciloides*, *Paracyclops fimbriatus*, встречались копепоидитные и науплиальные стадии), а также личинка водяного клеща.

По биомассе доминировали *Eudiaptomus graciloides*, *Keratella quadrata*, *Acroperus harpae*, *Bosmina longirostris*, а также копепоидитные стадии циклопов. Доминантами по численности являлись *Eudiaptomus graciloides*, *Keratella quadrata*, *Acroperus harpae*, а также *Paracyclops fimbriatus*.

На большинстве станций численность зоопланктеров изменялась в пределах от 0,01 до 0,10 тыс. экз. /м³. В целом по бассейну биомасса зоопланктона не превышала 1,00 мг/м³.

Зообентос. Для всех рек бассейна П. Тунгуски характерно сходство физико-географических условий обитания организмов, которое выражается в высокой скорости течения воды, турбулентности, каменистых грунтах, невысокой температуре воды и благоприятном кислородном режиме во всей толще воды. Минимизация материальных затрат при выполнении полевых работ обеспечена двумя биосъемками в оптимальный период для развития организмов бентоса.

Зообентос исследованного участка бассейна р. П. Тунгуски представлен 122 видами и формами донных животных. Наибольшим числом видов представлен отряд двукрылых (47); из них 33 вида приходится на личинок хирономид, 10 – других личинок двукрылых, 2 вида мокрецов и по одному виду личинок сетчатокрылых комаров и мошек. Далее по численности лидируют отряды ручейников (26 видов), подёнок (16 видов), веснянок и жуков (по 3 вида). Моллюски представлены 8 видами, олигохеты – 6, пиявки – 5; единично встречены личинка стрекозы, гидра, планария, нематода и икра насекомых. Водяные клещи, мошки и блефароцерида определены до крупных таксонов (отрядов, семейств) как немногочисленные.

Структурные показатели зообентоса значительно колебались: численность изменялась от 0,267 до 5,65 тыс. экз./м², а биомасса – от 0,85 до 56,1 г/м². В среднем за период исследования р. П. Тунгуски эти показатели составили: численность – 2,42 тыс. экз./м² и биомасса – 20,8 г/м².

На всех исследованных станциях р. П. Тунгуски, кроме ст. 16 (излучина Урочища Щеки (103 км)), структурные характеристики зообентоса хорошо развиты. На ст. 16 из-за извилистого русла реки при ледоходе происходит перемешивание галечного грунта с обломками скальных пород, высокие скорости течения и извилистость реки также способствуют образованию участков с обратным течением воды, поэтому организмы зообентоса слабо осваивают данный участок реки.

В руч. Байкитике и р. Бугарикте были зафиксированы самые высокие показатели численности зообентоса – 12,1 тыс. и 11,9 тыс. экз./м², получаемые за счет массового появления новых генераций личинок хирономид. Наименьшая численность организмов зообентоса определена для реки Чуни (рис. 3.3).

Максимальная биомасса (за счет личинок стрекоз) для водотоков бассейна р. П. Тунгуски определена для р. Турамы - 55,1 г/м². Минимальный показатель биомассы на р. Еннгиды - 2,65 г/м² (рис. 3.4).

Средняя численность и биомасса для бассейна р. П. Тунгуски определена как 3,12 тыс. экз./м² и 19,5 г/м² (рис. 3.3, 3.4).

Таким образом, в исследуемых водотоках бассейна П.Тунгуски отмечается почти полное отсутствие зоопланктона. Высокие скорости течения воды, как фактор среды обитания, отрицательно влияют на развитие большинства планктонных организмов, следствием чего и является бедность зоопланктона в быстротекущих реках (Грезе, 1957; Шубина, 1986). Биопродуктивность водоёмов складывается за счёт донной фауны и водорослей обрастаний.

Для донных биоценозов характерно развитие литореофильного комплекса организмов, приуроченного к галечно-валунному грунту. Процветание реофильной фауны, в особенности амфибиотических насекомых, обусловлено сочетанием в этих водоёмах ряда благоприятных условий, наличием прозрачной, чистой, насыщенной кислородом воды, плотного каменистого дна, изобилующего убежищами для населения донных организмов и пищей для фитофагов и детритофагов – в виде обрастаний из водорослей и растительного детрита среди камней (Заделенов, 2000а).

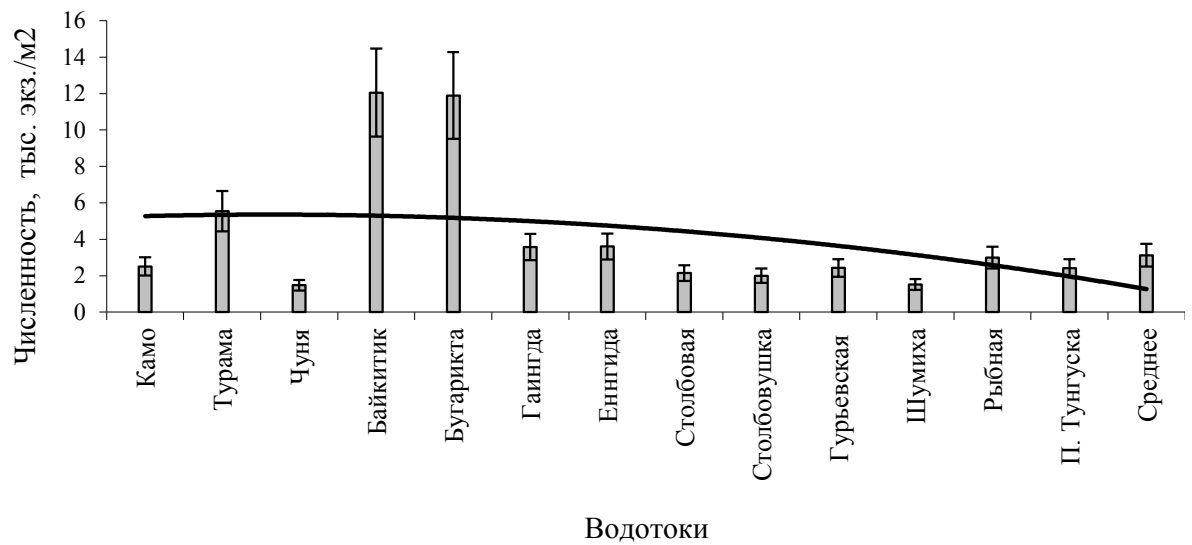


Рисунок 3.3. - Численность зообентоса в водотоках бассейна р. П. Тунгуски, июль-сентябрь 2002 г.

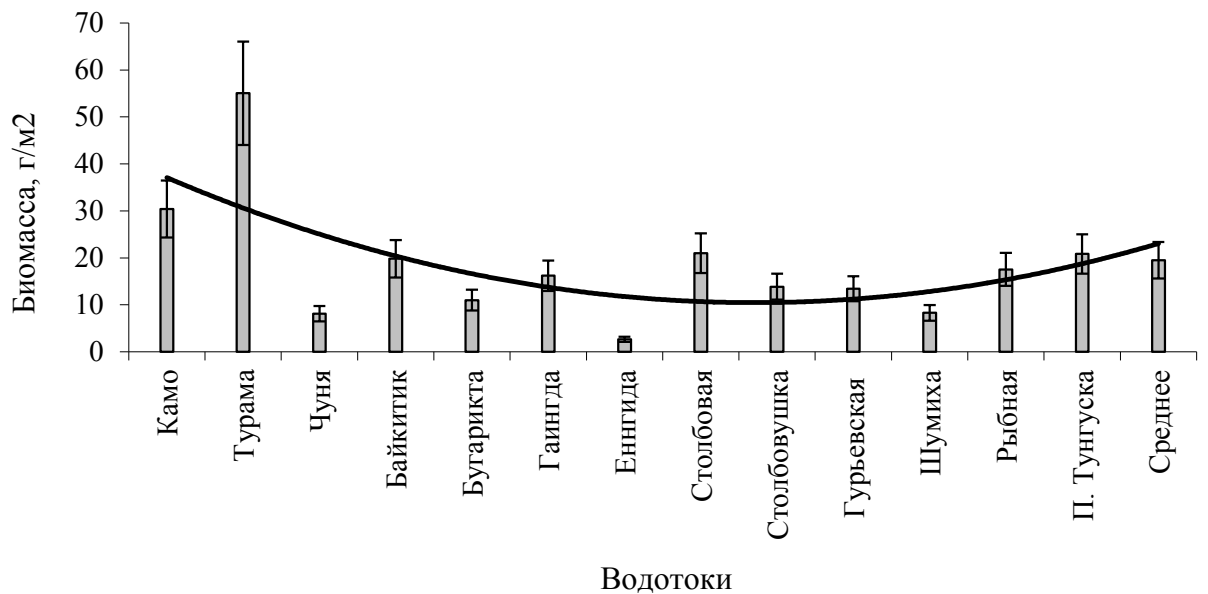


Рисунок 3.4 - Биомасса зообентоса в водотоках бассейна р. П. Тунгуски, июль-сентябрь 2002 г.

Оценка качества и трофности воды. Количество водорослей-индикаторов сапробности класса α -о- β -мезосапробы, индекс сапробности которых не превышает 1,5, или 2 категория класса качества воды, вполне чистая, α -олигосапробная, составляло 24,0-26,0% от общего количества таксонов. Водоросли-индикаторы сапробности β -мезосапробы были в пределах 50,0-57,0%,

на долю β -мезо-, α -мезо-, р-полисапробы приходилось 10-17% или 49-53% от общего количества таксонов (табл. 3.23).

Таблица 3.23. Распределение водорослей-индикаторов сапробности (в % от общего количества индикаторных видов), бассейн р. П. Тунгуски, 2002 г.

Категории	Водоросли-индикаторы сапробности			Всего β - α -р (% от общего числа)	Всего (% от общего числа)
	α -о- β	β	β - α -р		
Фитопланктон	33,0	50,0	17,0	49,0	73,0
Микрофитоперифитон	33,0	57,0	10,0	53,0	79,0
Всего	35,0	53,0	12,0	49,0	75,0

Значения индекса сапробности (ИС) фитопланктона на всех станциях составляли 1,0-2,1, то есть от β -олигосапробной до β -мезосапробной, среднее значение ИС для всего района исследования - 1,8, или β -мезосапробная зона (табл. 3.23).

Индекс сапробности, являясь итогом соотношения общей численности водорослей и численности водорослей-индикаторов сапробности, может устанавливать между этими показателями определенную взаимосвязь. Так, в процессе евтрофирования водной среды наблюдается сдвиг в сторону увеличения численности мелкоклеточных видов (Михеева, 1991; Оксийук и др., 1993). В связи со стрессовыми воздействиями в донном сообществе водоема формируются мелкие формы организмов (Щур и др., 1998; Warwick, Clarke, 1994.).

Оценка степени загрязнения водотоков по величине биомассы фитопланктона не может служить показателем на загрязнение, так как фитопланктон в реках не образует стабильных сообществ в связи с его транзитностью и поэтому не может являться вполне объективным показателем при оценке качества воды данного района. Пределы изменения значений биомассы (0,02-0,73 мг/л) и среднее значение (0,18 мг/л) определяли качество воды не ниже 2 класса качества, чистая, вполне чистая.

Категории трофности воды р. П. Тунгуски, определенная по биомассе фитопланктона (0,18 мг/л), является предельно низкой, очень низкой категорией,

олиготрофной. И только в двух случаях: ст. 1, устье р. Столбовой и ст. 19, устье р. Рыбной, которые находятся в нижней части р. П. Тунгуски, трофность воды по фитопланктону (при биомассе 0,57 и 0,73 мг/л) определяется как низкая градация, мезотрофная.

Микрофитоперифитон, состоящий из прикрепленных организмов, отражает качество протекающей над ним воды, реагирует на большее разнообразие различных факторов, определяющих качество воды, суммирует эффекты смешанных загрязняющих веществ и позволяет проводить итоговую оценку состояния водоемов, в особенности водотоков (Щур и др., 1998). Изменения значений индекса сапробности (ИС) микрофитоперифитона составляли 1,8-2,3, то есть находились в пределах β -мезосапробной зоны, 3 класс качества, достаточно чистая, слабо загрязненная.

В реках биомасса микрофитоперифитона может являться откликом экосистемы на эвтрофирование, когда последнее осуществляется не через планктонную, а через бентосную систему. Основным показателем уровня трофности является бентосная биомасса, а не численность, так как численность бентосных ценозов обычно сильно варьирует в зависимости от размеров клеток водорослей в условиях доминирования крупноклеточных диатомовых или колониальных форм мелкоклеточных нитчатых зеленых или синезеленых. Изменения биомассы микрофитоперифитона в бассейне р. П. Тунгуски составляли 0,2-591 мг/10 см², или от очень низкой до предельно высокой градации категории трофности, полигипертрофная. Среднее значение биомассы микрофитоперифитона определено в пределах 66,0 мг/10 см², или высокая градация категории трофности, политрофная категория трофности (Гольд, 1980).

Ранговая оценка (Гавришов, 1981) состояния исследуемых рек по индексам сапробности фитопланктона и микрофитоперифитона (без учета их биомасс) позволила сделать следующее заключение. Районы бассейна р. П. Тунгуски по исследуемым показателям фитопланктона (рр. Столбовая, Енгида и руч. Байкитик) имели 2 класс качества, чистая или в разряде качества воды - очень чистая, вполне чистая β -олигосапробная, α -олигосапробная. Все остальные станции по фито-

планктону и все станции по микрофитоперифитону относятся к 3 классу качества, удовлетворительной чистоты, β -мезосапробные. Ранговая оценка с учетом только индексов сапробности представлена в табл. 3.24

Итоговая ранговая оценка состояния вод исследуемых рек, впадающих в П. Тунгуску, и качество ее воды за рассматриваемый период по рассматриваемым критериям (индекс сапробности по фитопланктону и микрофитоперифитону) позволяет классифицировать качество вод как 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, от достаточно чистая до слабо загрязненная, β -мезосапробная зона. Качественный анализ фитопланктона и микрофитоперифитона показал, что в бассейне р. П. Тунгуски за исследуемый период было обнаружено 102 таксона водорослей. Основное видовое разнообразие вносили диатомовые (53 таксона) и зеленые (31 таксон) водоросли.

Таблица 3.24. Итоговая ранговая оценка качества воды водотоков бассейна р. П. Тунгуски с учетом индексов сапробности, июль-сентябрь 2002 г.

Станция	Класс качества	Разряд качества	Зона сапробности
1	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
2	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
3	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
4	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
5	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
6	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
7	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
8	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
9	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
10	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
11	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
12	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
13	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
14	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
15	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
16	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
17	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
18	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
19	3, удовл. чистоты	слабо загрязненная	β -мезосапробная
20	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная
Средняя	3, удовл. чистоты	достаточно чистая	β -мезосапробная

Среднее значение ИС фитопланктона воды исследуемых рек составляет 1,7,

или 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, β - мезосапробная. По величине биомассы (0,18 мг/л) вода бассейна р. П. Тунгуски классифицируется как предельно низкая, очень низкая категория трофности, олиготрофная.

Среднее значение ИС микрофитоперифитона для рек составляет 2,1, или 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, слабо загрязненная, β - мезосапробная. Среднее значение биомассы микрофитоперифитона составляет 66 мг/10 см², или градация высокая, политрофная категория трофности.

Итоговая ранговая оценка состояния вод исследуемых рек за рассматриваемый период 2002 г. согласно критериям индексов сапробности фитопланктона и микрофитоперифитона позволяет классифицировать качество вод 3 классом качества, удовлетворительно чистоты, достаточно чистая, β – мезосапробная.

Качество воды на всех станциях, определенное по показателям зообентоса, соответствует 1-3 классам, вода предельно чистая – удовлетворительно чистая (табл. 3.25).

Водотоки бассейна р. П. Тунгуски подверженные влиянию горных разработок. В 2000-2001 гг. проведено комплексное обследование водных объектов притоков р. П.Тунгуски. Все изученные водотоки (рр. Вельмо, Куромба, и др.) (табл. 3.26) в разной степени подвержены влиянию горных работ и относятся к горно-таежным водотокам и характеризуются всеми присущими водотокам такого типа особенностями - узкой долиной, однорукавным немеандрирующим руслом, стабильными каменистыми подстилающими грунтами, высокими скоростями течения и т.д.

В загрязненных минеральными взвесями участках рек происходит редукция ихтиоценозов – ценные лососевидные рыбы замещаются малоценными карповыми и щукой (Заделёнов и др., 1989; Заделёнов, Трофимова, Космаков И., 2001 и др.).

Таблица 3.25. Численность (N, тыс. экз./м²), биомасса (B, г/м²) зообентоса и показатели качества воды (H – индекс видового разнообразия Шеннона, БИ – биотический индекс Вудивисса) водотоков бассейна р. П. Тунгуски, 2002 г.

Станция	N	B	H	БИ
1	4,40	56,1	4,08	8,4
1a	5,66	41,7	3,05	7,5
2	2,37	41,3	3,90	8,6
2a	2,85	14,4	3,18	8,7
2б	2,29	35,5	4,19	8,6
3	5,55	55,1	2,93	8,9
4	2,91	6,62	1,52	5,5
5	0,133	3,36	1,37	6,0
6	1,39	14,4	3,39	7,4
7	12,1	19,8	2,89	8,0
8	11,9	11,0	0,43	6,6
9	3,57	16,2	1,53	8,0
10	3,60	2,65	0,47	5,5
11	1,36	23,2	2,47	6,8
12	5,36	34,2	1,88	8,7
13	1,87	8,60	3,42	8,4
13a	1,81	2,43	3,06	7,5
13б	1,28	22,9	2,09	6,6
13в	1,36	9,40	3,44	7,4
13г	1,21	48,5	3,42	7,4
14	2,00	13,9	2,62	7,5
15	2,43	13,4	2,68	9,0
16	0,267	0,850	1,16	6,0
17	1,52	8,31	2,75	7,5
18	1,20	1,61	1,19	6,0
18a	2,19	2,23	1,57	6,5
19	2,99	17,5	2,97	7,8
20	1,87	20,1	2,49	7,7

Водоем теряет свою значимость в качестве мест нагула и нереста лососевидных рыб. Фактически подобные изменения отмечены для всех гидросистем, подверженных влиянию горных работ. В наименее затронутых хозяйственной деятельностью водотоках (Б. Пит, Сисим, Мана, Кимбирка) появляется елец. В водотоках, испытывающих более продолжительное воздействие, происходит практически полная замена лососевидных окунем, щукой и карповыми, вплоть до полного исчезновения ихтиофауны (приток р. Теи – р. Енашимо, р. Удерей) (Заделёнов и др., 1989; Заделёнов, Трофимова, Космаков И., 2001; Заделёнов, Космаков, Космаков В., 2001).

Таблица 3.26. Основные гидрологические характеристики исследуемых водотоков

Водоток	Впадение водотока, расстояние от устья, км	Протяженность водотока, км	Площадь водосбора, км ²	Расчетные расходы воды в устье реки, м ³ /с	
				Средне-водный год	Много-водный год
р. Вельмо	р. П. Тунгуска, 282	504	33800		
р. Куромба	р. Вельмо, 187	81	1210	19,0	233
р. Тея	р. Вельмо, 194	261	8690	102,0	1190
р. Иочимо	р. Тея, 56	97	1580	24,0	292
р. Енашимо	р. Тея, 114	120	1690	25,4	310
р. Дюбкош	р. Енашимо, 55	17	111	2,3	29
р. Дыдан	р. Енашимо, 66	26	109	2,2	28
руч. Огне	р. Енашимо, 48	17	120	2,4	31
руч. Безымянка	р. Огне	8	28	0,6	8
руч. Севогликон	р. Калами (приток р. Енашимо)	13	60	2,3	17

В зависимости от степени воздействия исследуемые водотоки были разделены на 4 группы (табл. 3.27):

1 – условно чистые (рр. Куромба, Иочимо, верхнее течение р. Теи, р. Вельмо выше впадения р. Теи);

2 – находящиеся в стадии восстановления водных биоценозов после полной либо частичной рекультивации (р. Дыдан, руч. Севогликон, верхнее течение руч. Огне);

3 – испытывающие прямое воздействие (разработка россыпных месторождений – рр. Енашимо, Дюбкош, загрязнение технологическими и бытовыми водами пгт. Северо-Енисейский – руч. Безымянка);

4 – испытывающие опосредованное воздействие – участки рек, находящиеся ниже впадения притоков, на которых производится разработка россыпных месторождений (р. Вельмо ниже устья р. Теи, р. Тея ниже п. Тея, руч. Огне ниже устья р. Безымянки).

Таблица 3.27. Количественные характеристики водных сообществ и оценка качества воды изученных водотоков по выделенным группам

Показатели	Группы водотоков			
	1	2	3	4
Количество видов водорослей фитопланктона	20-44	25-37	25-31	27-44
Численность фитопланктона, тыс. кл./л	72-236	56-155	87-90	85-138
Биомасса фитопланктона, мг/л	0,06-0,18	0,08-0,21	0,10-0,16	0,05-0,85
Количество видов водорослей в микрофитоперифитоне	20-71	35-43	26-31	37-71
Численность микрофитоперифитона, млн.кл./10 см ²	0,41-3,55	0,67-2,31	0,0-21,2	0,68-3,95
Биомасса микрофитоперифитона, мг/10 см ²	1,2-66,8	0,85-4,84	0,0-5,17	1,31-3,14
Количество видов зообентоса	48-84	31-54	25-64	52-84
Сезонная численность зообентоса, тыс. экз./м ²	0,27-4,32	3,15-4,21	0,01-2,54	0,18-2,08
Сезонная биомасса зообентоса, г/м ²	8,3-16,2	3,2-15,7	0,0-7,5	3,5-9,8
Ранговая оценка качества воды: - по гидрохимическим показателям	2, условно чистая	3, умеренно загрязненная	3-7, умеренно загрязненная – чрезвычайно грязная	2-3, условно чистая – умеренно загрязненная
- по показателям микрофитоперифитона	2-3, чистая – удовлетворительно чистая	2-3, чистая – удовлетворительно чистая	3-6, удовлетворительно чистая – чрезвычайно грязная	2-3, чистая – удовлетворительно чистая
- по показателям зообентоса	1-2, предельно чистая - чистая	1-3, предельно чистая – удовлетворительно чистая	3-6, удовлетворительно чистая – предельно грязная	2-3, чистая – удовлетворительно чистая

Анализ ранговой оценки качества воды по каждой выделенной группе водотоков показывает, что наиболее объективными показателями для определения качества вод текущих водотоков, загрязненных минеральными загрязнителями, являются гидрохимическая характеристика и состояние сообществ донных беспозвоночных.

В макрозообентосе условно чистых участков рек обнаружено наибольшее число видов (137) среди прочих групп водотоков (табл. 3.27).

Основные группы зообентоса представлены 40 видами хирономид, 33 - поденок, 22 - ручейников, 13 - веснянок, 11 - прочих двукрылых (без хирономид и мокрецов). Численность изменяется в пределах от 231 до 5394 экз./м², в среднем 2345 экз./м², биомасса - от 1,5 до 18,0 г/м², в среднем - 8,0 г/м².

Индекс видового разнообразия в пределах 2,53-4,6 свидетельствует о разнообразной фауне дна, равномерном распределении по числу видов представителей основных групп зообентоса, что характерно для устойчивых биоценозов. Биотический индекс равен 8-10 (чистые и очень чистые воды).

В ихтиофауне доминируют таймень, ленок, сибирский хариус, сибирский голец, голянь, подкаменщики (широколобки). По структуре ихтиоценозы подобных водоемов относятся к лососевому типу, с преобладанием хариуса (до 90 % по числу и биомассе), ленка и тайменя (Бурнев, Заделёнов, 1989; Кильдюшкин, Шуба, 1989).

По гидрохимическим показателям вода рек второй группы прозрачная (количество взвешенного вещества до 2 мг/л), слабо загрязненная неорганическими и органическими веществами. Основное загрязнение рек обусловлено тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Содержание меди, марганца – 5-7 ПДК, железа - 2,3-9,7 ПДК. Нефтяное загрязнение рек достаточно высокое - 2,4-10,4 ПДК и обусловлено поверхностным стоком с водосборной площади. Реки являются умеренно загрязненными (3 класс качества воды).

Видовой состав первичных продуцентов (фитопланктона и микрофитоперифитона) второй группы водотоков определялся 85 внутривидовыми и видовыми таксонами водорослей из 5 отделов. Наиболее многочисленными по видовому разнообразию были диатомовые водоросли (41 видов и разновидностей) и зеленые - 23 вида. В пробах фитопланктона присутствовало от 6 до 18 видов водорослей, максимальное количество видов отмечено в августе и сентябре (см. табл. 3.27). Биомасса фитопланктона изменялась в пределах 0,04-0,39 мг/л, минимальные значения биомассы - в р.

Дыдан в июне, максимальные - в сентябре. В биомассе фитопланктона доминировали диатомовые водоросли (73,5-100%). Минимальное значение биомассы ($0,05 \text{ мг/10см}^2$) микрофитоперифитона зафиксировано в июне в р. Дыдан. Максимальное ($12,5 \text{ мг/10см}^2$) - в руч. Севогликон в сентябре. По биомассе на всех станциях, кроме одной, доминировали диатомовые водоросли (88,9-100%).

Зообентос водотоков второй группы участка беднее, чем первой и представлен 84 видами организмов; из них: 24 вида хирономид, 20 - поденок, 16 - ручейников, 7 - веснянок. Пределы изменения численности и биомассы – шире, чем в первой группе водотоков: 899-10293 экз./м² и 0,1-37,6 г/м².

Средние величины численности и биомассы равны соответственно 3782 экз./м² и 2,3 г/м². По сравнению с первой группой водотоков индекс видового разнообразия сообществ зообентоса имеет пределы колебания, сдвинутые в сторону уменьшения значений индекса: нижняя граница – 0,87, верхняя – 4,02. Биотический индекс изменяется от 6 до 10, что определяет качество воды от умеренного загрязнения (3 класс) до очень чистых вод (1 класс). Деграция сообществ макрозообентоса выражается в уменьшении видового разнообразия как за счет выпадения некоторых стенобионтных видов, так и в результате увеличения доли нескольких эврибионтных форм в общей численности макрозообентоса.

В водотоках второй группы происходит восстановление ихтиоценозов: в малых реках увеличивается доля лососевидных рыб (хариуса, тайменя) по отношению к карповым, в некоторых водотоках отмечаются широколобки (индикаторы чистой воды).

Из водотоков третьей группы по гидрохимическим показателям наиболее загрязненным является ручей Безымянка, который протекает в черте пгт. Северо-Енисейска и на всем протяжении принимает коммунальные воды и стоки, сформированные на золоотвалах и отвалах горнодобывающей промышленности. Ниже поселка в долине на естественном русле руч. Безымянка построено хвостохранилище, которое отведено от ручья руслоотводным каналом. Жидкая фаза хвостовой

пульпы содержит токсические вещества (свинец, медь, марганец, никель, ртуть, цианиды, родониды и др.), что делает хвостохранилище одним из наиболее опасных объектов (Соет, Онищенко, 1987). Вредное воздействие жидкой пульпы сказывается, в основном, на качестве подземных вод вследствие фильтрации сточных вод из хвостохранилища. Дополнительную нагрузку на реку дают городская ливневая канализация и поступление шахтных вод в результате дренажа из затопленной шахты рудника. Необходимо учитывать тот факт, что геохимической особенностью провинции является повышенное фоновое содержание меди, железа, цинка, марганца в поверхностных и подземных водах, превышающее ПДК. По данным 1997-1999 гг. фоновые концентрации тяжелых металлов (ТМ) (на участке реки выше ЗИФ) находились в следующих пределах: железо – 2,7-6,1 ПДК, цинк – 0-1,9 ПДК, медь – 6-8 ПДК, марганец – 9-27 ПДК. На участках реки ниже ЗИФ и ниже плотины содержание ТМ превышало фоновое в 5-10 раз. На данных участках выявлены повышенные концентрации ТМ в весеннее половодье и в летне-осенний период относительно концентраций в зимнюю межень, что является следствием техногенного загрязнения. Уровень загрязнения реки азотными соединениями, сульфатами, тяжелыми металлами в зоне локального воздействия стоков существенно возрос в 2000 году. Так, на участках реки выше и ниже хвостохранилища, вплоть до самого устья, фенолы составляют 5 ПДК, железо- 70 ПДК, марганец - 1404 ПДК, цинк - 193 ПДК, кобальт - 49 ПДК, ртуть- 160 ПДК. При существующей антропогенной нагрузке вода имеет 6-7 класс качества, очень грязная - чрезвычайно грязная и не пригодна для всех видов водопользования. В результате вторичного загрязнения грунта произошла полная элиминация организмов бентоса и перифитона.

Р. Енашино на всем протяжении подвержена антропогенному воздействию. Основное загрязнение обусловлено медью (35 ПДК), марганцем (71 ПДК), железом (14,4 ПДК), никелем (9,1 ПДК), цинком (6,3 ПДК). Качество воды определяется 6-7 классами (вода очень грязная – чрезвычайно грязная). В воде среднего и нижнего участков реки обнаружена ртуть антропогенного происхождения в количестве 40-80 ПДК, которая применялась при добыче золота на протяжении мно-

гих десятков лет и, в конечном счете, депонировалась в донные отложения и в настоящее время служит источником вторичного загрязнения.

Концентрация ртути в бентосных организмах на устьевом участке р. Енашино в июле равна: 0,157 мг/кг в - поденках, 0,094 мг/кг - в веснянках, 0,118 мг/кг - в ручейниках, 0,36 мг/кг - в хирономидах. В хищной рыбе ртуть обнаружена в концентрации: 0,076-0,178 мг/кг - в окуне, 0,022 мг/кг - в таймене, 0,0072 мг/кг - в щуке, 0,043 мг/кг - в налиме. Содержание ртути в беспозвоночных и рыбе р. Енашино не превышает фоновые значения, указанные для слабо загрязненных водных экосистем, и свидетельствует о том, что ртуть в воде присутствует в малоактивной форме (Гигиенические требования ..., 1997, Никаноров, Жулидов, 1991).

В р. Дюбокош отмечена повышенная концентрация взвешенных веществ (выше промприбора - 47 мг/л, ниже – 429 мг/л), нитратного азота (10,6 мг/л) и органических веществ (БПК₅ - 6,9 мг/л). Содержание тяжелых металлов, за исключением железа и меди, не превышало ПДК. Избыток в воде железа и меди связан, главным образом, с геохимическими особенностями провинции и, в меньшей мере, с антропогенными факторами. Качество воды определяется 3 классом (вода умеренно загрязненная).

В видовом составе фитопланктона и микрофитоперифитона третьей группы водотоков определено 68 внутривидовых и видовых таксона водорослей из 4 отделов. Наиболее многочисленными по видовому разнообразию представлены диатомовые водоросли. Максимальное количество видов водорослей в пробах фитопланктона отмечено в сентябре (16 видов), в микрофитоперифитоне - в августе (17 видов). Биомасса фитопланктона изменялась в пределах 0,03-0,37 мг/л. В биомассе фитопланктона на большинстве станций доминировали диатомовые водоросли (95,3-99,9%). Значения индекса Шеннона в фитопланктоне за весь сезон исследования изменялись в пределах 1,14-3,28.

Пределы изменения структурных показателей макрозообентоса водотоков, испытывающих в настоящее время пресс от промышленной разработки золота, сдвинуты в сторону деградирующих сообществ. При общем числе обнаруженных видов, равном 81, число видов в основных группах снижено до 29 - хирономид, 14

– поденок, 8 – ручейников, 7 – веснянок. В наиболее загрязненном ручье Безымянка на участке перед хвостохранилищем наблюдается полное отсутствие организмов во все периоды исследований от весны к осени. В водотоках, где бентос обнаружен, его численность колеблется от 275 до 18391 экз./м², биомасса – от 0,1 до 22,9 г/м², индекс видового разнообразия – от 1,04 до 4,2, биотический индекс – от 2 до 10. Из-за большого диапазона значений величин численности и биомассы для третьей группы водотоков расчет средних значений не имеет смысла. По показателям зообентоса воды рек третьей группы представлены всем спектром категорий - от очень грязных до очень чистых. Оценка качества воды в том или ином водотоке третьей группы зависит от интенсивности воздействия и способности биоценозов рек к восстановлению.

Ихтиоценозы водотоков третьей группы подвержены редукции разной степени – замене лососевидного комплекса (хариус, ленок, таймень) карпово-окуневым (елец, окунь, щука, плотва) – вплоть до полного исчезновения рыбы: в руч. Безымянка и р. Дюбокош отмечено полное отсутствие представителей ихтиофауны, в р. Енашино в уловах преобладали представители карповых и окуневых, эпизодически (весной) встречались лососевидные (хариус, таймень).

Участки нижнего течения рр. Теи, Вельмо и ручья Огне относятся к четвертой группе водотоков. Вода рр. Теи и Вельмо характеризуется повышенной концентрацией нитратного азота (0,9-2,0 мг/л). Уровень загрязнения нефтепродуктами составляет 3,0-5,4 ПДК, фенолами – 2,0-5,0 ПДК. Концентрация железа, меди сохраняется высокой: от 4,0 до 11 ПДК. Содержание марганца, никеля, свинца, кобальта, кадмия не превышает ПДК. Ртуть в воде не обнаружена. Класс качества воды - 3 (вода умеренно загрязненная).

В руч. Огне после впадения руч. Безымянки содержание тяжелых металлов увеличивается в десятки раз. Качество воды на данном участке снижается до 5 класса, вода предельно загрязненная. Следует отметить значительное содержание растворенного в воде железа – 4,08 мг/л, а также железа в виде гидроокиси, осаждаемой на поверхности галечников, слагающих русло реки (7,93 г/м²).

Видовой состав фитопланктона и микрофитоперифитона четвертой группы рек определялся 114 внутривидовыми и видовыми таксонами водорослей из 5 отделов. Наиболее многочисленными по видовому разнообразию были диатомовые водоросли (52 видов и разновидностей) и зеленые (42 вида). Количество видов в пробах микрофитоперифитона изменялось от 1 до 29 видов. Биомасса фитопланктона изменялась в пределах 0,02-0,16 мг/л.

В зообентосе четвертой группы водотоков общее число видов равно 77, в том числе по группам: поденок – 21 вид, хирономид – 19, веснянок – 10, ручейников – 8. Численность изменяется в пределах от 80 до 3132 экз./м², биомасса – от 0,1 до 21,5 г/м², средние величины равны соответственно 850 экз./м² и 3,1 г/м². Величина индекса видового разнообразия изменяется в пределах от 0 (руч. Огне ниже впадения руч. Безымянки) до 3,88 (устье р. Теи). Весной в руч. Огне ниже впадения руч. Безымянки и в устье руч. Огне отмечено полное отсутствие бентоса. Биотический индекс зообентоса рек четвертой группы колебался от 1 до 10 (от грязных вод до очень чистых). Ухудшение качества воды рек 4 группы в значительной степени определяется качеством воды впадающих притоков.

В ихтиоценозах водотоков четвертой группы доминируют представители карпово-окуневого комплекса. Лососевидные представлены, в основном, хищниками (тайменем); отмечено отсутствие широколобок.

Полученная информация о состоянии отдельных водотоков по разным показателям позволяет охарактеризовать их следующим образом.

Видовой состав водных ценозов в группе условно чистых рек (1) и в группе рек, находящихся в процессе восстановления после полной или частичной рекультивации (2), оказался наиболее сходным (0,56-0,63) (табл. 3.28). Видовой состав зообентоса всех сравниваемых групп водотоков близок к составу видов, обнаруженных в первой группе условно чистых рек (0,54-0,57). Объясняется это тем, что именно в незатронутых антропогенным воздействием водах – наиболее полный состав зообентоса. В прочих водотоках состав беднее за счет выпадения стенобионтных видов. Высокое сходство фауны дна отмечено также для зообен-

тоса участков, испытывающих прямое (3) и опосредованное (4) воздействие загрязнения (0,59), что свидетельствует о высокой степени влияния загрязненных притоков на биоценозы принимающих их рек. Все остальные сочетания сравниваемых участков имели значительные различия.

По гидрохимическим показателям качество воды для водотоков первой группы соответствует 2 классу (условно чистые), для водотоков второй группы - 3 классу (умеренно-загрязненные), для водотоков третьей группы – 3, 6, 7 классам (от умеренно-загрязненных до очень грязных, чрезвычайно грязных), для водотоков четвертой группы - 3 и 5 классу (от умеренно загрязненных до предельно грязных). Вода руч. Безымянки имеет 6-7 класс качества, очень грязная - чрезвычайно грязная и не пригодна для всех видов водопользования, в результате вторичного загрязнения через донные отложения произошла полная редукция донных биоценозов.

ИС является итогом соотношения общей численности водорослей и численности водорослей-индикаторов сапробности, поэтому между этими показателями должна существовать определенная связь. Замечено, что в процессе эвтрофирования водной среды в ее сообществе происходит сдвиг в сторону увеличения численности мелкоклеточных видов и формирование мелких видов организмов донного сообщества в связи со стрессовыми воздействиями (Михеева, 1990; Щур и др., 1998; Warwick, Clarke, 1994). Самые мелкие клетки наблюдались в микрофитоперифитоне руч. Безымянки. Анализ исследования связи между количеством клеток в миллиграмме биомассы и ИС показал наличие прямой положительной зависимости для фитопланктона и микрофитоперифитона в течение всего периода исследований. В августе для фитопланктона такая связь не обнаружена.

Анализ водорослей-индикаторов сапробности показал, что процент сапробных организмов от общего числа водорослей в бассейне р. Вельмо изменялся от 63% (в микрофитоперифитоне, август, сентябрь) до 85% (в микрофитоперифитоне, июнь). Из общего количества водорослей-индикаторов сапробности водоросли α -ксено, α -олиго, β -бета-мезосапробы составляли 30-43%, β -мезосапробы - от 33 до 44-%, β -мезо, α -мезо, γ -полисапробы - от 14 до 30%. Значения ИС фи-

топланктона на всех станциях составляло 0,70-2,48, от β -олигосапробной до β -мезосапробной. Для каждого месяца исследования от июня к сентябрю происходит увеличение количества проб β -мезосапробной зоны: от 22% в июне, 39% в августе до 88% в сентябре. Изменения значений ИС микрофитоперифитона составляли 0,00-2,85, от β -олигосапробной до α -мезосапробной. Увеличение ИС происходило от июня к сентябрю. Количество проб с классификацией « β -мезосапробная зона или 3 класс качества, удовлетворительной чистоты» составляло в июне – 24%, в августе – 56% и в сентябре – 75%.

Таким образом, по состоянию биоценозов зообентоса качество воды исследуемых водотоков оценено следующим образом: водотоки первой группы – чистые (1-2 класс); водотоки второй группы – умеренно загрязненные, или чистые (3-1 классы); водотоки третьей группы – от очень грязных до очень чистых (6-1 класс); водотоки четвертой группы – от очень чистых до грязных (1-5 классы) (табл. 3.27).

Потенциальная ихтиомасса исследуемых водоёмов определена в пределах 8,0-40,5 кг/га. Антропогенное влияние в виде техногенного воздействия в комплексе с перепромыслом привело к напряженному состоянию популяций ценных видов рыб.

В процессе работ установлено, что на загрязненных участках бассейна р. Вельмо (р. Енашимо, р. Тея ниже п. Тея) произошла редукция ихтиоценозов – лососевидный комплекс, характерный для бытовых условий подобных водотоков, замещен карпово-окуневым.

Бассейн реки Большой Хеты. Ванкорское месторождение нефти расположено в северо-западной левобережной части р. Енисея в зоне заболоченной темнохвойной тайги. Изучаемые водотоки относятся к бассейну р. Большой Хеты и представлены рр. Лодочной, Делинге. Водотоки этих притоков отличаются хорошо развитой поймой. Режим всех рек сходен, значение стока невелико, который равномерно распределяется по сезонам. Причины этого – задержка части влаги половодья озерами и болотами (Корытный, 1991).

Река Большая Хета является левым притоком р. Енисея и берет свое начало из озера Еловое. Общая длина реки 646 км, площадь водосбора 20700 км². Река Лодочная - общая длина 122 км, площадь водосбора 1310 км², левый приток р. Большой Хеты, расположен в зоне лесотундры. Важной гидрологической особенностью территории является слабый естественный дренаж грунтовых вод, что послужило причиной широкого распространения озер. В пределах данного района очень хорошо развита речная сеть, многие водотоки берут начало из озер, соединяясь с другими реками через систему озер в виде цепочки.

Река Делингде длиной 13 км соединяет оз. Делингде с р. Лодочной.

Зоопланктон. В списке видового состава организмов зоопланктона р. Большой Хеты отмечено 20 видов, из них Cladocera - 11, Copepoda - 3, Rotifera - 6 видов.

Диапазон колебаний численности зоопланктона составлял 240-3460 экз./м³, биомассы - 0,6-24,7 мг/м³. По численности преобладали мелкие ветвистоусые ракообразные родов *Bosmina*, *Chydorus sphaericus*, неполовозрелые стадии копепод, коловратки *Kellicottia longispina*, *Euchlanis dilatata*.

В биомассе сообщества основную долю составляли рачки рода *Bosmina* и *Chydorus sphaericus*, коловратки *Euchlanis dilatata*, значительную роль играли крупные, но немногочисленные кладоцеры родов *Daphnia* и *Limnosida*. Плотность зоопланктона – 950 экз./м³ и 6,2 мг/м³.

Зоопланктон р. Лодочной скудный, представлен 5 видами – 4 из них ветвистоусые ракообразные (*Bosmina longirostris* (O.F.M.), *Chydorus sphaericus* (O.F.M.), *Limnosida frontosa* Sars, *Daphnia longiremis* Sars), 1 вид – коловратки (*Euchlanis dilatata* Ehr.). В пробах в небольшом количестве зарегистрированы неполовозрелые стадии веслоногих ракообразных.

Плотность зоопланктона реки невелика – 260 экз./м³ и 1,90 мг/м³. В численности сообщества ведущую роль играют коловратки *Euchlanis dilatata* (58 % от общей численности сообщества) и мелкие ветвистоусые *Bosmina longirostris* (23), в биомассе – крупные ветвистоусые р.р. *Limnosida* и *Daphnia* (39 и 23 % от общей биомассы сообщества соответственно).

В р. Делингде обнаружено 10 видов и групп зоопланктона: 4 – ветвистоусые рачки (*Bosmina obtusirostris* Sars, *Bosmina longispina* Leydig, *Chydorus sphaericus* (O.F.M.), *Daphnia cristata* Sars), 5 – веслоногие (Copepodit Calanoida, Copepodit Cyclopoida, *Cyclops strenuus* Fisch, *Cyclops kolensis* Lill., *Eudiaptomus graciloides* (Lill.), *Heterocope appendiculata* Sars, *Mesocyclops leuckarti* Claus, Nauplii copepoda) и 1 – коловратки (*Proales* sp.).

Структуру зоопланктона реки составляют виды - обитатели чистых водоемов северных широт: в основном, это - веслоногие рачки каляниды *Eudiaptomus graciloides* (Lill.), *Heterocope appendiculata* Sars (неполовозрелые и взрослые стадии) – 58 % от общей численности сообщества и 77 % от общей биомассы, виды р. *Bosmina* – 21 % от общей численности сообщества. Общая численность зоопланктона – 2,1 тыс. экз./м³, биомасса – 36,2 мг/м³.

В зоопланктонном сообществе оз. Делингде зарегистрировано 29 видов, из них Cladocera - 10, Copepoda – 9, Rotifera - 10 видов. Неполовозрелые стадии веслоногих рачков Nauplii copepoda, Copepodit Calanoida, Copepodit Cyclopoida таксономического значения не имеют и учитываются только при расчете количественных структурных характеристик.

Диапазон колебаний величин количественных структурных характеристик зоопланктона в озере составлял 11,0 – 29,3 тыс. экз./м³ и 226,0-675,0 мг/м³. Средняя плотность зоопланктонного сообщества – 19,9 тыс. экз./м³ и 423 мг/м³. Сообщество переката, соединяющего части озера, менее разнообразно, количественные характеристики его ниже, чем озерного сообщества.

Биомассу озерных сообществ определяли крупные ветвистоусые ракообразные, представители водоемов северных территорий - *Limnosida frontosa*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia* sp. В сообществе переката по численности и биомассе доминируют взрослые и неполовозрелые копеподы *Heterocope appendiculata* и *Eudiaptomus graciloides*.

Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера по численности (H_N , бит) для озера составлял $3,12 \pm 0,09$ бит, что свидетельствует о благополучном состоянии сообществ.

Индекс сапробности (S, балл) составляет $1,38 \pm 0,02$ балла. Вода озера относится к классу «чистая», разряду «вполне чистая», α -олигосапробная зона.

Зообентос. В составе зообентоса рек Б. Хета и Делингде выявлено по 13 крупных таксономических групп донных беспозвоночных; в оз. Делингде – 10 таксонов. В озере Делингде отсутствовали поденки, веснянки и водяные жуки, тогда как в других водоемах они входили в состав зообентоса. Пиявки выявлены только в р. Б. Хете, а гаммарусы – в реке и озере Делингде. Наиболее разнообразно во всех водоемах представлены хирономиды и ручейники. Наибольшее видовое многообразие поденок зафиксировано в р. Б. Хете.

Р. Большая Хета. Количественное развитие донной фауны в р. Б. Хете характеризуется неоднородным развитием вдоль русла. Повсеместно в реке преобладали личинки хирономид, их доля в зообентосе колебалась от 37 до 93%. В общую биомассу хирономиды вносили несколько меньше – от 2 до 83%, поскольку в основном представлены мелкоразмерными видами. Структурные показатели хирономид: численность – от 3,6 до 4,5 тыс. экз./м²; биомасса не превышала 1,2 г/м².

Поденки: численность - 18-144 экз./м², биомасса – 18-1640 мг/м², ручейники: – численность – 18-306 экз./м², биомасса – 27-1080 мг/м², олигохеты: численность – 18-216 экз./м², биомасса – 4-495 мг/м².

Наибольшего развития среди поденок достигли *Brachycercus harrisella*, *Ecdyonurus simplicoides* и *Caenis sp.* Наибольшей численности достигали ручейники рода *Apatania*.

Олигохеты в донных сообществах реки встречались единично и не вносили существенного вклада в количественные показатели зообентоса. Максимальная численность и биомасса малощетинковых червей зафиксирована у правого берега – около 200 экз./м² и до 0,5 г/м². Доминантами среди олигохет являлись *Uncinaxis uncinata* и *Pelosclex ferox*.

Личинки мокрецов являлись распространенными обитателями дна, однако их доля в бентосных сообществах не превышала 13% по численности и 31 по биомассе. Максимальное развитие происходило на песчаном грунте.

В группу «прочие» были отнесены малочисленные и редко встречаемые беспозвоночные животные: моллюски, водяные клещи, нематоды, пиявки, веснянки, вислокрылки, водяные жуки и личинки отряда двукрылых насекомых. Доминантами являлись двустворчатые моллюски, которые достигали биомассы на отдельных разрезах до $1,7 \text{ г/м}^2$. Максимально высокая численность (342 экз./м^2) организмов из группы «прочие» зафиксирована за счет клещей.

В целом, наименьшее развитие донной фауны в р. Б. Хете выявлено на песчаных грунтах в пелофильных биоценозах. Численность и биомасса донной фауны здесь составила 36 экз./м^2 и до 36 мг/м^2 соответственно. В пелофильном биоценозе зарегистрированы максимальные для р. Б. Хеты количественные показатели зообентоса - 17 тыс. экз./м^2 и $4,2 \text{ г/м}^2$.

При сравнении степени развития донных сообществ вдоль двух берегов Б. Хеты (табл. 3.28) выявлено, что биомасса зообентоса в правобережных биоценозах достоверно выше, чем в левобережных (критерий Стьюдента составил 3,42 при числе степеней свободы $\nu=6$).

Таблица 3.28. Средние значения численности (над чертой, экз./м^2) и биомассы (под чертой, мг/м^2) зообентоса по берегам в р. Б. Хете, 2005 г.

Группы организмов	Правый берег	Левый берег
Хирономиды	$\frac{5300 \pm 3670}{1230 \pm 80}$	$\frac{1230 \pm 500}{270 \pm 120}$
Поденки	$\frac{90 \pm 43}{556 \pm 370}$	$\frac{81 \pm 42}{290 \pm 190}$
Ручейники	$\frac{86 \pm 52}{686 \pm 240}$	$\frac{86 \pm 74}{286 \pm 270}$
Олигохеты	$\frac{104 \pm 55}{183 \pm 120}$	$\frac{32 \pm 15}{45 \pm 28}$
Мокрецы	$\frac{189 \pm 170}{68 \pm 50}$	$\frac{104 \pm 60}{56 \pm 38}$
Прочие	$\frac{131 \pm 32}{695 \pm 350}$	$\frac{104 \pm 81}{127 \pm 74}$
Общее	$\frac{5900 \pm 3860}{3420 \pm 300}$	$\frac{1590 \pm 620}{1060 \pm 620}$

Среднее значение численности также выше для правобережного зообентоса, однако, вследствие больших колебаний ошибка среднего арифметического оказалась высока и достоверных различий не выявлено. В целом, биомасса всех групп

беспозвоночных, особенно хирономид, была выше в правобережных сообществах реки.

Р. Делингде на исследованном участке представляет собой медленно текущий водоток, шириной около 5-7 м, по берегам произрастают макрофиты.

Полоса леса подходит непосредственно к берегам реки, в связи с чем происходит обогащение дна детритом от листового опада. Зообентос реки характеризуется разнообразным составом донной фауны, количественно преобладали хирономиды. Их доля по численности колебалась от 29 до 63%, по биомассе не превышала 23%. Наибольшее количество хирономид зафиксировано в биоценозах высшей водной растительности - 8,7 тыс. экз./м². Моллюски присутствовали во всех пробах и наибольшей плотности достигали, также как и хирономиды, в зарослях макрофитов. Численность брюхоногих моллюсков (*Choanomphalus rossmaessleri*) на этом биотопе выше, чем двустворчатых (*Bivalvia*), которые в массе развивались в яме под перекатом на заиленном песке. Доля брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) в зообентосе реки не превышала 22%, двустворчатые вносили до 9% численности и 25% биомассы.

Олигохеты в массе развивались совместно с двустворчатыми моллюсками на заиленном песке в яме, где их количественные показатели достигали 154 тыс. экз./м² и 6 г/м². В общую численность зообентоса на заиленных грунтах олигохеты вносили 22, в биомассу – 34 %. Доминантом являлся *P. ferox*. Ручейники обитали в реке повсеместно и наибольшее их количество зафиксировано среди растительности 1 тыс. экз./м². Максимальное развитие, как и в р. Б. Хете, получили ручейники рода *Apatania*. Но на заиленном грунте в яме ручейники представлены крупными формами нескольких видов, которые вносили до 20% биомассы всего зообентоса.

На каменисто-галечном грунте на перекате (особенно у правого берега) зафиксировано массовое развитие личинок двукрылых. Они составляли до 30% численности и 50% биомассы донной фауны. Численность двукрылых в макрофитах значительно ниже, чем на перекате, однако это были относительно крупные

формы. Поэтому их биомасса на каменисто-галечном грунте и в фитофильных сообществах оказалась на одном уровне - около 20 г/м².

Группу «прочие» представляют малочисленные нематоды, водяные клещи, гаммарусы, поденки, веснянки, жуки и вислоккрылки. В биоценозе макрофитов организмы этой группы достигали наибольшего развития (0,5 тыс. экз./м² и 157 г/м²), в основном за счет водяных клещей и поденок. Доля этой группы беспозвоночных в бентосных сообществах не превышала 11% по численности и 24% по биомассе.

В целом, максимальное развитие зообентоса в р. Делинге наблюдалось среди высшей водной растительности, где численность достигала 15,1 тыс. экз./м², биомасса - 47,8 г/м². Наименьшие количественные показатели зафиксированы у левого берега реки на перекате: 1,6 тыс. экз./м² и 4,3 г/м².

Озеро Делинге. Этот водоем состоит из двух плесов (малого и большого), соединенных «перекатом». В донной фауне озера преимущественное развитие получили хирономидные сообщества. Их доля в зообентосе водоема колебалась от 46 до 90%, наибольший вклад в биомассу составил 66%. Максимальное значение численности (8,1 тыс. экз./м²) и биомассы (8,4 г/м²) личинок зафиксировано в малой части водоема. Наименьшие количественные показатели хирономид отмечены на песчаных грунтах (большая часть озера).

После хирономид доминантами в зообентосе являлись моллюски. Совместная доля брюхоногих и двустворчатых составила от 6 до 27 по численности и 21-67 % по биомассе. Количественные показатели развития двустворчатых выше, чем брюхоногих моллюсков. Максимальных величин численности и биомассы двустворчатые моллюски достигли в профундали малой части озера – 3,3 тыс. экз./м² и 11,7 г/м². Там же зарегистрирована наибольшая по водоему биомасса брюхоногих моллюсков - 2,5 г/м².

Олигохеты в зообентосе озера существенной роли не играли, их доля по численности не превышала 18, по биомассе - 28% (в литоральной зоне). Количественные показатели олигохет изменялись в пределах 126-840 экз./м² и 0,4-1,8

г/м². Доминирующим видом, как и в остальных исследованных водоемах, являлся *P. ferox*.

Ручейники в донной фауне озера встречались, в основном, единично. Наибольшее значение они имели в профундальной зоне переката, соединяющей два плеса водоема, где их вклад в биомассу бентосного сообщества составил 33 %. Группа «прочие» объединяет в себе следующие организмы: нематоды, водяные клещи, амфиподы, вислокрылки и личинки двукрылых насекомых. Максимальную долю в биомассу зообентоса (25%) беспозвоночные группы «прочие» вносили на большом плесе озера, где встречались амфиподы.

В целом по водоему наибольшее развитие донного населения отмечено в глубинной зоне, где численность зообентоса достигала 12,1 тыс. экз./м², а биомасса – 18,5 г/м². Минимальные количественные показатели зафиксированы в литорали – 2,1 тыс. экз./м² и 5,2 г/м². Средние значения численности и биомассы донной фауны в глубинной зоне составили $8,6 \pm 2,1$ тыс. экз./м² и $14,8 \pm 6,9$ г/м². В литорали эти показатели несколько ниже: $3,3 \pm 1,2$ тыс. экз./м² и $9,5 \pm 3,4$ г/м². Таким образом, малая часть озера отличается от большей части более слабым развитием донной фауны. Очевидно, это связано с преобладанием песчаного грунта на малом плесе, тогда как на других участках водоема в профундали выявлены заиленные грунты с детритом растительного происхождения, которые являются более продуктивными (табл. 3.29).

Как известно, мелководные и глубоководные зоны озер значительно отличаются по уровню биологической продуктивности донных сообществ. В таблице 3.29 представлены количественные характеристики развития основных групп зообентоса в литоральной и профундальной зонах оз. Делингде.

Выявлено, что количество хирономид в прибрежных зонах озера несколько выше, чем в глубинной части. Тогда как двустворчатые моллюски и ручейники в большей степени развивались в профундали. Сравнительный анализ средних значений показал, что биомасса бентоса в глубоководной зоне достоверно выше, чем в литорали (критерий Стьюдента составил 2,8 при числе степеней свободы $\nu = 8$).

Таблица 3.29. Средние значения численности (над чертой, экз./м²) и биомассы (под чертой, г/м²) зообентоса на мелководной и глубинной зонах в оз. Делингде, 2005 г.

Группы организмов	Литораль	Профундаль
Хирономиды	<u>5060±830</u> 3,56±0,60	<u>3520±2040</u> 3,32±2,52
Брюхоногие моллюски	<u>31±8</u> 0,57±0,14	<u>27±13</u> 3,89±2,73
Двустворчатые моллюски	<u>751±250</u> 2,81±0,70	<u>1440±920</u> 7,60±3,00
Олигохеты	<u>507±96</u> 1,16±0,23	<u>440±200</u> 0,96±0,08
Ручейники	<u>28±21</u> 0,14±0,13	<u>133±35</u> 3,81±0,93
Прочие	<u>123±45</u> 0,50±0,25	<u>133±71</u> 0,99±0,49
Общее	<u>6500±990</u> 8,90±1,18	<u>5700±3200</u> 20,6±3,95

Трофический статус водоема, оцененный по средней биомассе зообентоса, в литорали соответствует «среднему» классу трофности (β-мезотрофный), в профундали – между «повышенным» и «высоким» (α-евтрофный – β-евтрофный). В целом по всему водоему значение биомассы $12,4 \pm 2,2$ г/м² соответствует «повышенному» классу трофности. Биомасса без учета моллюсков, составила в прибрежье $5,5 \pm 0,6$ г/м², в глубинной части – $9,1 \pm 2,7$ г/м².

Таким образом, в ходе исследований выявлено, что преобладающей группой животных среди донного населения всех трех водоемов являлись личинки хирономид (табл. 3.30), которые вносили от 54 (в р. Делингде) до 87% (в р. Б. Хете) в общую численность зообентоса. Наибольшие количественные показатели развития хирономид зафиксированы в озере (466 тыс. экз./м² и 3,5 г/м²). В р. Б. Хете хирономиды представлены мелкоразмерными видами и младшими возрастными стадиями, поэтому при высокой численности (363 тыс. экз./м²) их биомасса (менее 1 г/м²) значительно меньше по сравнению с р. Делингде и оз. Делингде.

В р. Б. Хете наряду с хирономидами общую биомассу зообентоса обуславливали ручейники (22%), поденки (19%) и группа «прочие» (18%).

Таблица 3.30. Средние значения численности (над чертой, экз./м²), биомассы (под чертой, г/м²) и доля организмов зообентоса (в скобках, %) в водоемах на территории Ванкорского месторождения, 2005 г.

Группы организмов	р. Б. Хета	р. Делингде	оз. Делингде
Хирономиды	$\frac{3270 \pm 1880}{0,75 \pm 0,42}$ (87) (34)	$\frac{3700 \pm 1840}{2,14 \pm 0,85}$ (54) (8)	$\frac{4600 \pm 810}{3,49 \pm 0,77}$ (73) (28)
Поденки	$\frac{86 \pm 28}{0,42 \pm 0,19}$ (2) (19)	—	—
Ручейники	$\frac{86 \pm 42}{0,49 \pm 0,18}$ (2) (22)	$\frac{441 \pm 200}{1,40 \pm 0,64}$ (6) (5)	$\frac{60 \pm 23}{1,24 \pm 0,62}$ (1) (10)
Двустворчатые моллюски	—	$\frac{932 \pm 790}{3,85 \pm 2,26}$ (14) (15)	$\frac{958 \pm 310}{4,25 \pm 1,17}$ (15) (34)
Брюхоногие моллюски	—	$\frac{531 \pm 300}{5,89 \pm 2,61}$ (8) (22)	$\frac{30 \pm 6}{1,57 \pm 0,87}$ (1) (13)
Олигохеты	$\frac{68 \pm 30}{0,11 \pm 0,06}$ (2) (5)	$\frac{594 \pm 340}{2,01 \pm 1,36}$ (9) (8)	$\frac{487 \pm 84}{1,09 \pm 1,62}$ (8) (9)
Мокрецы	$\frac{146 \pm 83}{0,06 \pm 0,03}$ (4) (3)	—	—
Двукрылые	—	$\frac{329 \pm 260}{10,2 \pm 5,29}$ (5) (38)	—
Прочие	$\frac{117 \pm 41}{0,41 \pm 0,20}$ (3) (18)	$\frac{248 \pm 92}{0,96 \pm 0,33}$ (4) (4)	$\frac{126 \pm 36}{0,64 \pm 0,23}$ (2) (6)
Общее	$\frac{3740 \pm 1980}{2,24 \pm 0,55}$	$\frac{6780 \pm 2960}{26,4 \pm 9,73}$	$\frac{6260 \pm 1040}{12,4 \pm 2,21}$

Примечание: «прочерк» – группа донных животных малочисленна или отсутствует

Поденки и ручейники в массе обитали на каменистых и песчано-галечных грунтах, в песчаном грунте состав зообентоса был беден и качественно и количественно.

В р. Делингде общая биомасса донного населения складывалась из личинок двукрылых насекомых (38), брюхоногих (22) и двустворчатых (15%) моллюсков. Хирономиды составляли лишь 8 % общей биомассы. Поденки в пробах встречались редко и единичными экземплярами. Количественные показатели развития ручейников в р. Делингде были максимальными среди трех водоемов (0,4 тыс. экз./м² и 1,4 г/м²).

В озере качественный состав зообентоса несколько беднее, чем в реках. Наибольшую долю биомассы вносили двустворчатые моллюски (34) и являлись субдоминантами по численности (15%) после хирономид.

В целом, максимальное развитие зообентоса выявлено в р. Делингде (6,8 тыс. экз./м² при биомассе 26,4 г/м²), в озере общая численность наблюдалась на том же уровне (6,3 тыс. экз./м²), но биомасса была в два раза меньше (12,4 г/м²). Наименее развит зообентос р. Б. Хеты: численность донной фауны здесь составила 3,7 тыс. экз./м² при биомассе 2,2 г/м² (табл. 3.30).

Качество воды, оцененное по состоянию донной фауны, в р. Б. Хете соответствует II классу («чистые» воды), в реке и озере Делингде – III класс («умеренно загрязненные»).

Река Барга (бассейн р. Кана). В вегетационный период (июнь - сентябрь) 2007 и 2012 гг. в р. Барге (левый приток р. Кана), принимающей карьерные воды Бородинского угольного разреза) были проведены работы по исследованию качества воды этого водотока. Кроме того, исследовали два водоема, образованных путем зарегулирования р. Барги – пруд у села Глубоково и Баргинское водохранилище, вода которого используется для хозяйственно-бытовых и питьевых целей жителями г. Бородино. В реке было намечено 4 станции отбора проб (от верховья к низовью): 1 – 300 м ниже по течению от места сброса карьерных вод; 2 – 100 м выше впадения р. Барги в п. Глубоково; 3 – ниже плотины п. Глубоково; 4 – ниже плотины Баргинского водохранилища.

Исследованные станции характеризовались вариабельностью условий обитания зообентоса, поскольку отличались скоростью течения, глубиной, температурным режимом, характером грунта, степенью зарастаемости и составом макрофитов. Как следствие, качественное и количественное развитие донной фауны на исследованном участке реки носило крайне неоднородный характер. Всего в зообентосе реки выявлено 106 видов и форм беспозвоночных животных из 17 таксономических групп. Ведущее положение в качественном отношении занимали личинки хирономид – 55 видов; субдоминанты - ручейники (17 видов). Видовой состав хирономид на различных станциях и в течение сезона существенно варьи-

ровал. Наиболее массовыми видами являлись: *Syndiamesa orientalis*, *Diamesa baicalensis*, *Micropsectra praecox*, *Krenopelopia binotata*, *Prodiamesa olivacea*, *D. baicalensis*, *Cricotopus* гр. *bicinctus*, *Rheocricotopus brunensis*, *Microtendipes pedellus*, *Glyptotendipes paripes* и *G. glaucus*. Олигохеты представлены в основном тубифицидами *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus hoffmeisteri*. Кроме того, только на станции 1 обитали крупные черви *Eiseniella tetraedra*, а на станции 4 - *Nais communis*. Среди ручейников наибольшей плотности достигали *Hydropsyche pellucidula*, *H. angustipennis* и *Ceraclea excisa*. Следует отметить часто встречаемых личинок двукрылых *Tipula*, а на станции 3 – еще и *Simulium*. Амфиподы *Gammarus lacustris* в массе отмечены лишь на этой станции.

В районе сброса карьерных вод (станция 1) сформировался литореофильный биоценоз донной фауны с элементами пелофильного комплекса в наиболее заиленных участках дна. Зообентос представлен 33 видами. Основу донного населения составляли хирономиды и олигохеты (табл. 3.31), которые вносили 40 и 32 % общей численности соответственно. Биомассу в равных долях формировали крупные олигохеты, личинки двукрылых и ручейников.

Таблица 3.31. Численность (тыс. экз./м², над чертой) и биомасса (г/м², под чертой) основных групп зообентоса в исследованных водных объектах, 2007 г.

Водные объекты	Хирономиды	Олигохеты	Ручейники	Поденки	Моллюски	Пиавки	Гаммарусы	Прочие
р. Барга - станция 1	<u>0,53</u> 0,50	<u>0,42</u> 2,84	<u>0,15</u> 3,15	—	—	—	—	<u>0,21</u> 2,53
р. Барга - станция 2	<u>0,50</u> 0,99	<u>1,72</u> 2,42	—	—	—	—	—	<u>0,09</u> 2,56
р. Барга - станция 3	<u>1,55</u> 2,25	—	<u>0,63</u> 10,2	—	<u>0,14</u> 8,40	<u>0,40</u> 8,82	<u>0,49</u> 7,32	<u>0,33</u> 1,70
р. Барга - станция 4	<u>3,40</u> 5,20	<u>2,43</u> 1,33	<u>0,48</u> 6,09	<u>0,28</u> 0,45	<u>0,21</u> 3,22	—	—	<u>0,22</u> 3,62
Пруд у с. Глубоково	<u>2,65</u> 8,39	<u>4,65</u> 4,69	—	—	—	—	—	<u>0,26</u> 6,56
Баргинское водохранилище	<u>4,41</u> 4,42	<u>1,83</u> 0,85	<u>0,15</u> 0,61	<u>0,16</u> 0,20	<u>0,41</u> 8,36	—	—	<u>0,61</u> 3,81

Примечание: прочерк – группа беспозвоночных отсутствует или малочисленна

На станции 2 характер реки и, соответственно зообентоса, существенно изменился по сравнению со станцией 1. В условиях заболоченности окружающей местности и сильной заиленности грунта преимущество получил пелофильный биоценоз. Донная фауна состояла из 25 видов и весной носила хирономидный, а в последствии - олигохетный характер. Олигохеты вносили 75% численности и 40% биомассы; доля хирономид составила 22 и 17% соответственно. Высокая биомасса группы «прочие» (табл. 3.31) обусловлена единичными личинками двукрылых, гаммарусами и моллюсками.

На выходе из п. Глубоково (станция 3) зообентос реки сформирован из двух смешанных биоценозов: фитофильного и литореофильного. Их развитию способствует быстрое течение реки, наличие каменисто-галечного грунта и обилие нитчатых водорослей.

Зообентос здесь значительно богаче (53 вида), чем в верховье реки, при этом наблюдалось отсутствие олигохет. Количественно преобладали хирономиды (табл. 3.31), внося 44% общей численности зообентоса. Основу биомассы в совокупности составляли ручейники, брюхоногие и двустворчатые моллюски, пиявки, гаммарусы; доля каждой группы колебалась от 20 до 26%. Группу «прочие» представляли постоянные обитатели дна - личинки поденок и двукрылых, не достигшие, однако, высокой плотности.

На станции 4 условия обитания зообентоса и характер биотопа аналогичны станции 3, однако увеличение заиленности грунта привело к появлению представителей пелофильного биоценоза, в частности олигохет-тубифицид. Донная фауна насчитывала 49 видов. Вклад хирономид и олигохет в общую численность зообентоса составил 48 и 35% соответственно (табл. 3.31). Основу биомассы формировали ручейники (31) и хирономиды (26%).

Пруд у с. Глубоково – мелководный, слабопроточный водоем, заболоченный в зоне подпора р. Барги, где плотно произрастает разнотипная высшая водная растительность. Дно пруда покрыто сильно заиленным песком с большим количеством детрита, что благоприятно для развития олигохет-тубифицид. В донной фауне выявлено 54 вида беспозвоночных животных. Зообентос можно охарактери-

зовать как олигохетно-хириномидный (табл. 3.31), при этом первые преобладали численно (62%), а вторые вносили наибольшую долю биомассы (43%). Основным доминантом среди хирономид являлся *Tanypus punctipennis*. Среди прочих животных часто, но единично, встречались вислоккрылки, пиявки и ручейники, которые составили в среднем за сезон 33% общей биомассы.

Баргинское водохранилище – водоем с глубинами 1-2 м, ямы глубиной до 6 м зафиксированы только в приплотинной зоне. Дно водоема илистое с большим количеством детрита. Вся акватория заселена макрофитами, что создает благоприятные условия для бурного развития фитофильного биоценоза. Всего в зообентосе определен 71 вид донных беспозвоночных. Хирономиды преобладали в течение сезона, составляя 58% общей численности; доля олигохет - 24% (табл. 3.31). Наибольший вклад в биомассу вносили брюхоногие моллюски – 46 %, субдоминантами являлись хирономиды - 24%. Представители группы «прочие» (единичные и крупные организмы - стрекозы, пиявки и др.) - 21% общей биомассы. Постоянным обитателем глубинных участков являлись личинки комара коретры. Пространственное распределение зообентоса в водоеме неоднородно. С увеличением глубины и в отсутствии макрофитов наблюдалось обеднение донных сообществ. Кроме того, в зоне подпора р. Барги плотность донной фауны (10,5 тыс. экз./м²) была выше, чем в остальных районах водоема (6,5 тыс. экз./м²), за счет массового развития разнообразных фитофилов. Олигохеты, напротив, в большем объеме распространились у плотины.

В ходе исследований было выявлено, что донное население каждой станции р. Барга представляет собой отдельные сообщества, различающиеся видовым составом, доминирующими группами и количественными характеристиками. Коэффициент общности видового состава Серенсена – Чекановского (K_{SC}) (Песенко, 1982) между исследованными станциями не превышал 0,35, что свидетельствует о низком качественном сходстве зообентоса. Наибольшее сходство видового состава ($K_{SC}=0,62$) зафиксировано между водохранилищем и рекой ниже него (станция 4).

Сезонная динамика зообентоса в исследованных водоемах характеризовалась в целом увеличением количественных показателей к осени, за исключением

станции 1, где численность и биомасса донного сообщества оставались на одном уровне в течение сезона. В пространственном аспекте выявлено, что по мере удаления от места сброса карьерных вод численность и биомасса зообентоса возрастали (рис. 3.5).

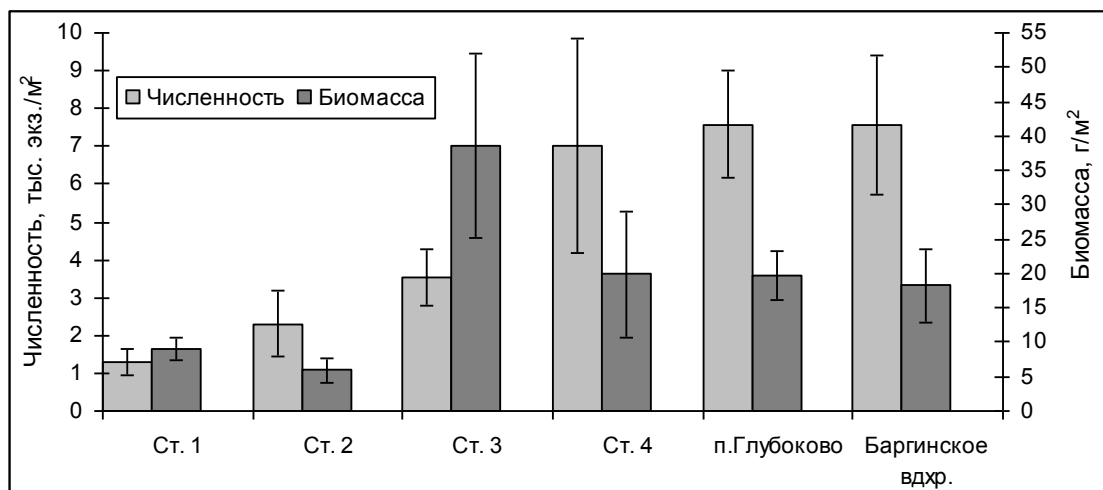


Рисунок 3.5. Пространственная динамика численности и биомассы зообентоса в р. Барге, в пруду Глубоково и в Баргинском водохранилище, 2007 г.

Наибольшей численности (около 7,5 тыс. экз./м²) зообентос достигал в пруду, водохранилище и в реке на станции 4. Максимум биомассы отмечен в реке ниже пруда (станция 3) – около 40 г/м².

В достаточно чистых водоемах донные сообщества в хорошо аэрируемых участках дна характеризуются высоким видовым разнообразием. По мере увеличения загрязнения или эвтрофирования водоема происходит снижение видового разнообразия. Модификация индекса видового разнообразия Шеннона (H), предложенная Вильмом и Доррисом, используется в качестве показателя степени загрязнения вод. Считается, что $H > 3$ соответствует чистым, H от 1 до 3 - загрязненным, $H < 1$ - грязным водам (Финогенова, Алимов, 1976).

Максимальные значения $H=3,1$, указывающие на категорию «чистых» вод, выявлены в р. Барге на станциях 3 и 4, т.е. ниже плотин пруда и водохранилища. Для них же характерно и более высокое число видов зообентоса (табл. 3.32). На остальных участках реки и в водоемах H соответствует «загрязненным» водам.

Интегральная оценка степени загрязнения вод по составу донных сообществ выявила наихудшее качество воды в пруду у с. Глубоково и в реке выше него (станция 2), вода здесь относится к категории «Загрязненных» IV класса (табл. 3.32). На остальных участках реки и в Баргинском водохранилище вода в целом соответствует III классу качества «Умеренно загрязненная».

Таблица 3.32. Некоторые количественные характеристики донных сообществ и оценка качества воды исследованных водных объектов, 2007 г.

Водные объекты	Число видов	H, бит	S	БИ, балл	G, %	P/R
р. Барга - ст. 1	33	2,8	2,50 (III)	5 (III)	27 (II)	0,35
р. Барга - ст. 2	25	1,9	3,23 (IV)	3 (V)	55 (IV)	0,4
р. Барга - ст. 3	53	3,1	2,28 (III)	6 (III)	—	0,1
р. Барга - ст. 4	49	3,1	2,42 (III)	6 (III)	45 (III)	0,3
пруд у с. Глубоково	54	2,2	3,04 (IV)	—	59 (IV)	0,3
водохранилище	71	2,4	2,50 (III)	—	24 (II)	0,3

Примечание: прочерк – индекс не рассчитывался;

римскими цифрами в скобках указан класс качества вод (ГОСТ 17.1.3.07-82)

Известно, что антропогенное воздействие сказывается не только на структурных, но и функциональных, в том числе продукционных показателях гидробионтов. Для оценки этого влияния в качестве обобщающей функциональной характеристики донных сообществ принято использовать отношение продукции сообщества к суммарным тратам на обменные процессы организмов (P/R), или показатель изменения количества энергии, рассеиваемой донным сообществом. Наиболее стабильными являются сообщества чистого участка, для них же характерны и более низкие значения P/R . При стрессовых воздействиях на экосистему величина P/R увеличивается (Биоиндикация экологического состояния..., 2007).

Для зообентоса р. Барги минимальная величина $P/R=0,1$ (табл. 3.32) отмечена на станции 3 (ниже плотины пруда) и характерна для чистых водоемов. Тогда как выше пруда донная фауна реки испытывает стрессовые воздействия ($P/R=0,4$), что подтверждается и низким видовым разнообразием ($H=1,9$).

Отрицательное воздействие поступающих в реку карьерных вод угольного разреза на донную фауну наиболее сильно выражено выше пруда у с. Глубоково. Ниже пруда структурно-функциональные характеристики донных сообществ (число видов в пробах, общее число видов в зообентосе, видовое разнообразие, значения численности, биомассы, продукции и деструкции) увеличивались. Можно предположить, что пруд является накопителем привнесенных рекой загрязняющих веществ с карьера. Очевидно, массовое развитие олигохет в водоеме способствует естественному процессу самоочищения, вследствие чего качество воды ниже пруда улучшается.

По результатам исследований, проведенных в 2012 г., в составе зообентоса реки выявлено 39 видов и форм беспозвоночных животных, относящихся к 17 таксономическим группам. Ведущее положение в качественном отношении занимали личинки двукрылых насекомых – 19 видов; остальные группы представлены 1 – 3 видами.

Станция 1. Видовой состав зообентоса в 2012 г. был очень беден и представлен лишь 9 видами беспозвоночных животных из 6 таксономических групп: олигохеты, пиявки, ручейники, мокрецы, болотницы и хирономиды. Наиболее часто встречались и доминировали в пробах ручейники *Hydropsyche pellucidula*, хирономиды – ортокладиины *Syndiamesa orientalis* и личинки двукрылых – болотницы *Dicranota bimaculata*.

Количество видов в пробах не превышало 5. Значения индекса видового разнообразия Шеннона (H) были крайне низкими (от 0,5 до 1,4 бит, в среднем за сезон – 1,0 бит.), что указывает на резкое преобладание только одного вида и в целом на упрощенную структурную организацию донного сообщества. Известно, что значение H около 3 бит является показателем достаточно высокого уровня разнообразия сообществ (Алимов, 1989).

Сезонная динамика донного сообщества характеризовалась преобладанием ручейников и личинок - болотниц в июне (таблица 3.33). Они составляли 45 и 40 % общей численности соответственно. При этом основу биомассы (77%) вносили ручейники. В июле лидирующее положение заняли хирономиды – более 60 % об-

щей численности и биомассы донного населения. В то же время отмечен высокий уровень развития олигохет - тубифицид (в таблице 3.33 – представители группы «прочие»). В конце вегетационного сезона в зообентосе доминировали ручейники – 75% общей численности и 93% общей биомассы.

Таблица 3.33 – Сезонная динамика численности (экз./м², над чертой) и биомассы (г/м², под чертой) основных групп зообентоса в р. Барга (станция 1 – 300 м ниже сброса карьерных вод), 2012 г.

Группы животных	Июнь	Июль	Сентябрь	Среднее за сезон
Хирономиды	$\frac{28}{0,09}$	$\frac{341}{0,99}$	$\frac{13}{0,01}$	$\frac{140 \pm 106}{0,40 \pm 0,30}$
Ручейники	$\frac{84}{1,79}$	$\frac{28}{0,60}$	$\frac{160}{1,76}$	$\frac{91 \pm 29}{1,33 \pm 0,47}$
Двукрылые	$\frac{74}{0,46}$	$\frac{43}{0,25}$	$\frac{13}{0,03}$	$\frac{40 \pm 21}{0,22 \pm 0,13}$
Прочие	—	$\frac{192}{0,23}$	$\frac{27}{0,09}$	$\frac{82 \pm 71}{0,12 \pm 0,09}$
Общее	$\frac{186 \pm 37}{2,33 \pm 0,81}$	$\frac{577 \pm 236}{1,47 \pm 0,52}$	$\frac{213 \pm 67}{1,89 \pm 0,98}$	$\frac{343 \pm 106}{1,85 \pm 0,41}$

Примечание: прочерк – группа животных отсутствует

Общая численность в течение сезона варьировала в пределах от 80 до 874 экз./м²; колебания биомассы составили 0,32 – 3,7 г/м². Средние значения численности и биомассы зообентоса за каждую биосъемку оказались близки, в целом за сезон составляя 343 экз./м² и 1,9 г/м² соответственно (таблица 3.33). Годовая продукция донного сообщества на ст. 1 – около 6 г/м²

Станция 2. В 2012 г. донная фауна на ст. 2 состояла из 37 видов и форм донных беспозвоночных, относящихся к 17 таксономическим группам. Наибольшее видовое разнообразие (17 видов) отмечено среди личинок двукрылых насекомых, из них в семействе хирономид – 12 видов. Остальные таксоны (моллюски, олигохеты, пиявки, гаммарусы, водяные жуки и клопы, вислокрылки, веснянки, поденки и ручейники) представлены 1-2 видами животных.

Видовой состав хирономид претерпевал существенные изменения в течение сезона. Так, в июне хирономиды были представлены в основном личинками *Or-*

thoclaadiinae – *Syndiamesa nivosa*; в июле им на смену пришла *Prodiamesa olivacea*, которая является характерным обитателем железистых ручьев и родников (Шахматова и др., 2000). К осени численность хирономид в зообентосе существенно снизилась, и было зафиксировано только 3 вида: *P. olivacea*, *Cryptochironomus defectus* и *Paracladius conversus*.

Группу олигохет представляли исключительно тубифициды – *T. tubifex* и *L. hoffmeisteri*. Остальные таксоны беспозвоночных животных были малочисленны и встречались эпизодически, вследствие чего отнесены в группу «прочие» (таблица 3.34).

Таблица 3.34 – Сезонная динамика численности (экз./м², над чертой) и биомассы (г/м², под чертой) основных групп зообентоса в р. Барге (станция 2 – 100 м выше впадения в пруд у села Глубоково), 2012 г.

Группы животных	Июнь	Июль	Сентябрь	Среднее за сезон
Хирономиды	$\frac{642 \pm 160}{4,17 \pm 1,35}$	$\frac{751 \pm 566}{1,85 \pm 1,36}$	$\frac{84 \pm 34}{0,25 \pm 0,13}$	$\frac{477 \pm 179}{2,11 \pm 0,72}$
Олигохеты	$\frac{1300 \pm 820}{2,44 \pm 1,41}$	$\frac{5130 \pm 1050}{6,92 \pm 1,51}$	$\frac{400 \pm 196}{0,83 \pm 0,36}$	$\frac{2110 \pm 640}{3,19 \pm 0,891}$
Прочие	$\frac{16 \pm 9}{0,09 \pm 0,07}$	$\frac{63 \pm 22}{0,86 \pm 0,42}$	$\frac{143 \pm 32}{7,08 \pm 2,98}$	$\frac{74 \pm 19}{2,78 \pm 1,28}$
Общее	$\frac{1960 \pm 930}{6,70 \pm 2,67}$	$\frac{5950 \pm 1400}{9,63 \pm 2,70}$	$\frac{608 \pm 251}{8,06 \pm 2,95}$	$\frac{2650 \pm 740}{8,04 \pm 1,54}$

Число видов в пробах варьировало от 2 до 12. Пределы колебания индекса видового разнообразия Шеннона в течение сезона составили 1,0 – 2,8 бит. Максимальные значения индекса зафиксированы в начале лета и осенью. Среднее за сезон значение $H = 1.9$ указывает на не достаточно высокий уровень разнообразия донного сообщества.

Таким образом, анализ видовой структуры зообентоса на ст. 2 показал, что, несмотря на относительно высокое число видов в пробах, система склоняется к однородности и доминированию каких-то отдельных ее элементов, т.е. к упрощению. Следовательно, происходит снижение стабильности и выносливости экосистемы к воздействию внешних факторов среды, в том числе и к антропогенному влиянию.

Сезонная динамика бентосного сообщества характеризовалась стойким доминированием олигохет в течение всего сезона (таблица 3.34). Их вклад в общую численность зообентоса составил 66% в начале и конце сезона, а в середине лета увеличился до 86%.

Биомассу в период исследования формировали различные группы зообентоса. В июне основной вклад вносили хирономиды – 62% от общей биомассы; в июле – олигохеты (72%), а сентябре – брюхоногие моллюски и в меньшей степени ручейники (их совместный вклад составил 88%).

Максимальные количественные показатели донной фауны зафиксированы в июле – 6 тыс. экз./м² и 10 г/м², за счет массового развития олигохет. Годовая продукция составила 24 г/м².

Пруд у с. Глубоково. В донной фауне пруда в 2012 г. выявлено 29 видов беспозвоночных животных из 7 таксономических групп; большинство из них (18 видов) относится к семейству хирономид. Брюхоногие моллюски представлены 3 видами, остальные группы (нематоды, олигохеты, пиявки, водяные жуки и клопы) включали 1-2 вида животных.

Основу донной фауны составляли хирономиды. В начале лета хирономидный комплекс был не богат, его основу составляли *Tanypus punctipennis*, *Paratendipes albimanus*. В июле лидирующие позиции заняли *T. punctipennis* и *Chironomus plumosus*. Последний вид продолжал доминировать в группе хирономид до конца сезона. Эпизодически наблюдалась высокая численность *Cricotopus sylvestris*, *Ch. nigricans* и *Endochironomus tendens*.

Обилие детрита и сильная заиленность грунта являются благоприятными условиями для массового развития олигохет – тубифицид (*T. tubifex*, *L. hoffmeisteri*), которые совместно с хирономидами формировали донные сообщества пруда.

Представители других систематических таксонов донных беспозвоночных отнесены в группу «прочие» (таблица 3.35), поскольку встречались однократно и не играли существенной роли в формировании продукции зообентоса. Лишь в начале лета отмечались крупные брюхоногие моллюски *Radix ovata* и *R. stagnalis*, которые имели существенный вес в общей биомассе донного сообщества.

Таблица 3.35 – Сезонная динамика численности (экз./м², над чертой) и биомассы (г/м², под чертой) основных групп зообентоса в пруду у с. Глубоково, 2012 г.

Группы животных	Июнь	Июль	Сентябрь	Среднее за сезон
Хирономиды	$\frac{181 \pm 83}{0,50 \pm 0,26}$	$\frac{1130 \pm 310}{4,52 \pm 0,65}$	$\frac{879 \pm 163}{5,03 \pm 1,44}$	$\frac{729 \pm 162}{3,35 \pm 0,78}$
Олигохеты	$\frac{335 \pm 111}{0,95 \pm 0,36}$	$\frac{339 \pm 147}{1,11 \pm 0,39}$	$\frac{116 \pm 21}{0,22 \pm 0,07}$	$\frac{264 \pm 64}{0,76 \pm 0,20}$
Прочие	$\frac{42 \pm 12}{27,1 \pm 17,6}$	—	$\frac{51 \pm 23}{0,86 \pm 0,35}$	$\frac{31 \pm 10}{9,31 \pm 6,52}$
Общее	$\frac{581 \pm 138}{34,0 \pm 15,8}$	$\frac{1470 \pm 270}{5,63 \pm 0,59}$	$\frac{1050 \pm 180}{6,11 \pm 1,39}$	$\frac{1030 \pm 150}{15,3 \pm 6,23}$

Примечание: прочерк – группа животных отсутствует

Число видов беспозвоночных в пробах колебалось от 5 в начале лета до 14 осенью. Индекс видового разнообразия Шеннона H в июне был низок (в среднем 2,0 бит) и в последствии несколько возрос до 2,3 бит. Среднесезонное значение H составило 2,2 бит.

Сезонная динамика количественных показателей донной фауны характеризовалась преобладанием олигохет и хирономид в течение всего периода исследований (таблица 3.35). В начале лета олигохеты вносили 58% общей численности зообентоса, основу биомассы (80%) формировали брюхоногие моллюски. В последствии, лидирующее положение заняли крупные хирономиды, составляя 77 – 84% общей численности и биомассы сообщества. Минимальное развитие хирономид наблюдалось в июне, впоследствии их плотность возросла. Олигохеты, напротив, к осени количественно обеднели.

Таким образом, общая численность зообентоса возрастала к июлю (за счет хирономид), а пик биомассы наблюдался в июне (за счет брюхоногих моллюсков). Средняя за сезон численность составила 1,0 тыс. экз./м², биомасса – 15,3 г/м². Продукция донного сообщества - 46 г/м², продукция «мягкого» бентоса, т.е. без моллюсков - 18 г/м². Трофический статус водоема в июне оценивался как β -евтрофный «Высокого» класса с переходом к осени до α -мезотрофного «Умеренного» класса; среднесезонное значение биомассы 15,3 г/м² соответствует α -

евтрофному «Повышенному» классу. По биомассе «мягкого» бентоса (6 г/м^2) трофический статус водоема оценивается как β -мезотрофный «Средний».

Баргинское водохранилище. Зообентос водоема в 2012 г. включал 45 видов беспозвоночных, наибольшее значение имели личинки комаров – хирономиды (16 видов). Помимо хирономид обычными представителями зообентоса являлись ручейники (6 видов), поденки и брюхоногие моллюски – по 3 вида. Видовое разнообразие олигохет сводилось к 4 видам; остальные группы беспозвоночных (*Bivalvia*, пиявки, водяные клещи, гаммарусы, стрекозы, вислоккрылки, личинки жуков и бабочек и др.) представлены 1 – 2 видами и совмещены в группу «прочие» (таблица 3.36).

Хирономидное сообщество характеризовалось нестабильностью и неоднородностью доминирующего комплекса в связи с невысоким распространением. Наиболее часто в зообентосе встречались *Endochironomus albipennis*, *Chironomus nigricans*, *Ch. plumosus*, *Limnochironomus lobiger*.

Основным представителем фауны ручейников являлся *Leptocerus tineiformis*, реже встречался *Cyrrnus fennicus*, остальные виды ручейников регистрировались однократно. Отряд поденок состоял в основном из видов *Caenis*.

Таблица 3.36 – Сезонная динамика численности (экз./м², над чертой) и биомассы (г/м², под чертой) основных групп зообентоса в Баргинском водохранилище, 2012 г.

Группы животных	Июнь	Июль	Сентябрь	Среднее за сезон
Хирономиды	$\frac{313 \pm 97}{1,80 \pm 0,69}$	$\frac{100 \pm 46}{1,37 \pm 0,58}$	$\frac{66 \pm 33}{0,07 \pm 0,03}$	$\frac{160 \pm 44}{1,08 \pm 0,33}$
Олигохеты	$\frac{933 \pm 540}{5,65 \pm 4,07}$	$\frac{80 \pm 51}{0,19 \pm 0,09}$	$\frac{60 \pm 52}{0,17 \pm 0,16}$	$\frac{358 \pm 197}{2,00 \pm 1,42}$
Поденки	$\frac{240 \pm 151}{0,37 \pm 0,22}$	—	$\frac{363 \pm 190}{0,42 \pm 0,21}$	$\frac{201 \pm 84}{0,26 \pm 0,10}$
Ручейники	$\frac{107 \pm 43}{9,93 \pm 6,16}$	—	$\frac{72 \pm 25}{0,27 \pm 0,14}$	$\frac{60 \pm 19}{3,40 \pm 2,23}$
Моллюски	$\frac{233 \pm 85}{27,2 \pm 14,2}$	$\frac{27 \pm 20}{1,03 \pm 0,97}$	$\frac{236 \pm 142}{11,9 \pm 5,47}$	$\frac{165 \pm 57}{13,4 \pm 5,45}$
Прочие	$\frac{120 \pm 34}{3,09 \pm 0,90}$	$\frac{107 \pm 50}{0,32 \pm 0,16}$	$\frac{59 \pm 27}{0,35 \pm 0,20}$	$\frac{95 \pm 22}{1,26 \pm 0,43}$
Общее	$\frac{1950 \pm 690}{48,0 \pm 25,1}$	$\frac{313 \pm 72}{2,91 \pm 0,96}$	$\frac{887 \pm 327}{13,3 \pm 5,90}$	$\frac{1050 \pm 290}{21,4 \pm 9,35}$

Примечание: прочерк – группа животных отсутствует

Илистое дно водоема заселяли пелофильные виды олигохет *T. tubifex*, *L. hoffmeisteri*. Среди моллюсков наиболее распространенными видами являлись *Valvata piscinalis*, в меньшей степени, *Physa fontinalis*, а также представители рода *Radix*, обитающие на мелководье и среди макрофитов.

В Баргинском водохранилище зарегистрирован представитель планктобентоса *Chaoborus flavicans* (личинка перистоусого комара коретры) - один из обычных обитателей многих водохранилищ. В темное время суток личинки коретры находятся в толще воды и интенсивно питаются, при дневном освещении они опускаются на дно и погружаются на несколько сантиметров в иловые отложения. Хаоборус предпочитает большие глубины и низкие температуры воды.

Число видов в пробах изменялось от 1 (июль) до 17 (июнь). Индекс видового разнообразия Шеннона оказался максимален в июне – 2,5 бит, среднее значение составило 2,3.

Сезонная динамика развития зообентоса характеризовалась максимальными величинами в июне (таблица 3.36). Количественно в то время преобладали олигохеты, принося примерно 50 % общей численности донного сообщества. Основу биомассы составляли моллюски – 57 %. Высокая биомасса группы «прочие» в июне обусловлена малочисленными, но крупными вислокрылками, личинками двукрылых, гаммарусами, пиявками.

В июле произошел спад количественных показателей: поденки и ручейники отсутствовали, остальные группы были малочисленны. В дальнейшем наблюдался подъем за счет поденок и моллюсков, которые и составляли основу зообентоса осенью. В среднем за сезон доля олигохет составила более 30%; хирономиды, поденки и моллюски дополняли сообщество. Биомассу обуславливали моллюски (63%).

Трофический статус водоема, оцененный по средним значениям биомассы, в июне соответствовал «Очень высокому» классу (гипертрофный); в дальнейшем трофность снизилась до «Умеренного» класса (α -мезотрофного); осенний статус определен как «Повышенный» α -евтрофный. Среднесезонное значение (21,4 г/м²) характеризует водоем как β -евтрофный «Высокого» класса. Однако по биомассе

«мягкого» бентоса (8 г/м^2), т.е. без моллюсков, трофический статус водоема оценивается как β -мезотрофный «Средний». Годовая продукция всего бентосного сообщества составила 64 г/м^2 , продукция «мягкого» бентоса – 24 г/м^2 .

Межгодовая динамика в развитии зообентоса исследованных водных объектов. Сравнительный анализ данных за два этапа исследований (2007 и 2012 гг.) выявил ряд существенных изменений, произошедших в донных сообществах всех исследованных водных объектов. Наиболее значительные изменения зафиксированы в видовой структуре зообентоса. Прежде всего – это обеднение видового состава, т.е. исчезли многие виды беспозвоночных из разнообразных таксономических групп, которые являлись не только редкими, но и постоянно встречаемыми в 2007 г. В большей степени обеднел видовой состав отрядов ручейников и двукрылых. Доминирующие комплексы зообентоса, в целом, сохранились прежними, но качественно обеднели. Как следствие, в некоторых биоценозах произошло падение индекса видового разнообразия Шеннона, и несколько изменилось процентное соотношение основных групп зообентоса. Общие количественные характеристики донных сообществ также снизились, особенно численность (рис. 3.6). Сезонная динамика развития зообентоса в 2012 г. носила иной характер, нежели в 2007 г. Следует более подробно рассмотреть выявленные изменения по каждому водному объекту.

На ст. 1 видовой состав зообентоса в 2012 г. уменьшился с 33 до 9 видов, в основном за счет выпадения представителей двукрылых и ручейников. Из 21 вида двукрылых осталось только 5; в группе ручейников зафиксирован 1 вид, тогда как ранее отмечалось 5. Постоянные обитатели донного биоценоза двукрылые – долгоножки *Tipula* в настоящее время отсутствуют, как и многие другие часто встречаемые виды. Резко сократилось количество видов в пробах – не более 5, тогда как в 2007 г. в пробах фиксировали до 19 видов. Соответственно произошло существенное снижение индекса видового разнообразия Шеннона – с 2,8 (2007 г.) до 1,0 бит (2012 г.). Общие количественные характеристики донного сообщества так же значительно упали: численность - в 4 раза, биомасса – в 5 раз (рис. 3.6).

Таким образом, в настоящее время можно констатировать произошедшую за 5-летний период деградацию донного сообщества в районе сброса карьерных вод.

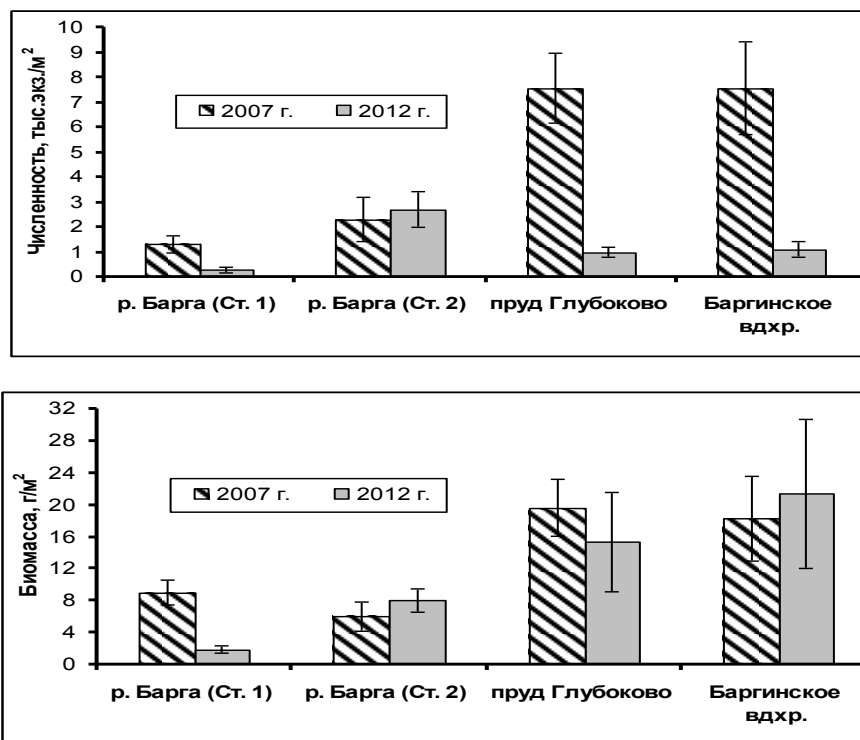


Рисунок 3.6. Межгодовая динамика численности и биомассы зообентоса исследованных водных объектов

Для зообентоса реки на ст. 2 список видов не уменьшился, а напротив, расширился на 12 видов за счет редких и единичных представителей многих таксономических групп (поденок, ручейников, стрекоз, вислокрылок, пиявок, водяных жуков и клопов, личинок двукрылых). Тогда как доминирующий комплекс хирономид, ранее представленный несколькими видами (*Syndiamesa orientalis*, *S. nivosa*, *S. branickii*, р. *Diamesa*, *P. olivacea*, *Heterotrissocladius marcidus*), в настоящее время уменьшился до 1-2 видов (*S. nivosa*, *P. olivacea*). В начале лета 2012 г. увеличились количественные показатели олигохет (1,3 тыс. экз./м² и 2,5 г/м²), тогда как в этот же период в 2007 г. численность и биомасса составляла всего 0,3 тыс. экз./м² и 0,6 г/м². Соответственно, снизилась доля хирономид в зообентосе – от 63% численности в 2007 г. до 33% в 2012 г.

Таким образом, зообентос, ранее носивший хирономидный характер в начале лета и олигохетный – к осени, в настоящее время стал преимущественно олигохет-

ным в течение всего сезона. Пик в развитии олигохет и хирономид ранее отмечался в сентябре, сейчас сдвинулся на июль. Возможно, это связано с общими климатическими особенностями 2012 года, которые повлияли на сроки вылета личинок амфибиотических насекомых и развитие олигохет. Среднесезонные количественные показатели зообентоса остались примерно на уровне 2007 г. (рис. 3.6).

В пруду у с. Глубоково с момента предыдущих исследований в 2007 г. тоже произошли существенные коррективы. Как и в р. Барге на ст. 1 отмечается обеднение видового состава пруда. В 2007 г. зообентос состоял из 54 видов, в настоящее время обнаружено только 29. Видовой состав хирономид снизился с 33 до 18 видов. В донном сообществе совсем отсутствуют ранее отмеченные личинки насекомых: поденок, стрекоз, ручейников, мокрецов. Практически исчезли олигохеты – наидиды и некоторые виды пиявок. В 2007 г. существенную долю биомассы вносили вислоккрылки и двустворчатые моллюски, которые в настоящее время не обнаружены. Соответственно, количество видов в пробах уменьшилось - не более 14, тогда как в 2007 г. достигало 31 вид. Помимо обеднения видового состава, произошло перераспределение основных групп беспозвоночных в зообентосе. Ранее зообентос пруда характеризовался как олигохетно-хирономидный, при этом первые преобладали численно, а вторые вносили основу биомассы. В настоящее время в водоеме преобладают хирономиды. Доля олигохет снизилась вдвое (2007 г. – 62% общей численности зообентоса; 2012 – 26%), соответственно доля хирономид вдвое возросла (2007 г. – 35% общей численности зообентоса; 2012 – 71%). Общая численность донной фауны снизилась в 7 раз, но при этом биомасса упала незначительно (рис. 3.6), что объясняется присутствием крупных личинок хирономид.

В Баргинском водохранилище наблюдалась аналогичная картина деградации зообентоса. Видовой состав значительно уменьшился: было 70 видов зообентоса, в 2012 г. – 45. Обеднение произошло за счет выпадения многих видов хирономид (17), ручейников (4) и некоторых других беспозвоночных. Постоянный обитатель планктобентоса - хаборус в 2012 г. отмечался редко. Количество видов в пробах не превышало 17, тогда как в 2007 г. фиксировали до 34 видов. Понижился индекс

видового разнообразия Шеннона в фитофильном биоценозе водоема – 2,8 бит - в 2007 г и 2,3 - в 2012 г. Ранее хирономиды преобладали в течение всего периода исследований, составляя в среднем 58% общей численности. В настоящее время их доля не превышала 32%, в среднем за сезон составляя 15% общей численности зообентоса. Общая численность зообентоса, как и в пруду у с. Глубоково снизилась в 7 раз (рис. 3.6).

Таким образом, показано, что за прошедшие 5 лет донные биоценозы во всех исследованных водоемах деградировали качественно и количественно, особенно в районе сброса карьерных вод Бородинского угольного разреза. На данном этапе работ нельзя с уверенностью констатировать случайность или закономерность выявленных изменений, а также установить причинно-следственные связи.

Существует четкая связь между показателями зообентоса и содержанием загрязняющих веществ в придонных слоях воды и донных отложениях. Под влиянием загрязнения происходят структурные перестройки биогидроценозов, выражающиеся в снижении видового разнообразия, выпадении поденок, веснянок, ручейников, возрастании численности олигохет и других эврибионтов. Состав донного биоценоза относительно постоянен, пока он находится в условиях, в которых он сформирован (Абакумов, 1977). Однако снижение видового разнообразия может быть вызвано как загрязнением, так и специфическими условиями, в том числе и однообразием биотопов, и климатическими особенностями года. Сложность заключается в расчленении влияния природных и антропогенных воздействий на видовое разнообразие сообществ донных животных.

Оценка качества воды по организмам зообентоса. Для оценки экологического состояния р. Барги, пруда у с. Глубоково и Баргинского водохранилища был применен интегральный подход с использованием широко распространенных в гидробиологии показателей, выбор которых основывался, прежде всего, на качественных и количественных характеристиках исследованных донных сообществ.

В достаточно чистых водоемах донные сообщества в хорошо аэрируемых участках дна характеризуются высоким видовым разнообразием, что свидетельствует о нормальном состоянии водной экологической системы. По мере увели-

чения загрязнения или евтрофирования водоема происходит снижение видового разнообразия. Модификация индекса разнообразия Шеннона, предложенная Вильмом и Доррисом, используется в качестве показателя степени загрязнения вод. Считается, что $H > 3$ соответствует чистым, H от 1 до 3 - загрязненным, $H < 1$ – грязным водам (Финогенова, Алимов, 1976).

Наименьший уровень видового разнообразия в 2012 г. среди всех исследованных водных объектов выявлен в сообществе р. Барги в районе сброса карьерных вод (ст. 1). Индекс Шеннона составил 1,0 бит (таблица 3.37), что соответствует категории «грязных» вод. В остальных водоемах вода по индексу Шеннона характеризуется как «загрязненная».

Важную информацию о состоянии экосистемы и загрязнении окружающей среды органическими веществами дает оценка сапробности по видам-индикаторам макрозообентоса. В настоящее время накоплен большой опыт проведения таких работ, и оценка сапробности включена как необходимый компонент в интегральные классификации качества воды во многих странах. Среднесезонные значения индекса сапробности (S) характеризуют воду в р. Барге на ст. 1 как «Умеренно загрязненная» III класса качества, а в Баргинском водохранилище – с тенденцией перехода к IV классу «Загрязненная». На ст. 2 в реке и в пруду вода так же относится в IV классу «Загрязненная».

Таблица 3.37 – Среднесезонные значения индексов Шеннона (H , бит), сапробности (S) и Гуднайта (G, %) для донных сообществ исследованных водных объектов, 2012 г.

Водные объекты	H		S		G	
	2007 г.	2012 г.	2007 г.	2012 г.	2007 г.	2012 г.
Ст. 1 – р. Барга, 300 м ниже сброса карьерных вод	$2,8 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,2$	$2,50 \pm 0,17$ (III)	$2,31 \pm 0,22$ (III)	27 ± 9 (II)	—
Ст. 2 – р. Барга, 100 м выше пруда у с. Глубоково	$1,9 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,1$	$3,23 \pm 0,11$ (IV)	$3,19 \pm 0,07$ (IV)	55 ± 14 (IV)	58 ± 8 (IV)
Пруд у с. Глубоково	$2,2 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,1$	$3,04 \pm 0,10$ (IV)	$3,07 \pm 0,09$ (IV)	59 ± 8 (IV)	30 ± 7 (II)
Баргинское водохранилище	$2,8 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,1$	$2,50 \pm 0,12$ (III-IV)	$2,57 \pm 0,16$ (III-IV)	24 ± 6 (II)	17 ± 6 (I)

Примечание: «прочерк» – индекс не рассчитывался; римскими цифрами в скобках указан класс качества вод по (ГОСТ 17.1.3.07-82.)

Большое распространение получил индекс Гуднайта – Уитлея – «олигохетный» индекс, использующий для анализа процентное содержание олигохет в пробе. Теоретической предпосылкой его использования была практически повсеместная распространенность олигохет. Олигохеты, как известно, образуют очаги скопления в местах значительного органического загрязнения, как бы вытесняя прочие группы организмов. Массовое развитие олигохет обуславливает чрезвычайно интенсивное самоочищение водоема; питаясь иловыми отложениями и детритом, они становятся активными минерализаторами органических веществ и биофильтраторами воды.

На ст. 1 в р. Барге в 2012 г. плотность олигохет была крайне низкой, и встречались они эпизодически, вследствие чего индекс Гуднайта не рассчитывался. В остальных биоценозах доля олигохет в зообентосе существенно варьировала, что и стало причиной различий классов качества вод как в пространственном, так и в межгодовом аспекте. Наиболее адекватно по данному индексу оценено качество вод лишь на ст.2 в р. Барге и в пруду в 2007 г. - IV класс «Загрязненная».

Имеются данные, указывающие на неинформативность в ряде случаев индекса Гуднайта – Уитлея. Сильное органическое загрязнение не всегда сопровождается массовым развитием олигохет, так как плотность их популяций зависит от многих факторов – условий седиментации, характера и качества грунта, хищников, сезона года и других. Кроме того, важное значение имеют взаимоотношения с другими донными организмами, прежде всего с хирономидами. Вспышка численности других групп организмов бентоса в силу биологии их развития так же может привести к изменению относительной численности олигохет (Методы биоиндикации ..., 1989).

В 2007 г. проводилась оценка качества воды по системе Вудивисса, разработанной в Англии для бассейна р. Трент. Несомненное достоинство этого метода в том, что в нем объединяются принципы индикаторного значения отдельных таксонов и принцип изменения разнообразия фауны в условиях загрязнения. Однако в 2012 г. использование данного метода представлялось нецелесообразным,

т.к. видовой состав зообентоса сократился за счет многих таксономических групп, в том числе поденок и ручейников.

В целом интегральная оценка качества воды по донным сообществам при использовании различных методов дала неадекватные результаты. Зачастую проявляется противоречивость оценок по различным индексам, однако это вполне закономерно, поскольку каждый из индексов, выделяя ту или иную особенность сообщества, недоучитывает другие, и в этом причина несовпадения в оценках качества вод по различным показателям.

За два этапа исследований наихудшее качество воды выявлено в пруду у с. Глубоково и в реке выше него (ст. 2) - IV класс категория «Загрязненные воды». В р. Барге на ст. 1, а так же в Баргинском водохранилище вода в целом соответствует III классу качества «Умеренно загрязненная» с тенденцией перехода к IV классу «Загрязненные воды».

Оценка качества в 2007 и 2012 гг. в целом показала идентичные результаты. Но следует обратить особое внимание на выявленные значительные изменения структуры донных, особенно в районе сброса карьерных вод. Зарегистрированная деградация сообществ зообентоса нуждается в детальной проверке. Причиной может служить как техногенное воздействие Бородинского угольного разреза, так и климатические особенности 2012 г.

Следует отметить, что при антропогенном нарушении экосистемы появляется особая категория сукцессии – многолетняя. Для надежного заключения о многолетней сукцессии необходим непрерывный ряд ежегодных наблюдений (не менее 4-5 лет), чтобы учесть межгодовые изменения таксономического состава (Николаев, 1981). Одноразовые сборы могут совпасть с периодом минимальной численности, обусловленной вылетом насекомых, а отнюдь не с загрязнением, и привести к неверной оценке (Финогенова, Алимов, 1976).

Река Курейка. Абсолютное большинство гидрологических, ихтиологических и водохозяйственных исследований по проблемам гидростроительства связано непосредственно с проблемами формирования водохранилищ. Естественно, что для водохранилищ всех типов хорошо изучен

процесс формирования биоты, в том числе и ихтиоценозов (Негоновская, 1986; Биология Усть-Илимского..., 1987).

Актуальность исследования гидрофауны нижнего течения р. Курейки определяется необходимостью сохранения биологического разнообразия из-за предполагаемого строительства Нижне-Курейской ГЭС и связанных с этим изменений структурно-функциональных характеристик водных сообществ в бассейне Енисея. Кроме того, необходимо отметить, что р. Курейка – крупный приток нижнего течения Енисея, но информации о гидробионтах бассейна реки (за исключением нескольких кратких сообщений или тезисов) практически нет.

В нижнем бьефе Курейской ГЭС реку можно условно разделить на два больших участка, различающихся по гидрологическим условиям. Первый (выше устья р. Большая Кожарка) характеризуется сравнительно высокими скоростями течения и преобладанием каменистых и каменисто-галечных грунтов. Второй (ниже устья) - имеет более равнинный характер и отличается доминированием илисто-песчаных грунтов, что отражается на характере, распределении и составе водных сообществ, их продуктивности.

Зоопланктон. Полноценное развитие речного планктона возможно при скоростях течения не более 0,5-0,8 м/с (Грезе, 1957). Поэтому на быстротекущих участках основного русла Енисея и его притоков, встречающиеся единичные организмы зоопланктона не играют значительной роли в формировании кормовой базы рыб.

Река Курейка ниже плотины Курейской ГЭС представляет водоток с относительно низкой температурой воды и скоростью течения более 1 м/с, что обуславливает крайне низкие количественные и качественные показатели зоопланктона.

В качестве особенностей современного видового состава следует отметить присутствие некоторых типично бореальных видов, таких как *Holopedium gibberum* Zaddach. На плесах и в устьевых участках притоков (вынос из придаточной системы) обнаружены зарослевые формы (*Chydorus sphaericus* (О. Ф.

Muller), *Acroperus elongates* (Sars), *Sida cristallina* (O. F. Muller), *Limnosida frontosa* Sars).

Среди видов, обнаруженных в Курейском водохранилище, общими для р. Курейки и ее притоков являются *Asplanchna herricki* Guerne, *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Mesocyclops leuckarti* (Claus), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg), *Daphnia longiremis* Sars, *Bosmina l. obtusirostris* Sars, *B. c. kessleri* Uljanin , *Holopedium gibberum*.

Общими для озера Мундуйского (самое крупное озеро бассейна р. Курейки в её нижнем течении) и участка реки ниже впадения р. Мундуйки (через которую осуществляется связь оз. Мундуйского с р. Курейкой) являются *K. longispina*, *A. herricki*, *M. leuckarti*, *A. elongatus*, *Ceriodaphia quadrangula* (O. F. Muller), *B. c. kessleri*, *L. frontosa*.

В целом видовое разнообразие невелико, на отдельных станциях зарегистрировано от 0 до 6 таксонов зоопланктона. Всего в пробах р. Курейки и устьевых областей ее притоков обнаружено 13 видов зоопланктона. Менее всего были представлены коловратки, они обнаружены в пробах только двух станций – устьевые области р. Б. Кожарки и р. Мундуйки. Веслоногие раки были представлены видами *E. graciloides* и *M. leuckarti*, первый встречался более чем в 70% проб. Максимальное разнообразие показано для группы Ветвистоусые раки, в ней зарегистрированы представители четырех семейств – Chydoridae, Daphniidae, Sididae, Holopedidae. *Daphnia longiremis* и *Bosmina kessleri* обнаружены более чем в 50% проб и являются доминантами по численности.

По нашим данным, количественные показатели зоопланктона реки Курейки закономерно снижается от плотины Курейской ГЭС к устью (рис. 3.7). Отмечено, что на каждом разрезе в пределах первого гидрологического участка (до устья р. Б. Кожарка) плотность зоопланктона основного русла реки на станциях, находящихся в зоне влияния вод Курейского водохранилища выше, чем на станциях в устьевых участках притоков. Ниже устья р. Б. Кожарка (второй участок), где воздействие стока снижается, биомасса зоопланктона в устьях притоков выше, чем у противоположного берега.

Максимальные показатели биомассы зоопланктона зарегистрированы на разрезе в 15 км ниже плотины Курейской ГЭС (90 мг/м³). Немногочисленные мелководные песчаные заводи позволяют аккумулировать сток организмов с водохранилища и, вероятно, развиваться собственному зоопланктону.

Повышенных значений биомассы зоопланктона в устье р. Мундуйки вследствие предполагаемого выноса организмов планктона из озера Мундуйского не отмечалось. Это объясняется высокой степенью зарастания высшей водной растительностью участка озера Мундуйского в истоке р. Мундуйки.



Рисунок 3.7 - Карта-схема станций отбора гидробиологических проб (арабскими цифрами обозначены разрезы, римскими - номера станций)

Известно, что одна из основных ролей прибрежно-водных растений в самоочищении водоемов заключается в функции механической фильтрации. Эффективность действия фильтрационного барьера зависит от ряда факторов, таких как густота фитоценоза (т.е., количества побегов на единицу площади), наличие у растений водных корней и степени их развития, общей площади поверхности растений и другого (Садчиков, Кудряшов, 2004). В зоне зарослей наблюдается уменьшение скорости течения, оседание взвешенных частиц и, как следствие, увеличение прозрачности воды и снижение биостока.

Минимальные из возможных показателей мезозоопланктона обнаружены в пробах устьевой части р. Курейки, находящихся в зоне влияния вод Енисея. Представители основных групп отсутствовали, наблюдались единичные экземпляры Ostracoda.

Общая биомасса зоопланктона р. Курейки до заполнения Курейского водохранилища составляла около 3 мг/м^3 по руслу реки. В 2008 г. на исследованном участке бассейна реки количественные показатели организмов планктона возросли до 17 мг/м^3 .

Курейское водохранилище исследовано в центральной части (ст. 19) и крупнейшем заливе Деген (ст. 18), образованном на месте устьевой части одноименного притока Курейки. Максимальная численность отмечена для залива – $6,76 \text{ тыс. экз./м}^3$, а наибольшая биомасса – для центральной области – 600 мг/м^3 . На всех станциях доминировал комплекс *Eudiaptomus gracilis* – *Daphnia longiremis* – *Bosmina kessleri*. Очевидно, преобладание крупных форм, являющихся излюбленным кормом для рыб-планктофагов, связано с отсутствием последних в составе ихтиоценоза. В среднем по водохранилищу общая численность зоопланктона в верхнем, наиболее продуктивном 8-метровом слое, составила $5,44 \text{ тыс. экз./м}^3$, а общая биомасса – 500 мг/м^3 .

Озеро Мундуйское (площадь – $78,8 \text{ км}^2$) изучалось на пяти станциях, равномерно располагавшихся на всем его протяжении. Формирование сообщества обусловлено наличием низких температур, небольших глубин (до $1,5 \text{ м}$) и сильной зарастаемости рдестами и осоками. Количественные показатели зоопланктона невысоки и составляют, в среднем, по всей акватории $0,354 \text{ тыс. экз./м}^3$ и $3,34 \text{ мг/м}^3$. Наибольшая численность отмечена на ст. 20 (исток р. Мундуйки) за счет доминирования мелкой коловратки *Conochilus unicornis*. Данные гидробиологические показатели характеризуют состояние озера как олиготрофное.

В целом по исследованному участку реки Курейки (включая притоки) усредненные количественные показатели зоопланктона составили: численность – $0,262 \text{ тыс. экз./м}^3$, биомасса – $77,8 \text{ мг/м}^3$.

Зообентос. Исследованные станции характеризовались вариабельностью условий обитания зообентоса, поскольку отличались скоростью течения, глубиной, температурным режимом, характером грунта, степенью зарастаемости и составом макрофитов. Как следствие, качественное и количественное развитие донной фауны носило крайне неоднородный характер во временном и в пространственном аспектах.

В составе зообентоса р. Курейки и ее притоков отмечено 11 групп организмов: олигохеты, нематоды, пиявки, водяные клещи, гидры, моллюски, бокоплавывы, ручейники, поденки, веснянки, хирономиды и другие двукрылые. Наибольшим видовым разнообразием отличаются хирономиды – 21 вид.

На первом гидрологическом участке доминируют хирономиды (61%), по биомассе – бокоплавывы и хирономиды (43 и 37% соответственно). На втором участке многочисленны бокоплавывы и хирономиды (50 и 38%), по биомассе преобладают бокоплавывы и моллюски (78% в сумме).

На заиленных песках в массе развивались хирономиды (91% - по численности и 83 % - по биомассе). Единично отмечены нематоды, олигохеты и личинки типулид (двукрылые). На камнях многочисленны мелкие поденки и хирономиды (71% от общей численности). По биомассе доминировали поденки и олигохеты (в сумме 69%), субдоминанты – хирономиды и мелкие ручейники длиной 3-7 мм. Единично отмечены гидры. На песчаных грунтах обитали веснянки, поденки и хирономиды. Доминировали по численности хирономиды (92% от общей), по биомассе – веснянки и хирономиды (66% в сумме). На галечно-песчаных грунтах по численности и биомассе доминировали бокоплавывы, составляя 46 и 44% соответственно. Наибольшая биомасса зафиксирована на илистых грунтах – 1,2 г/м², численность – на галечно-песчаных грунтах – 0,55 тыс. экз./м².

Рассматривая продуктивность донных биоценозов бассейна Курейки ниже плотины Курейской ГЭС на первом и втором участках, можно отметить преобладание биомассы и численности бентоса вдоль правого берега (в 1,8 и 5,0 раз выше левого соответственно).

В донных сообществах оз. Мундуйского отмечено 11 групп беспозвоночных животных - олигохеты, нематоды, пиявки, водяные клещи, планарии, моллюски, бокоплав, ручейники, поденки, вислоккрылки, хирономиды и другие двукрылые. По численности и биомассе преобладают хирономиды (39 и 49% соответственно).

В центральной части, а также у южного и западного берегов озера грунты представлены илами, на которых в массе развивается высшая водная растительность (в основном рдесты). Продуктивность илов наибольшая. Здесь многочисленны хирономиды (0,68) и моллюски (0,28 тыс. экз./м²). По биомассе доминируют хирономиды (52), субдоминанты - моллюски (20%). Средняя численность и биомасса организмов биотопа илов – 1,67 тыс. экз./м² и 9,92 г/м². На заиленных каменистых грунтах северного берега в равных долях развивались личинки поденок, хирономид и других двукрылых насекомых. По биомассе преобладали олигохеты – 75% от общей. На каменистых грунтах по численности преобладали олигохеты, по биомассе – пиявки и олигохеты (61 и 38% соответственно). В целом по озеру численность и биомасса зообентоса составили 1,18 тыс. экз./м² и 6,34 г/м².

Ихтиофауна. По разным источникам количество видов рыб в бассейне р. Курейки колеблется от 20 до 43. Состав ихтиофауны нижнего участка р. Курейки близок к таковому р. Енисея и представлен следующими семействами: осетровые, лососевые, сиговые, хариусовые, корюшковые, щуковые, карповые, окуневые, налимовые, балиториевые, вьюновые, керчаковые. В уловах 2008 г. в бассейне р. Курейки отмечен 21 вид, в том числе: сибирский осетр - *Acipenser baerii*, стерлядь - *Acipenser ruthenus*, таймень – *Hucho taimen*, ленок – *Brachymystax lenok*, нельма - *Stenodus leucichthys nelma*, сиг-пыжьян - *Coregonus lavaretus pidschian*, омуль (арктический) - *Coregonus autumnalis*, пелядь - *Coregonus peled*, чир - *Coregonus nasus*, тугун – *Coregonus tugun*, ряпушка - *Coregonus sardinella*, хариус сибирский – *Thymallus arcticus*, щука - *Esox lucius* елец сибирский – *Leuciscus leuciscus baicalensis*, плотва сибирская – *Rutilus rutilus lacustris*, окунь - *Perca fluviatilis*, ёрш - *Gymnocephalus cernuus*, налим – *Lota lota*, гольян речной – *Phoxcinus phoxcinus*, пескарь сибирский - *Gobio gobio syncephalus*, подкаменщик сибирский – *Cottus sibiricus*.

В генезисо-географическом отношении ихтиофауну бассейна р. Курейки представляют рыбы четырех фаунистических комплексов: арктический пресноводный, бореальный пресноводный равнинный, бореальный пресноводный предгорный, третичный равнинный пресноводный. Наиболее богато представлен арктический пресноводный комплекс, к которому относится 8 видов (нельма, сиг-пыжьян, омуль, пелядь, чир, тугун, ряпушка, налим). Бореальный равнинный насчитывает 5 видов (щука, плотва сибирская, елец сибирский, окунь, ерш). По 4 вида содержат бореальный предгорный комплекс (таймень, ленок, хариус сибирский, речной голец) и третичный равнинный пресноводный (сибирский осетр, стерлядь, пескарь сибирский, подкаменщик сибирский).

Паразиты рыб. Паразитологический материал был собран при проведении ихтиологических исследований бассейна р. Курейки, поэтому состав паразитофауны далеко не полный и представлены только массовые формы паразитов.

Миксоспоридии *Henneguya zschokkei* (Gurley, 1894) обнаружены в мускулатуре ряпушки сибирской и омуля, моногенеи *Discocotyle sagittata* (Leuckart, 1842) встречались на жаберных лепестках ряпушки сибирской. Цестоды *Diphillobothrium dendriticum* (Nitzsch, 1824) отмечены для трех видов хозяев: омуля, ряпушки сибирской и хариуса сибирского, а *D. ditremum* (Creplin, 1825) обнаружен только у ряпушки сибирской. Плероцеркоиды *Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781) обнаружены в печени щуки и налима, взрослые особи – в кишечнике щуки, которая является дефинитивным хозяином этого вида. Трематоды *Azygia lucii* (Müller, 1776) отмечены в кишечнике щуки, а нематода *Philonema sibirica* (Bauer, 1946) – в полости тела сига-пыжьяна.

Обнаруженные виды паразитов относятся к голарктическим и палеарктическим формам, широко распространены в р. Енисее и водоемах его бассейна (Бауер, 1948; Герман, Вышегородцев, 2004; Пронин и др., 1999; Спасский, Ройтман, 1960).

По своему патогенному потенциалу эпизоотическое значение могут иметь миксоспоридии *H. zschokkei*, вызывающие заболевание «бугорковая» или «язвенная болезнь сиговых рыб», цестоды *T. nodulosus* (заболевание триенофороз), *D.*

dendriticum, *D. ditremum* (дифиллоботриоз). Крупные размеры и высокая численность нематод *Ph. sibirica* определяют степень их воздействия на организм сиговых рыб.

С эпидемиологической точки зрения опасность представляет лентец чаечный (*D. dendriticum*), который способен поражать организм человека. Формирование очагов дифиллоботриоза вызываемого лентецом чаечным, происходит при распространении инвазионного начала рыбадыными птицами (в основном серебрястой чайкой).

Таким образом, всего в пробах из р. Курейки и ее притоков обнаружено 13 видов организмов зоопланктона: 2 вида коловраток, 2 вида веслоногих и 9 видов ветвистоусых раков. В целом по исследованному участку реки Курейки (включая притоки) усредненные показатели в 2008 г. составили: численность – 0,262 тыс. экз./м³, биомасса – 77,8 мг/м³.

В составе зообентоса р. Курейки и ее притоков отмечено 11 групп организмов: олигохеты, нематоды, пиявки, водяные клещи, гидры, моллюски, бокоплавы, ручейники, поденки, веснянки, хирономиды и другие двукрылые. В целом, наибольшая биомасса в 2008 г. зафиксирована на илистых грунтах – 1,2 г/м², численность – на галечно-песчаных грунтах – 0,55 тыс. экз./м², усредненные показатели в 2008 г. составили: численность – 0,24 тыс. экз./м², биомасса – 0,50 г/м².

В результате исследований 2008 г. на р. Курейке обнаружено 8 видов паразитов из 5 систематических групп: микроспоридии, моногенеи, цестоды, трематоды, нематоды. Среди них доминируют по количеству видов цестоды (4).

Берешское водохранилище. Фитопланктон. За годы исследования (2003-2007) в Берешском водохранилище выделено 339 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 7 отделам, 9 классам, 18 порядкам, 48 семействам и 119 родам. Наиболее богаты видами и внутривидовыми таксонами зеленые (140), диатомовые (68) и синезеленые водоросли (49 таксонов). Максимальное число видов и разновидностей зеленых водорослей относится к порядку хлорококковых (93), являющихся представителями евтрофных и гипертрофных водоемов (Трифенова, 1990). Остальные 112 родов являются маловидовыми. Видовой состав альгофлоры водохранили-

ща в межгодовом масштабе изменяется, однако форма общего распределения сохраняется (рис. 3.8): звездчатая диаграмма имеет постоянную конфигурацию, вытянутую в сторону зеленых водорослей, которые доминировали по количеству таксонов. Их доля в альгофлоре колебалась от 57% в 2003 г. до 31% в 2006 г.

Формирование водорослевых ценозов в водохранилищах - процесс длительный, поэтому достаточным критерием для анализа состояния водоема является список видов, полученный при исследовании в течение многих лет их сезонной динамики. Критерием системности для альгофлористических исследований предлагается соблюдение зависимости Виллиса, который установил, что в хорошо изученных флорах распределение числа видов по числу родов является закономерным и графически выражается в виде гиперболы (Баринаова, Анисимова, 2004).

Распределение числа видов по числу родов (зависимость Виллиса) имеет форму прогнутой кривой без плавного падения, что является одним из показателей антропогенного загрязнения водоема (Баринаова и др., 2006) (рис. 3.9).

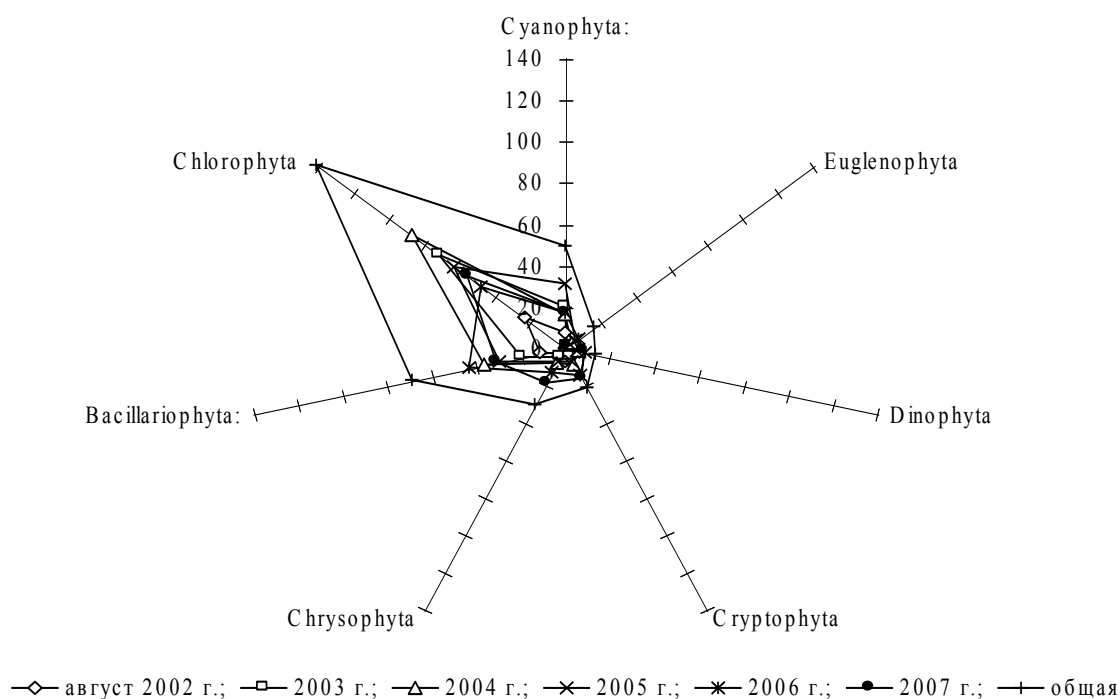


Рисунок 3.8. Изменение таксономического состава альгофлоры Берешского водохранилища

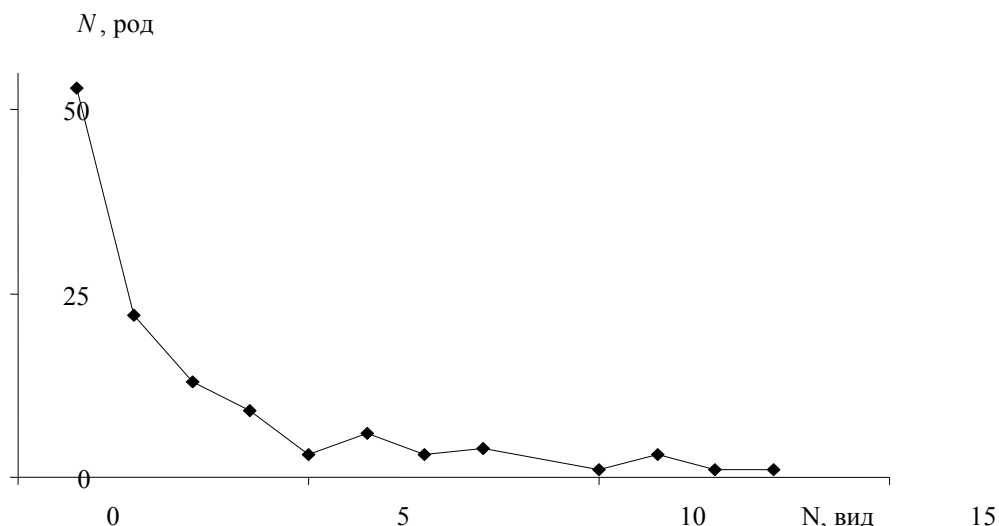


Рисунок 3.9. Зависимость Виллиса для альгофлоры Берешского водохранилища.

Основной вклад в биомассу зимнего альгоценоза (январь, март) вносили диатомовые водоросли: нанопланктонные формы рода *Stephanodiscus* и его крупный представитель *Stephanodiscus agassizensis* Håk. et Kling. В весеннем ценозе (апрель, май) в различные годы доминантами выступали алкафилы *Asterionella formosa* Hass. и *Synedra acus* Kütz.

В июне пространственная неоднородность развития фитопланктона выглядела следующим образом. На мелководье и в сбросном канале теплой воды доминировали зеленые водоросли *Coelastrum microporum* Nag. или *Pandorina charkoviensis* Korsch. В глубоководной и приплотинной зонах – синезеленые (виды рода *Anabaena*, *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* Kutz. Emend. Elenk.) или диатомовые (*S. agassizensis*, *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim.). В июле и августе в биомассе в разные годы преобладали либо синезеленые (*M. aeruginosa*; *A. flos-aquae*), либо диатомовые (*S. agassizensis*). В сентябре преобладали виды отдела Cryptophyta и *S. agassizensis*, в октябре – виды рода *Cryptomonas*, в ноябре – нанопланктонные формы рода *Stephanodiscus* или виды рода *Cryptomonas* (рис. 3.10).

В межгодовой динамике выделяются 2002 и 2005 годы с высокими значениями биомассы фитопланктона в вегетационный период (табл. 3.38).

Резкая межгодовая вариабельность биомассы фитопланктона наблюдалась по акватории водохранилища (максимальные значения отличались от минимальных в 43-495 раз), за исключением зоны 4 (не более чем в 11 раз).

Для зон 1-3 в августе 2002 г. и 2005 г. отмечены максимальные значения биомассы (соответственно 84 ± 41 и 725 ± 611 мг/л). Коэффициенты вариаций оценены как «большие» (от 24% в январе 2007 г. до 192 - в августе 2005 г.), что свидетельствует о значительной неоднородности в распределении фитопланктона по акватории водохранилища. Биомассы в разные годы в апреле, мае и ноябре не имели достоверных различий. Достоверные отличия отмечены в июне (2003 и 2006 гг. - 1,31 и 16,6), июле (2004 и 2005 гг., - 3,83 и 51), августе (2005 и 2006 гг., - 439 и 5,17), сентябре (2004 и 2006 гг., - 1,94 и 8,32) и октябре (2006 и 2007 гг., - 1,38 и 5,48 мг/л соответственно).

В водоемах в течение некоторого времени наблюдается рост всех популяций, но доминирующими становятся виды с высокими скоростями роста (Алимов, 2001; Баринова, Анисимова, 2004). Поэтому степень сложности альгоценозов, рассчитанная на примере индекса видового разнообразия по Шеннону (H_b), варьировала в пределах 0,08-4,06. Низкие значения H_b (0,08-1,50) характерны для сообществ с высоким уровнем доминирования в биомассе одного-двух видов водорослей. Количество этих проб составляло 27%: весенние фитоценозы при доминировании *A. formosa*; в отдельные годы летний доминирующий комплекс *S. agassizensis* или *A. flos-aquae*, *M. aeruginosa* (среднее значение $H_b = 1,26 \pm 0,07$). Высокие значения H_b ($2,75 \pm 0,06$) получены для 54% исследованных проб и были характерны в переходные периоды сукцессий. Среднее значение H_b для всех лет исследования равно $2,07 \pm 0,08$ при среднеквадратичном отклонении $\sigma = 0,92$, что подтверждает отсутствие отклоняющихся вариантов в данной совокупности (минимальных (0,08) и максимальных (4,06)).

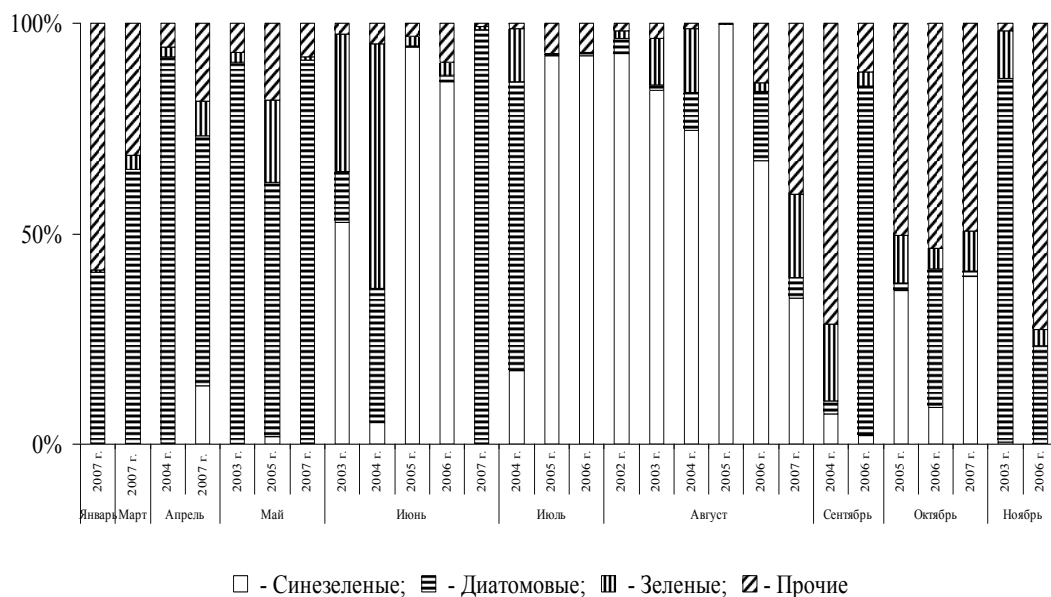


Рисунок 3.10. Вклад в биомассу отдельных групп водорослей в сезонной динамике

Таблица 3.38. Межгодовая динамика биомассы фитопланктона (B , мг/л) в вегетационный период

Год исследования	Средние значения биомассы за июнь-август (B , мг/л)
2002 г.	40 ± 29 (август)
2003 г.	$3,24 \pm 1,21$
2004 г.	$4,28 \pm 0,87$
2005 г.	181 ± 120
2006 г.	16 ± 6
2007 г.	$4,09 \pm 1,25$

Берешское водохранилище является политрофным водоемом, что указывает на отсутствие ограничения питания для фитопланктона. Лимитирующими параметрами в развитии фитопланктона могут быть такие физические факторы, как температура воды и воздуха. Анализ сезонных колебаний этих факторов предполагает, что массовое развитие синезеленых водорослей в водохранилище может определяться среднесуточной положительной температурой воздуха, а динамика и степень их развития – потоком солнечной радиации (Гаевский и др., 2007); или спуском подогретых вод ГРЭС (Гиляров, 1969).

Выделяются годы с высокими и низкими летними температурами воздуха (табл. 7.4). Так, в июне более высокие температуры воздуха были в 2003, 2005 и 2007 гг., более низкие в 2004 и 2006 гг. и т.д. Достоверных различий температур воздуха за летний период в более теплые ($25,1 \pm 0,3$ °C) и более холодные годы ($24,3 \pm 0,3$ °C) не отмечено ($t_{st}=1,05$ против $t_{st(табл.)}=1,96$).

Изучение влияния «теплого загрязнения» на биоту осложняется тем, что температурное воздействие в этих водоемах сочетается обычно с сопряженным действием целого ряда других императивных антропогенных факторов (Мордухай–Болтовской, 1975; Шуйский и др., 1995).

Температура воды в районе сбросного канала теплых вод (зона 4) в летние месяцы отдельных лет была выше, чем в остальных районах водохранилища. В августе 2003 г. и с июля по 9 августа 2005 г. ГРЭС осуществляла спуск воды в водохранилище, температура которой превышала на 3-5 градусов температуру остальной акватории (табл. 3.39). В летние месяцы отмечены более высокие температуры поверхностного слоя воды в 2003, 2005 и 2007 гг. (средняя температура за июнь-август составила $21,3 \pm 1,5$ °C) и более низкие - в 2002, 2004 и 2006 гг. (средняя температура за июнь-август - $18,2 \pm 0,4$ °C) при достоверном их отличии ($t_{st}=3,27$ против $t_{st(табл.)}=2,03$).

За весь период исследований сумма тепла в вегетационный период (май-сентябрь), выраженная в градусо-днях, сопоставима (от 2400 (2007 г.) до 2800 (2004 г.) градусо-дней). Из-за нестабильной работы ГРЭС в летние месяцы 2003-2007 гг. и климатических особенностей каждого года исследований, очевидно, что на основании этих данных сложно оценить вклад сбрасываемой тепловой энергии на экосистему водоема. Биомассы фитопланктона за летний период в теплые и холодные годы составляли 33 ± 13 и 14 ± 5 мг/л соответственно. Проверка сравнения этих двух эмпирических рядов по критерию лямбда показала отсутствие достоверной разницы между сравниваемыми совокупностями: $\lambda^2=0,87$ против $\lambda^2_{(табл.)}=1,84$ (5%-ный уровень значимости) и $\lambda^2_{(табл.)}=2,65$ (1%-ный уровень значимости).

Таблица 3.39. Распределение температуры воды по акватории водоема и температуры воздуха (t , °C)

Год	Месяц	Зона 1	Зона 2	Зона 3	Зона 4	Температура воздуха за месяц
2002 г.	Август	-	-	-	-	23±0,93
2003 г.	Август	21	19	20	25	25±0,75
2004 г.	Июнь	16	17	-	18	25±1,02
	Июль	16	18	-	-	26±0,55
	Август	19	20	20	21	23±0,87
2005 г.	Июнь	18	18	20	22	24±0,86
	Июль	24	24	24	27	28±0,64
	9 августа	22	24	24	29	25
	30 август	16	18	18	18	18
	Август	-	-	-	-	25±0,92
2006 г.	Июнь	-	-	16	-	27±0,80
	Июль	18	18	20	-	25±0,84
	Август	17	17	-	20	19±1,02
2007 г.	Июнь	-	17	-	-	20±0,84
	Июль	-	20	-	-	29±0,57
	Август	-	21	-	-	23±0,76

Двухфакторный дисперсионный анализ влияния температур воды и воздуха на результативный признак «биомасса фитопланктона» показал, что доля влияния температуры воды составила 4%, или недостоверное влияние фактора по критерию Фишера: $F_{\text{факт}} < F_{\text{ст}}$ ($F_{\text{факт}}=1,59$ против $F_{\text{ст}}=5,99$). Доля влияния температуры воздуха - 7%, что также не достоверно: $F_{\text{факт}} < F_{\text{ст}}$ ($F_{\text{факт}}=5,67$ против $F_{\text{ст}}=234$). Совокупное влияние этих факторов составляло 3 %, что также указывает на недостоверное влияние ($F_{\text{факт}}=1,19$ против $F_{\text{ст}}=247$).

Доля остаточного фактора - 58%, в которые могут входить влияние изменений уровня воды водохранилища, концентраций биогенных элементов и другие неучтенные факторы. Так, вспышка биомассы фитопланктона в 2005 г. за счет развития *M. aeruginosa* может являться следствием манипулирования уровнем воды водоема-охладителя, в результате чего произошел дополнительный приток биогенных элементов. Об этом свидетельствуют достоверные отличия БПК₂₀, которые в 2004 г. в среднем составляли 4,71±0,56, в сравнении с 2005 г. (7,96±1,05 мг О₂/л); аналогичная ситуация была с различными формами азота. Шварцкопф и Гергенрадер (Schwartzkopf, Hergenrader, 1978) в исследованиях на водохранилищах показали, что на развитие фитопланктона большее влияние оказывают хими-

ческие факторы (ХПК, азот, фосфор, щелочность, жесткость), чем физические, такие как прозрачность и мутность. Маргалеф (Margalef, 1978) же считает, что в развитие фитопланктона одним из контролируемых физических факторов является динамика водных масс. Таким образом, в водах Берешского водохранилища в 2005 г. из-за манипулирования уровнем воды произошло увеличение концентрации органических веществ, которые легко усваиваются гидробионтами.

Количество видов-индикаторов сапробности, показателей санитарно-экологического состояния, составляли 62% их общего числа β -мезо, $-\alpha$ -мезо, -р-полисапробы (с индивидуальным показателем сапробности таксона выше 1,6) приходилось 70% индикаторных видов и 44 % общего количества таксонов. Среднее значение ИС составило $1,93 \pm 0,02$ и $1,92 \pm 0,03$ (вегетационный период - июнь-август). Судя по биомассе фитопланктона (28 ± 15 - 2002-2007 гг. и 48 ± 27 мг/л - вегетационный период), вода водохранилища относится к категории загрязненная, сильно загрязненная 4-го класса качества.

Таким образом, категория трофности воды Берешского водохранилища за вегетационный период (июнь-август) 2002-2007 гг., определенная по средней биомассе фитопланктона (48 ± 27 мг/л), относится к высокой градации политрофного класса. Для всего периода исследования (январь-ноябрь) 2002-2007 гг. категория трофности воды водохранилища является высокой, политрофной (табл. 3.40).

Максимальные биомассы фитопланктона отмечены в июне в 2006 г. (17); в июле – в 2005 (51) и 2006 гг. (26); в августе – в 2002 (44) и 2005 гг. (546 мг/л).

Особо высокие биомассы фитопланктона, наблюдаемые в августе 2005 г., обеспечивали в этот год 4 степень «цветения» (по классификации Сиренко, Гавриленко, 1978).

Фотосинтетическая активность хлорофилла. В 2003-2004 гг. на акватории Берешского водохранилища проводились комплексные исследования с целью получения разносторонней информации об экосистеме водохранилища. Изучение водоема проводилось и с применением метода исследования фотосинтетической активности хлорофилла флуоресцентным методом.

Таблица 3.40. Класс качества и градация трофности воды с учетом индексов сапробности (ИС) и биомассы фитопланктона ($V_{\text{ф}}$, мг/л)

Месяц и год исследования	ИС	$V_{\text{ф}}$, мг/л	Класс, разряд качества	Зона сапробности	Градация, класс трофности
Январь, 2007 г.	2,50	1,13	1	β -м-с	А
Март, 2007 г.	2,62	1,92	1	β -м-с	А
Апрель 2004 г.	1,60	4,21	1	β -м-с	Б
Апрель 2007 г.	1,84	1,97	1	β -м-с	А
Май 2003 г.	1,61	2,78	2	β -м-с	Б
Май 2005 г.	2,21	2,48	2	β -м-с	Б
Май 2007 г.	1,72	5,83	2	β -м-с	В
Июнь 2003 г.	2,05	1,31	1	β -м-с	А
Июнь 2004 г.	1,73	1,70	1	β -м-с	А
Июнь 2005 г.	1,90	9,13	2	β -м-с	В
Июнь 2006 г.	1,88	17	2	β -м-с	Г
Июнь 2007 г.	2,12	1,34	2	β -м-с	А
Июль 2004 г.	1,74	3,83	2	β -м-с	Б
Июль 2005 г.	1,85	51	3	α -м-с	Д
Июль 2006 г.	2,03	26	2	β -м-с	Г
Август 2002 г.	1,92	44	3	α -м-с	Г
Август 2003 г.	2,00	5,17	2	β -м-с	В
Август 2004 г.	2,01	7,77	2	β -м-с	В
9 августа 2005 г.	2,03	546	4	α -м-с	Е
30 августа 2005 г.	1,99	97	3	β -м-с	Д
Август 2006 г.	2,04	3,91	1	β -м-с	Б
Август 2007 г.	1,95	6,83	2	β -м-с	В
Сентябрь 2004 г.	1,79	1,94	1	β -м-с	А
Сентябрь 2006 г.	1,69	8,32	2	β -м-с	В
Октябрь 2005 г.	2,00	4,06	2	β -м-с	Б
Октябрь	1,94	1,39	1	β -м-с	А
Октябрь 2007 г.	1,92	5,47	2	β -м-с	В
Ноябрь 2003 г.	2,63	1,40	2	β -м-с	А
Ноябрь 2006 г.	2,30	1,32	1	β -м-с	А
Средняя за 2002-2007 гг.	1,93	28	2	β -м-с	Г
Средняя за июнь-август 2002-2007 гг.	1,92	48	2	β -м-с	Г

Класс и разряд качества воды: 1 – 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, достаточно чистая; 2, - 3 класс качества, удовлетворительной чистоты, слабо загрязненная; 3 - 4 класс качества, загрязненная, умеренно загрязненная; 4 - 4 класс качества, загрязненная, сильно загрязненная.

Зона сапробности: β -м-с - β -мезосапробная; α -м-с - α -мезосапробная.
Оценка трофности: А – ниже средней градации мезотрофного класса; Б – средняя градация евтрофного класса; В – выше средней градации евтрофного класса; Г – высокая градация политрофного класса; Д – очень высокая градация политрофного класса; Е – предельно высокая градация гипертрофного класса.

Было показано, что в конце апреля 2004 г. в Берешском водохранилище наблюдалась высокая, по сравнению с другими периодами исследования, концентрация хлорофилла.

Максимальные значения КФА составляло $0,44 \pm 0,04$ (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 ± 30 мкг/л (2003 г.) и 290 ± 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 ± 9 соответственно (Заворуев и др., 2005; Оценка современного..., 2006).

При исследовании водоема в 2003-2004 г. проводилась оценка качества воды в период цветения с помощью биолюминесцентных экотестов (табл. 3.41).

Таблица 3.41 - 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. 3.42). При сравнении данных таблиц 3.41 и 3.42, 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.

Необходимо отметить, что в Берешском водохранилище концентрация хлорофилла в 2003 г. была почти на порядок выше по сравнению с результатами измерения, выполненными в 1989 г. (Морозова, 2003). Это говорит об интенсивной

эвтрофикации водоема за 14-ти летний период и необходимости принятия срочных мер для устранения этой тенденции.

Таблица 3.42 - Оценка качества воды в Берешском водохранилище по биолюминесцентным 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

Сравнительная характеристика зообентоса. Видовой состав донной фауны в Берешском водохранилище включает 109 видов и форм беспозвоночных животных. Наибольшее видовое разнообразие во все годы исследования выявлено в группе личинок хирономид – 52 видов. К моллюскам относится 17 видов, олигохеты представлены 15 видами, остальные таксономические группы включают 1-3 вида. Количество видов в различные годы исследований мало изменялось: от 61 в 2004 г. до 65 в 2003 г. Общее число видов для четырех лет составило 28. По усредненным данным за годы исследований олигохеты вносили более существенный вклад (53-63%) в численность зообентоса по сравнению с другими группами беспозвоночных (таблица 3.43).

Таблица 3.43. Процентное соотношение (в числителе - по численности, в знаменателе - по биомассе) основных групп зообентоса, водоем-охладитель Березовской ГРЭС, 2003 - 2006 гг.

Группы животных	мелководье	центр	плотина	канал
Хирономиды	$\frac{29}{32}$	$\frac{25}{75}$	$\frac{43}{70}$	$\frac{31}{29}$
Олигохеты	$\frac{62}{36}$	$\frac{63}{16}$	$\frac{53}{22}$	$\frac{62}{62}$
Прочие	$\frac{9}{32}$	$\frac{12}{9}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{7}{9}$

Доля хирономид несколько ниже, чем олигохет, максимум - 43% общей численности в бентосном сообществе у плотины, в остальных зонах – в среднем

до 31%. Основу биомассы в центре и у плотины составляли хирономиды (75 и 70% соответственно), в канале – олигохеты (62%).

На рисунке 3.11 показана пространственная динамика развития основных групп зообентоса водоема-охладителя Березовской ГРЭС (2003-2006 гг.).

Хирономиды преобладали на мелководье и у плотины, где их численность составила 2,0 и 2,5 тыс. экз./м² соответственно. Максимальной биомассы хирономидные сообщества достигали в центре водоема (8,2 г/м²) и в районе плотины (7,2 г/м²). Наибольшие количественные характеристики олигохет зафиксированы в зоне мелководья (4,5 тыс. экз./м² и 5,4 г/м²) за счет их массового развития в устье р. Кадата. В центре водоема численность (1,3 тыс. экз./м²) и биомасса (1,7 г/м²) олигохет оказались минимальными по сравнению с другими участками. Остальные представители донной фауны в большей степени приурочены к мелководной зоне, где их средняя численность и биомасса составили 0,6 тыс. экз./м² и 4,8 г/м² соответственно. Общая численность зообентоса в среднем за четыре года была значительно выше в зоне мелководья (7,2 тыс. экз./м²) и у плотины (5,7 тыс. экз./м²). В канале и в центральной части водоема значения численности были близки – 3,1 и 2,0 тыс. экз./м² соответственно. Максимум биомассы донной фауны зарегистрирован на мелководье – 15,1 г/м², а минимум в канале – 6,6 г/м².

Рисунок 3.12 отражает межгодовую динамику общей численности и биомассы донной фауны в основных зонах Берешского водохранилища. В зоне мелководья плотность и биомасса зообентоса постепенно увеличивались в первые три года исследований и в 2005 г. достигли значений 10,5 тыс. экз./м² и 23,2 г/м². В 2006 г. здесь произошел спад количественных показателей донной фауны за счет снижения в группе хирономид.

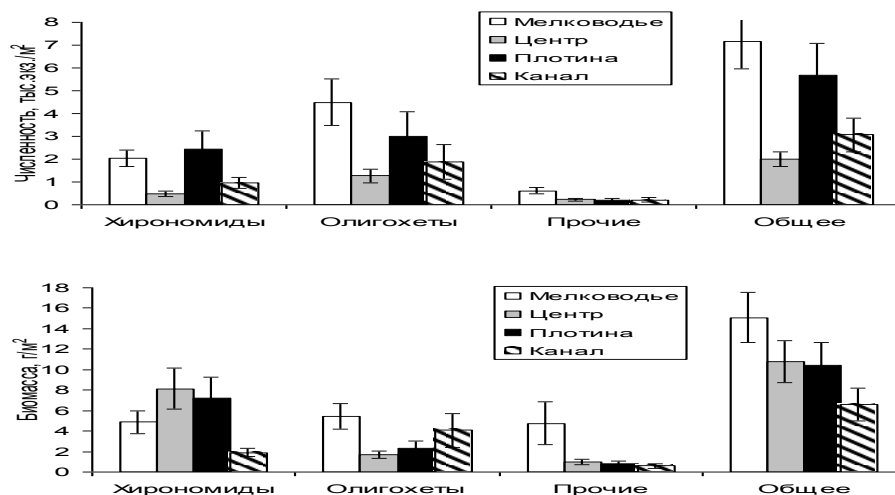


Рисунок 3.11. Пространственная динамика численности и биомассы основных групп зообентоса в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС, по усредненным данным за 2003 - 2006 гг.

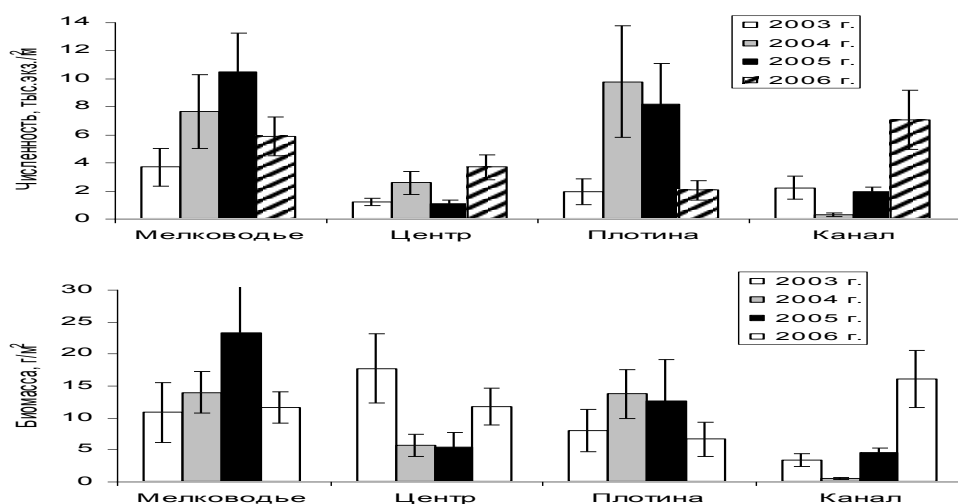


Рисунок 3.12. Межгодовая динамика общей численности и биомассы зообентоса в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС, 2003 - 2006 гг.

В центральной зоне водоема максимальные значения численности донного сообщества выявлены в 2004 и 2006 гг. (2,6 и 3,7 тыс. экз./м² соответственно) за счет массового развития олигохет. Пики общей биомассы, обусловленные подъемами биомассы хирономид, зафиксированы в первый (17,6 г/м²) и последний (11,7 г/м²) годы исследования.

Межгодовая динамика зообентоса в районе плотины характеризуется значительным повышением количественных характеристик в 2004 и 2005 гг.

Средняя численность в эти годы составила 968 и 862 тыс. экз./м² соответственно, в остальное время держалась на уровне 2 тыс. экз./м². В динамике биомассы также наблюдался подъем в 2004 – 2005 гг. – 13,6 и 12,6 г/м².

Зафиксированный пик обусловлен, прежде всего, существенным повышением количественных характеристик олигохет - тубифицид.

Большие колебания количественных показателей зообентоса в межгодовой динамике обусловлены неравномерным развитием олигохет и хирономид в различные годы исследований, а также разными периодами отбора проб в течение каждого года.

Средняя численность хирономид в водоеме в 2005 г. была несколько выше, чем в предыдущие годы и составила 2,5 тыс. экз./м², тогда как в 2006 г. наблюдался значительный спад их количества до 0,71 тыс. экз./м² (табл. 3.47). Максимум биомассы хирономидных сообществ зафиксирован в 2003 г. – около 10 г/м², минимум отмечен в 2004 и 2006 гг. – 3,7 г/м².

В межгодовой динамике развития олигохет резко выделяется первый год исследования, когда их количественные характеристики (0,41 тыс. экз./м² и 0,51 г/м²) были значительно ниже, чем в последующий период. В дальнейшем средняя численность олигохет колебалась от 2,9 (2005 г.) до 4,3 (2004 г) тыс. экз./м². Биомасса варьировала в пределах 2,9 г/м² (2005 г.) – 5,3 г/м² (2006 г.).

Численность остальных представителей донной фауны была невысока и незначительно увеличивалась к концу периода исследований от 0,17 до 0,50 тыс. экз./м². Биомасса в среднем не превышала 3 г/м².

Межгодовая динамика развития зообентоса в целом характеризуется минимальными показателями численности в 2003 г. – 2 тыс. экз./м², в последующий год наблюдался подъем численности до 6 тыс. экз./м² и некоторый спад к 2006 г. до 4,5 тыс. экз./м². Общая биомасса донной фауны находилась примерно на одном уровне во все годы исследования – 10-12 г/м².

Таким образом, качество воды в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС, оцененное на основе характеристик зообентоса, существенно не изменялось за время исследований. Однако из-за максимального развития олигохет-полисапробов в 2004 г., качество воды в 2004 г. соответствовало IV классу «Загрязненные» с тенденцией перехода к V классу «Грязные». В остальные годы исследования санитарно-экологическое состояние водоема соответствовало III – IV классу от «Умеренно-загрязненных» до «Загрязненных».

Трофический статус водоема по среднесезонным значениям биомассы зообентоса (табл. 3.44) во все годы исследования находился на границе между «Средним» β -мезотрофным и «Повышенным» α -евтрофным.

Таблица 3.44. Межгодовая динамика численности (экз./м², в числителе) и биомассы (г/м², в знаменателе) основных групп зообентоса, водоем-охладитель Березовской ГРЭС-1, 2003 – 2006 гг.

Группы животных	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
Хирономиды	$\frac{1460 \pm 290}{9,98 \pm 2,42}$	$\frac{1390 \pm 440}{3,73 \pm 0,75}$	$\frac{2470 \pm 800}{6,00 \pm 1,97}$	$\frac{713 \pm 153}{3,72 \pm 0,90}$
Прочие	$\frac{172 \pm 52}{0,57 \pm 0,14}$	$\frac{288 \pm 97}{1,82 \pm 0,64}$	$\frac{344 \pm 99}{2,95 \pm 2,04}$	$\frac{499 \pm 128}{2,08 \pm 0,55}$
Общее	$\frac{2040 \pm 400}{11,1 \pm 2,4}$	$\frac{5980 \pm 1500}{9,99 \pm 1,75}$	$\frac{5720 \pm 1220}{11,9 \pm 2,9}$	$\frac{4490 \pm 680}{11,1 \pm 1,6}$

В Берешском водохранилище нами впервые в Центральной Сибири проведено вселение рыбы-сестофага белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) в 2003-2007 гг.

Проведенные исследования питания толстолобика в Берешском водохранилище показали, что он в основном (свыше 99% по массе пищевого комка) потребляет фитопланктон, в том числе и синезеленые водоросли (Заделенов и др., 2005а).

Кормом для белого толстолобика является фитопланктон. И если состав и структуру альгоценоза, содержащегося в воде, можно оценить классическими методами, то после попадания микроводорослей в пищевой тракт толстолобика становится очень трудно отслеживать стандартными процедурами биохимическую

трансформацию растительной пищи. Выход из этой ситуации состоит в использовании флуоресцентного анализа, который позволяет оценивать физиологическое состояние фитопланктона, его структуру и концентрацию (Гольд и др., 1986; Левенко и др., 1990; Маторин, 2000).

Для исследования состава пищи толстолобика в июле 2004 г. обследованы кишечные тракты рыб, массой более 2 кг, около 1 кг и приблизительно 0,2 кг. Анализ проводили из двух отделов кишечника: начальный отдел и на выходе из кишечника.

Основу пищи толстолобика, отловленного в приплотинной зоне Берешского водохранилища, составляли виды рода *Anabaena*, которые доминировали в фитопланктоне глубоководной и приплотинной зон. На выходе из кишечника состав водорослей представлен тем же количественным составом. Водоросли из выходной части кишечника представляли полупустые клетки, у диатомовых - пустые створки (Заделенов и др., 2005а).

В кишечниках рыб, отловленных вблизи сбросного канала, состав пищи иной – доминировали в обоих участках кишечника представители центрических диатомовых водорослей *Stephanodiscus agassizensis* Hak. Et Kling, на выходе из кишечника створки водорослей были пустые. Следует отметить, что в зоне сбросного канала превалировали мелкие формы диатомовых водорослей р. *Stephanodiscus*.

В 2005 г. по сравнению с предыдущим годом, сменились водоросли-доминанты. На первое место вышли представители рода *Microcystis*. В августе в кишечниках толстолобиков (9 экземпляров) доминирующими видами являлись виды рода *Anabaena* и *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk., из представителей зоопланктона отмечены единичные экземпляры *Leptodora* sp., *Bosmina* sp (Заделенов и др., 2006).

Таким образом, исследование содержимого кишечника толстолобиков показало, что они заполнены преимущественно тем фитопланктоном, который доминирует в водоеме.

Измерение коэффициента фотосинтетической активности (КФА) пищевых комочков проводили после разведения содержимого желудка в 1000-5000 раз фильтратом воды (диаметр пор – 0,26-0,35 мкм) из водоема-охладителя. Для измерения брали пищевые комки из начального отдела кишечника и на выходе из него. Измеряли интенсивность флуоресценции растворов с диуроном (F_D) и без него (F). Усредненные данные определения КФА приведены в таблице 3.45.

Таблица 3.45. Коэффициент фотосинтетической активности (КФА) пищевых комочков толстолобика, Берешское водохранилище, 2005-2006 гг.

Возраст, лет	Колебания массы тела, г	Кол-во, экз.	F, отн. ед.	F_D , 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

Об эффективности усвоения толстолобиком поглощенного им фитопланктона судили по флуоресцентным параметрам кишечного содержимого. Значения КФА, который характеризует интенсивность фотосинтеза в клетках, для летнего фитопланктона, находящегося в воде Берешского водохранилища, равен 0,4-0,5 (теоретический максимум 1). Для содержимого кишечника значения указанного коэффициента равны нулю (табл. 3.45). Это говорит о полном прекращении каких-либо фотосинтетических процессов в поглощенных клетках. Фактически, фитопланктон, находящийся в кишечнике «убит» и не способен к размножению при его попаданию в воду.

Следует особо отметить, что гибель фитопланктона происходит практически на входе в кишечник. Нам не удалось отследить (да и такая задача не стояла) в каком месте пищевого тракта происходит гибель фитопланктона. Мы можем только утверждать, что многочисленные измерения КФА содержимого кишечника по всей длине показали нулевые значения измеряемого параметра в 2004-2005 гг. Это относится и к рыбам массой около 0,2 кг и к рыбам массой более 4,5 кг.

Несмотря на эффективность воздействия кишечного секрета на фитопланктон, пищевая кашка все равно окрашена в темно-зеленый цвет даже на выходе. Вероятно, из клеток фитопланктона в первую очередь извлекается энергетически ценные питательные компоненты необходимые для роста толстолобика, а затем «второстепенные» компоненты. В пользу сделанного предположения говорит следующий эксперимент. У толстолобиков различной массы отбирали пищевую кашку на выходе из кишечника и разводили ее фильтрованной водой до концентрации 0,1 мг/мл. Полученную взвесь интенсивно взбалтывали, давали осесть крупным частицам, а затем в супернатанте измеряли интенсивность флуоресценции хлорофилла. Зависимость величины флуоресценции содержимого кишечника от массы толстолобика представлено на рисунке 3.15. Видно, что чем больше масса рыбы (возраст), тем меньше хлорофилла содержится в единице массы пищевой кашицы. Это свидетельствует о более высоком коэффициенте утилизации пищи у взрослых особей по сравнению с молодыми.

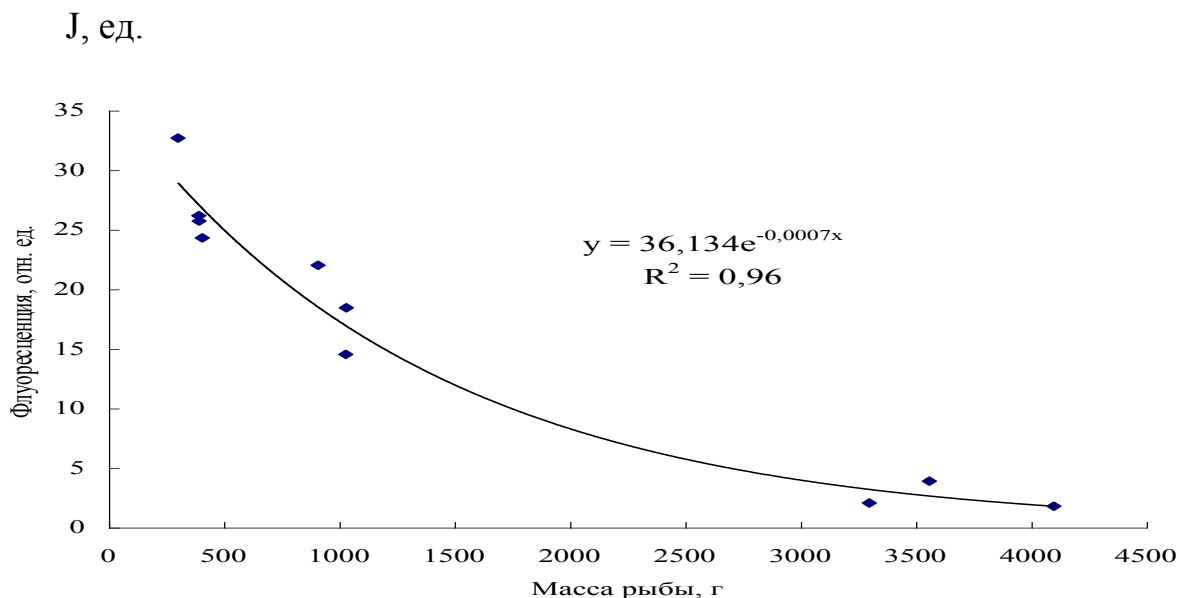


Рисунок 3.13. Зависимость удельной интенсивности флуоресценции содержимого кишечника толстолобика от массы рыбы. Удельную интенсивность флуоресценции определяли как отношение флуоресценции содержимого кишечника к массе содержимого кишечника.

В кишечниках рыб, как это следует из сказанного выше, 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 массовыми формами фитопланктона, что полностью совпадает с литературными данными об активном употреблении толстолобиками в пищу синезеленых водорослей (Богданов, 2003; Богданов, Парамонов, 2003; Константинов, Вечканов, 1980; Негоновская, 1980; Руководство..., 2000; Smith, 1989 и др.).

Как показывает отечественная и зарубежная практика, в качестве биологического мелиоратора в водоемах-охладителях хорошо себя зарекомендовал белый толстолобик (Богданов, 2003; Богданов, Парамонов, 2003; Константинов, Вечканов, 1980; Негоновская, 1980; Руководство..., 2000; Smith, 1989 и др.).

Практическое использование флуоресцентного метода при исследовании питания растительноядных рыб (белого толстолобика), на наш взгляд, заключается в определении оптимальной стратегии управления водной экосистемой водоемов-охладителей, в том числе и в рыбохозяйственных целях. Как следует из рисунка 3.15, наибольшим коэффициентом утилизации обладают рыбы, масса которых выше 1,0 кг. Очевидно, что для подавления цветения такие рыбы приобретают особую ценность в качестве биомелиораторов. Исходя из вышесказанного, вселение рыб-сестофагов для целей мелиорации должно опираться на относительно крупных рыб, способных эффективно воздействовать на альгоценоз.

Эффект вселения толстолобика в Берешское водохранилище показан на рис. 3.14. Евтрофикация водоема усиливалась вплоть до 2005 года. Высокая концентрация фитопланктона в 2005 г. обусловлена тем, что осенью 2004 г. уровень воды в Берешском водохранилище был снижен почти на один метр от нормального подпорного уровня (НПУ). В весенний период 2005 г. НПУ был восстановлен. Объем сброса составил около 17% от объема водохранилища ($0,193 \text{ км}^3$) 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*.

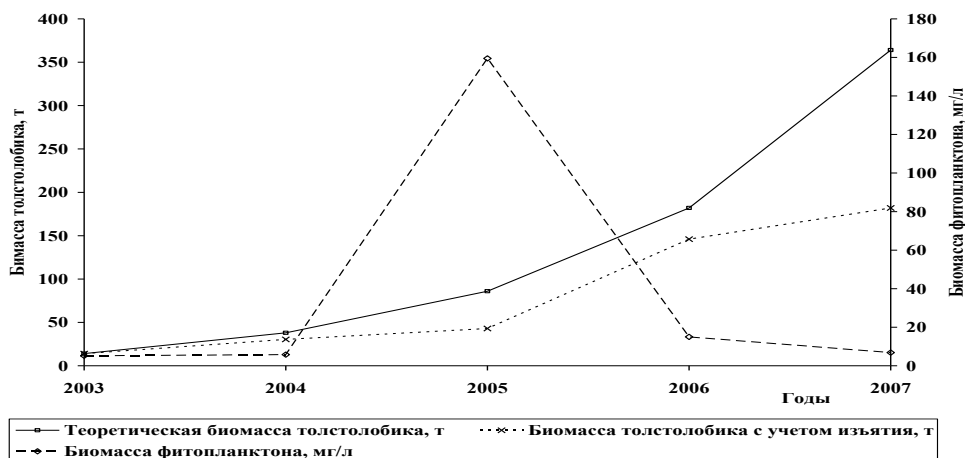


Рисунок 3.14 Динамика биомассы толстолобика и фитопланктона в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС в период 2003-2007 гг.

В 2003-2006 гг. в водоеме-охладителе по биомассе доминировали представители синезеленых водорослей, то в 2007 г. в летний период на первое место вышли диатомовые. Очевидно, этот факт свидетельствует о влиянии увеличившейся биомассы толстолобика не только на численность и биомассу, но и на структуру альгоценоза. То есть, в Берешском водохранилище толстолобик питается тем фитопланктоном, который в данный момент присутствует в воде. Усвоение фитопланктона начинается сразу же при попадании в кишечник. В процессе переваривания компоненты альгоценоза разрушаются, о чем свидетельствуют пустые створки водорослей, и становятся физиологически неактивными, поскольку КФА равняется нулю. Фекальная масса не содержит целых и физиологически активных клеток микроводорослей, которые при попадании в воду способны размножаться.

Перегораживание речного русла плотинами и дамбами с целью создания водохранилищ приводит к тому, что в образовавшейся зоне замедленного водообмена в летний период возникает массовое развитие микроводорослей (Бондаренко, Щур, 2007).

Использование рыб-сестофагов в евтрофных водоемах Центральной Сибири повышает рыбохозяйственную значимость последних за счет утилизации избыточной биомассы микроводорослей.

Многолетние наблюдения за качеством воды в Берешском водохранилище, имеющего статус водоема полифункционального водопользования, и анализ полученных результатов позволили сделать однозначное заключение о том, что в водоеме чрезвычайно высокими темпами, не свойственными для других водохранилищ Сибири, идет эвтрофирование. По результатам мониторинга 2007 г. получены данные, свидетельствующие о том, что вселение белого толстолобика не привело к изменению структуры ранее сложившегося ихтиоценоза.

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 перспективных водоёмов, слабая материально-техническая база, отсутствие специализированных рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих предприятий.

При исследовании экосистем водотоков, находящихся под влиянием различного рода горных работ (добыча золота, угля, водоемы-охладители), показано, что отрицательное воздействие наиболее ярко выражено на участках, подверженных прямому воздействию, и проявляется в снижении: качества воды, большинства количественных показателей бентосных сообществ, редукации ихтиоценозов.

Очевидно, что разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, приведет к интенсивным механическим нарушениям биоценозов и химическому загрязнению воды и почвы. При строительстве и освоении газовых месторождений первым начинает оказывать влияние на ихтиофауну неспецифический фактор – нерегламентированный промысел (браконьерство). Влияние загрязнений может прослеживаться на значительном удалении от района работ, что особенно характерно для речной сети. Как правило, основными источниками загрязнения являются поступающие в воду и почву нефтепродукты, химические реагенты и различные компоненты сточных вод (Филатов, 2001; Соромотин, 2006; Соромотин, 2007).

Наиболее рельефно последствия негативного воздействия проявляются в экосистемах высоких широт, которые остро реагируют на антропогенное вмешательство в силу весьма хрупкого равновесия внутри этих систем. Даже незначительное внешнее воздействие может привести к исчезновению уникальных северных форм водных организмов, что повлечет за собой перестройку всего гидробиоценоза вплоть до его полной редукции.

Поэтому, в связи с увеличением объемов геологоразведочных, поисково-оценочных и, в перспективе, работ по добыче нефти в высоких широтах Приенисейского региона, уже на этапе подготовки обоснований проектов на данные виды работ необходимо иметь базовую информацию о современном состоянии водных биоресурсов с тем, чтобы объективно оценить последствия негативного воздействия указанных работ на водных биоценозы, определить ущерб, наносимый рыбным запасам, дать рекомендации по снижению негативного влияния в процессе работ.

4. Состояние запасов и естественного воспроизводства осетровых и редких видов лососевидных рыб бассейна р. Енисея

За последние десятилетия в ихтиофауне водных объектов региона произошли существенные изменения, связанные с антропогенным воздействием. Наиболее значимыми факторами явились зарегулирование стока рек в результате гидростроительства и акклиматизация новых видов рыб.

Зарегулирование и создание крупных водохранилищ (общей площадью около 13 тыс. кв. км) на Енисее и его притоках привело к значительным нарушениям условий обитания и воспроизводства многих видов рыб, заметно изменило их ареалы, вызвало перестройки в структуре рыбных сообществ (Куклин, 1999; Космаков и др., 2011).

Наряду с русловым регулированием существенное воздействие на обитателей водоемов оказывают промысел и загрязнение водотоков. Негативные изменения условий обитания туводных рыб и особенно условий нереста лососевидных (тайменя, ленка, хариуса) наблюдаются в водотоках Красноярского края в результате золотодобычи, добычи ПГМ, строительства мостовых переходов и т.д. (Заделёнов, Космаков, Космаков В., 2001; Заделёнов, Трофимова, Космаков И., 2001). При этом сукцессионные процессы в биоценозах после прекращения действия антропогенного фактора не приводят и не могут привести к восстановлению исходных ихтиоценозов. Весьма существенные перестройки ихтиоценозов и водных сообществ в целом происходят вследствие натурализации экзотов. В середине-конце 20-го столетия в водоемы края проникли горбуша, микижа, сазан, лещ, судак, ранее здесь не отмечавшихся (Куклин, 1999; Заделёнов и др., 2008; Заделёнов, Долгих, 2009; Isaeva et al, 2013)

В период наиболее полного освоения рыбохозяйственного водного фонда (80-е годы XX века) максимальные учтенные уровни добычи рыбы в Красноярском регионе достигали 7,5 тыс. т, среднегодовой вылов составлял 6,7 тыс. т. В XXI столетии уловы снизились на 2/3 согласно имеющейся статистике (Перепелин и др., 2012).

Ведущее значение в рыбном промысле, занимает бассейн Енисея - около 80% вылова по региону, далее по значимости идут бассейны Хатанги - 14, Пясины - 4, Таймыры и Оби - менее 1% .

В низовьях р. Енисея ведутся сборы ихтиологических материалов по полупроходным видам сиговых видов рыб более 30 лет, что дает возможность оценить изменения в популяциях основных промысловых рыб по динамике биологических показателей и относительной численности рыб в уловах (Перепелин и др., 2010). Но по другим водным объектам региона сведений по величине уловов обычно нет, или они носят отрывочный характер. Квоты на вылов ценных видов рыб распределяются среди многочисленных заготовителей (так, в 2012 г. в регионе зарегистрировано 216) малыми объемами (менее 1 т на отдельный вид). После использования квоты рыбаки прекращают лов или скрывают выловленную рыбу, в том и другом случае объективность информации искажается.

Официальные статистические данные по уловам практически для всех промысловых и, особенно для ценных видов рыб в значительной степени (зачастую в разы) занижены относительно фактического вылова, что не позволяет оценить реальную промысловую нагрузку на популяции. В этой ситуации первостепенное значение приобретает необходимость получения достоверной ихтиологической информации по редким видам рыб, которые составляют незначительную долю в существующей статистике или выпадают из неё (таймень, ленок, нельма, валёк, тугун, туводный (речной) сиг-пыжьян, чир), либо вовсе запрещены к вылову (сибирский осетр, стерлядь). Но, стоит отметить, что эти виды пользуются повышенным спросом при их любительской добыче и незаконном обороте, что вызывает беспокойство за сохранение их численности (Заделёнов и др., 2010).

4.1. Экологические особенности осетровых рыб

Запасы сибирских осетровых рыб уникальны, поскольку являются чисто пресноводными формами и нигде больше в мире не встречаются. Наиболее массовым представителем осетровых рыб Сибири является сибирский осетр.

Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt, 1869, (Acipenseriformes, Acipenseridae). Широко распространен во всех крупных реках Сибири – от р. Оби на западе до р. Колымы на востоке.

Сибирский осетр, имеющий наиболее широкую среди других осетровых область распространения, удаленную от исторического центра ареала этой группы видов, обладает комплексом специфических адаптаций, включающим особенность структуры вида: повышенную по сравнению с другими видами осетровых эврифагию, эвритермность; более высокий уровень энергетических запасов; высокую лабильность соотношения соматического роста и генеративного обмена и, соответственно, темпа роста, размеров, возраста созревания и плодовитости, а также соотношения продолжительности жизни самцов и самок в зависимости от обеспеченности пищей; более эффективное расходование желтка в эмбриональном и постэмбриональном периодах развития; ускоренное постэмбриональное развитие с практически полным отсутствием периода питания в толще воды. Эти адаптации позволили виду освоить не только бореальные, но и арктические водоемы.

Темп роста осетра на протяжении жизни не постоянен. Наиболее высок он в первые годы жизни (Курбатский и др., 2009). Несмотря на продолжительный перерыв в питании (до полугода) осётр относится к наиболее быстро растущим и самым крупным рыбам на Енисее. Известен достоверный случай поимки в дельте в 1960-х годах осетра массой 124 кг (остальные параметры рыбы не были определены). А.В. Подлесный отмечает поимку в дельте осетра массой 101 кг в возрасте 65 лет (1958). В декабре 2004 г. в дельте добыта самка осетра массой 90 кг в возрасте 81 год, с абсолютной длиной 2,24 м.

У осетров наблюдаются значительные колебания размеров рыб в пределах одного возраста, принадлежащих одному поколению. Рыбы в возрасте 6+ лет могут иметь абсолютную длину от 52 до 76 см, массу от 0.5 до 1.9 кг, в 22+ – соответственно 0,91-1,5 м и 3,8-16 кг (Подлесный, 1955). Растут поколения енисейского осетра, народившиеся в разные годы, по-разному. Так, рыбы в возрасте 16+ лет в 1947 г. имели массу (в среднем) 4,7 кг, в 1960 – 3,3, в 1964 –

2,3, в 2000 г. – 3,5, в возрасте 20+ лет – соответственно 6,3, 6,0, 5,4 и 4,9, в 25+ лет – 8,2; 9,0; 7,2 и 7,1, в возрасте 35+ лет – 11,1; 18,1; 12,6 и 14,0 кг (Михалев, 1967).

По фондовым материалам ФГБНУ «НИИЭРВ» сибирский осётр из р. Ангары в возрасте 7+ лет достигал массы 3,3 кг (23 экз.), в 20+ лет – 11,0 (2 экз.), в 33+ лет – 11,3 кг (1 экз.). В р. Пясине он растёт ещё медленнее: в 8+ лет – 0,4 (5 экз.), в 12+ лет – 0,9 (4 экз.), в 33+ лет – 14,0 кг (1 экз.). Осётр из р. Хатанги в возрасте 7+ лет достигал массы 0,6 (2), в 30+ лет – 17,2 кг (1) (Лукьянчиков, 1967). К сожалению, по небольшому количеству материала сложно судить о росте сибирского осетра из разных водных объектов Центральной Сибири. Очевидно, что чем севернее находится водоём и чем короче вегетационный период, тем медленнее осётр растёт.

Промышленный лов осетра начался с развитием пароходного сообщения на Енисее – в конце 19-го века, когда вывоз его из низовьев достиг 75-150 т (в пересчёте на сырец). Наиболее интенсивная эксплуатация его промысловых запасов началась в 1930-х годах, во время освоения Арктики. После максимума добычи (504 т - в 1934 г.), уловы начали падать, и даже в 1942-1945 годы, когда в низовьях было занято ловом рыбы более 6 тыс. человек, они не превысили 200 т. С 1947 г. по 1953 г. на Енисее действовал первый запрет лова осетра. Высокий уровень добычи осетра, наблюдаемый в 1955-1959 гг., обусловлен, в основном, повышением технических возможностей (моторы, капроновые сети, а также хорошие заработки и повышение квалификации рыбаков), а не накоплением промысловых запасов за слишком короткий срок действия запрета. Вводимые с 1960 г. жёсткие ограничения объёмов лова не дали желаемого результата, и с 1971 г. введён новый запрет «до восстановления запасов». Положительные результаты этого запрета начали сказываться к 1985 г. (увеличение значений основных показателей состояния популяции: её численности, доли созревающих самок и др.), но возрастающее несанкционированное изъятие осетра, особенно в реке, не замедлило проявиться. С 1988 г. по настоящее время понижается эффективность лова, доля самок, готовых к нересту. С 1998 г. введён третий запрет промыслового лова осетра на Енисее (Заделёнов, Михалев, 2006).

Нерестилища енисейской популяции сибирского осетра находятся на участке реки от устья Курейки до с. Атаманово (845-2324 км от устья), лучшими считаются на участке Ворогово - Сумароково (1509-1630 км от устья), примыкающие к устью р. П. Тунгуски. Подъём длится практически всё лето, после зимовки на «ямах» осётр нерестует в июне-июле на плотных грунтах при температуре от 8,5 °С и выше (до 24 °С) (Подлесный, 1955).

Сибирский осетр размножается на песчано-галечниковых и галечниковых грунтах на глубине 4-8 м при скорости течения 2-4 км/ч.

Относительная численность поколений («урожайность») сибирского осетра р. Енисея зависит от множества причин (например, от количества пришедших на нерест производителей, их плодовитости, масштаба несанкционированного лова на нерестилищах и т.п.), в том числе и от условий, при которых протекает нерест, развития икры и первых дней и недель жизни народившегося потомства. Выяснено, что урожайность поколений зависит от уровней воды в период нереста и после него. К оптимуму близки средние значения уровней. Наиболее сильное влияние имеет уровень в июне (корреляционное отношение к относительной численности поколений равно 0,7), сентябре (0,6) и октябре (0,6), ниже – в мае, июле и августе (соответственно 0,5; 0,46 и 0,4) (Михалев, 1967).

В ихтиологии принято подразделение ихтиофауны Енисея на жилых и полупроходных рыб. Считается, что для первых места нагула находятся в непосредственной близости от мест размножения (нереста), для вторых данные районы расположены на значительном расстоянии (до 1000–1700 км). А.В. Подлесным (1955) предложена схема миграций, построенная на определенной аналогии с волжской ихтиофауной, применительно к ряду видов она выглядит следующим образом (рис. 4.1).

Однако дальнейшие исследования показали, что для полупроходных рыб характерно наличие популяционных континуумов и указанная схема оказывается верной только для некоторых субпопуляций конкретных видов или только для определенных возрастных классов субпопуляций (Рубан, 1999; Заделенов, Гайденок, 2006 и др.).

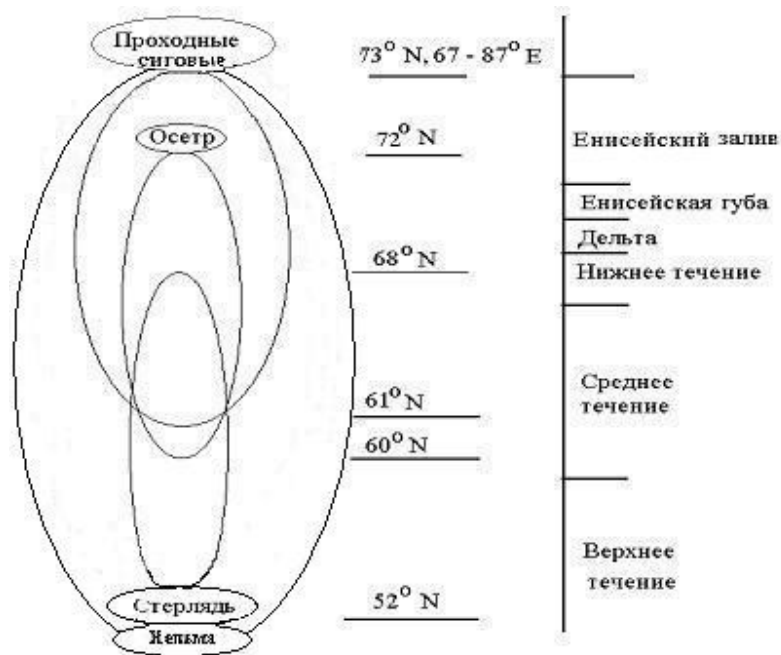


Рисунок 4.1. Ареалы представителей полупроходной енисейской ихтиофауны

Особенности популяционного континуума в плане нерестовых миграций сибирского осетра. Классической структурой популяции являются две формы - полупроходная и жилая (Подлесный, 1955, 1958). Основу численности осетра в бассейне составляет полупроходная форма (80%), являвшаяся основным объектом промысла. Ее ареал включает среднее и нижнее течение р. Енисея (от устья р. П. Тунгуски), дельту и эстуарий. Жизненный цикл представителей полупроходной формы осетра в соответствии с А.В. Подлесным следующий: после выклева молодь в течение 3-13 лет находится в р. Енисее и затем скатывается в дельту и губу, где достигает половой зрелости к 20 годам и после этого начинает совершать ротации от мест нагула к местам нереста с периодом, минимальная величина которого составляет 4 года.

Жизненный цикл представителей жилой формы отличается только отсутствием миграций «дельта - нерестилища». В качестве границ ареала жилой формы А.В. Подлесный (1955) указывает Большой Порог и Игарку и показывает перекрытие ареалов обеих форм осетра в местах нерестилищ, которые в период естественного стока р. Енисея были локализованы от г. Енисейска (58° N) до г.

Игарки (67° N). Дополнительным аргументом в пользу северной границы жилой формы по А.В. Подлесному является тот факт, что в Енисее после впадения р. Курейки резко сокращается количество молоди осетра, которая в связи с особенностями жизненного цикла полупроходной формы скатывается в дельту и губу.

Следующий шаг на пути исследования енисейского осетра сделал Г.И. Рубан, который по аналогии со структурой популяций ленского и индигирского осетров и результатов собственных натурных работ предложил концепцию о существовании в бассейне р. Енисея популяционного континуума осетра (1999). Сформулированные им выводы не противоречат классической концепции о двух форм осетра в Енисее - жилой и полупроходной (рис. 4.2).

Просуммировав информацию по добыче и возрастному составу уловов осетра на отрезках «Дельта – Карасино» и «Ворогово - Комса» в середине прошлого столетия, получено интегральные распределения по вышеуказанным характеристикам для нижнего и верхнего участков р. Енисея, которые по статистическим критериям не отличаются друг от друга. Это подтверждает наличие полупроходной и жилой форм осетра, выделяемых енисейскими ихтиологами, и верховой и низовой популяций Г.И. Рубана.

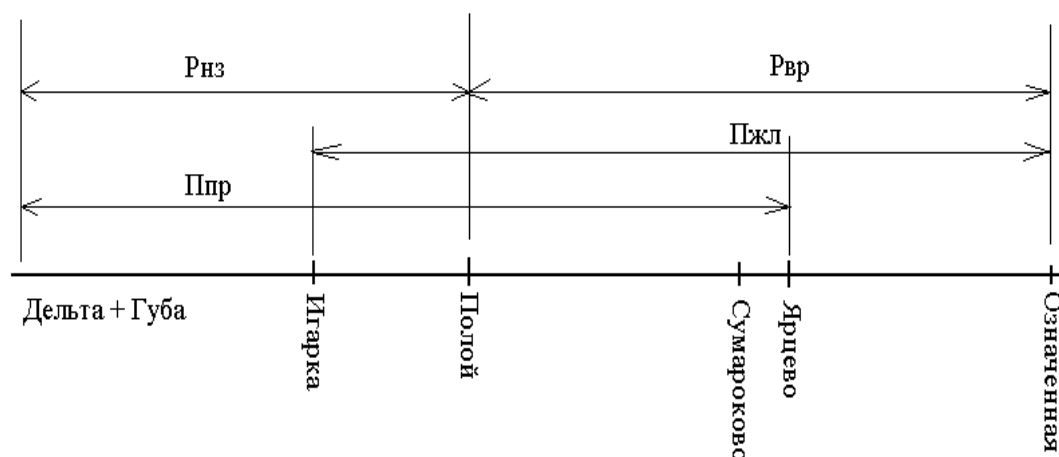


Рисунок 4.2. Схема локализации форм осетра в р. Енисее

Примечание: $\Pi_{пр}$ и $\Pi_{жл}$ – проходная и жилая формы по Подлесному; $R_{нз}$ и $R_{вр}$ – низовая и верховая популяции по Рубану

В то же время вышеизложенная схема миграций и структуризация имеет определенные противоречия с действительностью. Первое, совершенно отсутствуют сведения по промыслу на участке «Верещагино – Костино», где, судя по опросным данным, также находятся нерестилища. Второе, в крупных притоках Енисея - Ангаре, Подкаменной и Нижней Тунгусках, а также и в самом Енисее существуют локальные популяции жилой формы осетра (Вотинов Н.П. и др. 1975; Дрягин, 1949; Заделёнов, 2002а; Макаренко, 1902; Подлесный, 1955). А.А. Макаренко (1902) первым из енисейских ихтиологов высказал предположение о существовании в р. Ангаре осетра, отличающегося от енисейского по внешним признакам. Н.А. Остроумов (Остроумов, 1937) приводит сведения о существовании в р. Н. Тунгуске обособленного стада осетра. Н.П. Вотинов (Вотинов Н.П. и др. 1975), ссылаясь на Ю.В. Михалева, говорит о существовании в районе «Ворогово - о. Комса» местного стада осетра. По сообщению С.М. Чупрова в р. П. Тунгуске по долготе 100° имеется стадо осетра. В левобережном притоке Енисея - Большой Хете по широте 67°, также имеется осетр. Третьим и самым крупным противоречием является тот факт, что ход осетра является довольно странным явлением: в нижнем и среднем течении Енисея сроки «хода» (или, точнее, активности) совпадают между собой и приходятся на середину и вторую половину июля (рис. 4.3).

Особенности хода осетра по словам Ю.В. Михалева, занимающегося исследованием осетра на протяжении почти 50 лет, отличаются от хода сиговых менее яркой выраженностью - «более сглаженный».

Опрос населения в низовьях р. Енисея дал сведения об одной, июльской волне хода. И как уже сказано выше, пик, приходящийся как в нижнем, так и в среднем течении на середину июля, наблюдается на всем протяжении от Левинских песков (Дудинка) до Лесосибирска (пункты наблюдения: Левинские пески, Полой, Туруханск, Верещагино, Ворогово, Лесосибирск). Если бы была нерестовая миграция, подобная таковой у сиговых рыб, то должно было быть и расхождение в сроках при движении осетра от дельты до Ворогово.

Однако этого явно не наблюдается. Более того, подобная активность осетра

наблюдается в это же время и в Енисейском заливе, когда он достигает бухты Широкой (Южная), и где он никогда не нерестился.

В соответствии с приведенными фактами наиболее логичным объяснением сложившемуся комплексу обстоятельств может служить развитие идеи популяционного континуума осетра, в котором уже насчитывается не две, а более популяций.

Приведем принципы их выделения. Для этих целей воспользуемся методом аналогии, который, «хотя и не является методом доказательства, зато служит инструментом понимания и анализа». В расположении нерестилищ осетра и других полупроходных видов рыб Енисея имеется определенная общность. Для полупроходных сиговых и корюшки существуют районы верхних и нижних нерестилищ (Пирожников, 1949; Подлесный, 1958).

Районы верхних нерестилищ расположены на участке «Ворогово-Бахта», нижние нерестилища локализованы на участке «Нижняя Тунгуска - Хантайка». Очевидно, причиной рассматриваемой дивергенции участков нерестилищ явилось геологическое прошлое р. Енисея (рис. 4.4).

В соответствии с геохронологией серии «регрессии-трансгрессии» лучшим критерием дифференциации группировок популяционного континуума осетра является геологический возраст того участка, где они локализованы (Данилов и др., 2000; English, 1957-58). Согласно (Сакс, 1952) между геологическим возрастом и участком течения имеется соответствие: верхнее течение и верхний плес среднего до р. Сургутиха - «санчуговский», возраст более 200 тыс. лет; участок «р. Сургутиха - Нижняя Тунгуска» - «каргинский», возраст 25-35 тыс. лет; участок «Нижняя Тунгуска - Губа» - голоценовый, возраст 7,5 тыс. лет.

В связи с этим, можно дифференцировать также и стада енисейского осетра придаточной системы Енисея: рек Нижней Тунгуски, Подкаменной Тунгуски, Кана, Ангара - «санчуговские», верховий Б. Хеты - голоценовое (рис. 4.5).

Таким образом, полупроходная форма осетра существует в виде низовой енисейской, выделенной Г.И. Рубаном. Места ее нереста локализуются по принципу экономии энергии - в районе «Потапово - Туруханск». Локализация нерестилищ других популяций континуума определяется по тому же принципу.

Границы между популяциями показаны на рисунке 4.5 и выделены на основе геологической истории.

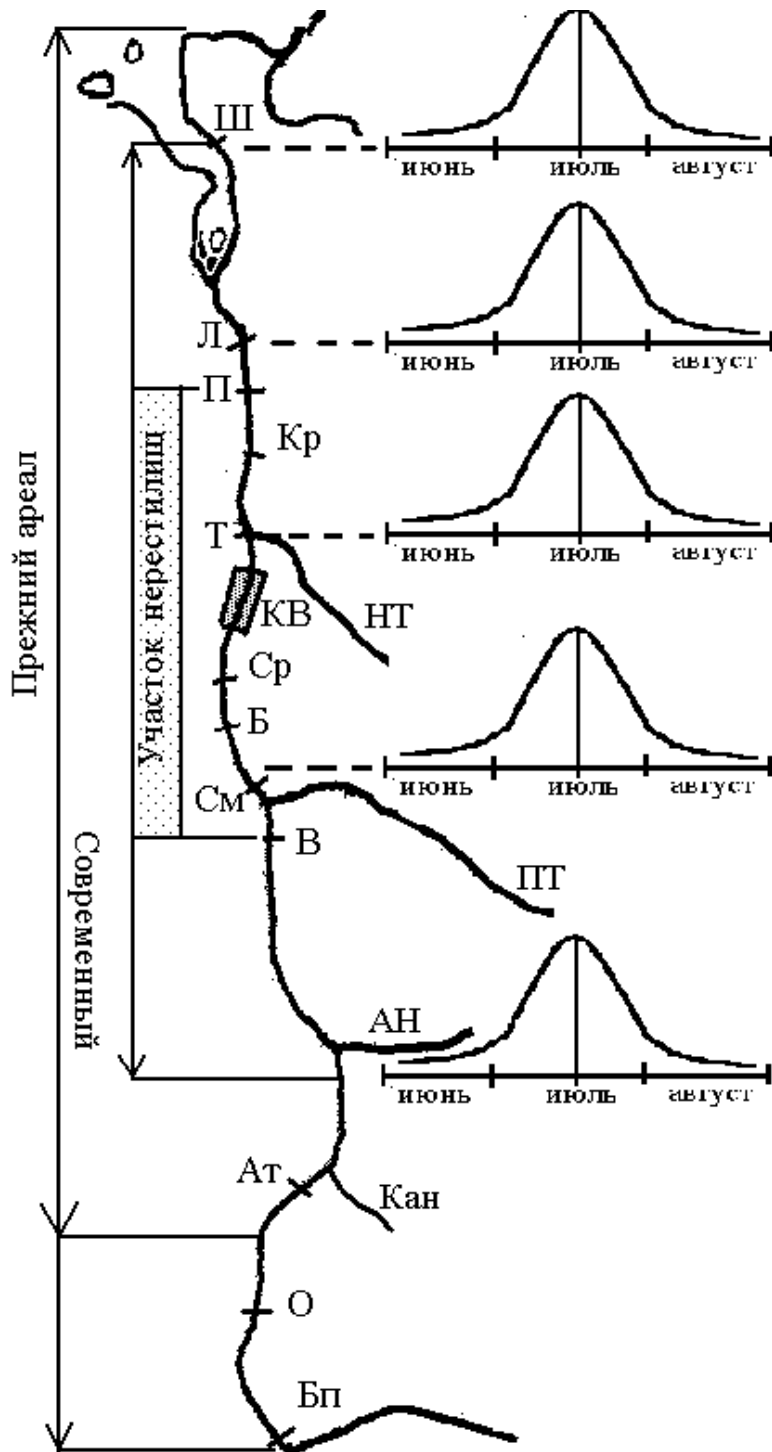


Рисунок 4.3. Уловы осетра в бассейне р. Енисея в период открытой воды
 Бп – Большой Порого, О – Означенная, Ат – Атаманово, АН – р. Ангара, В – Ворогово, См – Сумароково, ПТ – р. Подкаменная Тунгуска, НТ - р. Нижняя Тунгуска Б – Бахта, Ср – Сугрутиха, КВ – Костино – Верещагино, Т – Туруханск, Кр – Карасино, П – Потапово, Л - Левинские пески, Ш - м. Шайтанский

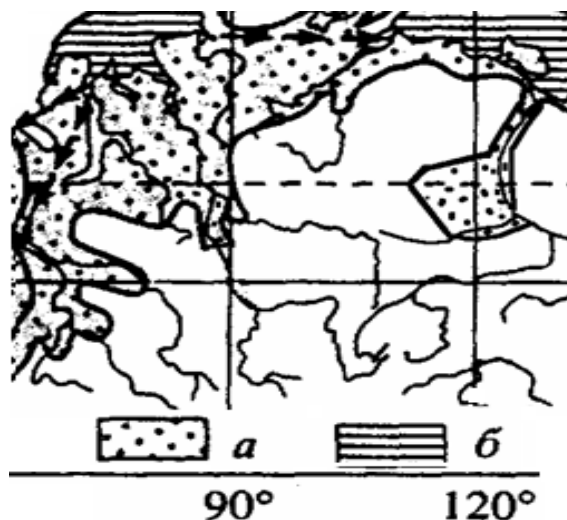


Рисунок 4.4. Схема распространения на континентах Северного полушария морских и солоноватоводных бассейнов в плиоценовую трансгрессию Арктического океана (Данилов и др., 2000; English, 1957-58)

а – подпрудные бассейны; б – эстуарная Арктическая провинция

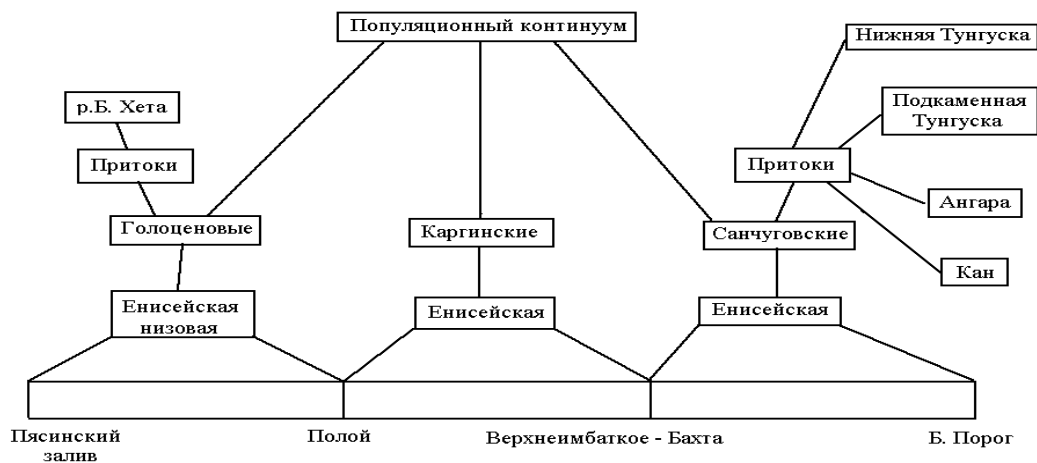


Рисунок 4.5. Популяционная структура и локализация континуума осетра

В целом, рассмотренная выше процедура структуризации популяций енисейского осетра представляет собой дальнейшее развитие идей енисейских ихтиологов (В.Л. Исаченко, А.В. Подлесного, Ю.В. Михалева), с одной стороны, и Г.И. Рубана, с другой. В дополнении к номенклатуре популяций (рис. 4.5) следует отметить тот факт, что верховая санчутовская популяция р. Енисея в

прежние времена в силу значительной протяженности участка распадалась на ряд местных стад.

Стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 (Acipenseriformes, Acipenseridae). В р. Енисее ранее встречалась по всему среднему и нижнему течению реки, включая ряд крупных притоков, таких как Ангара, П. и Н. Тунгуски, Сым (Хохлова, 1955; Михалёв, 1969). После зарегулирования стока рр. Енисея и Ангара ареал стерляди заметно сократился: в настоящее время она обитает в р. Енисее (в основном, на участке ниже устья р. Ангара), а также в некоторых притоках, впадающих в Красноярское и Саяно-Шушенское водохранилища. В настоящее время заметно сократилась численность стерляди в нижнем течении р. Ангара, а также на Енисее в пределах Казачинского и Енисейского районов, являвшихся ранее традиционными местами ее обитания (Хохлова, 1955; Заделёнов, 2004). В Нижней и Подкаменной Тунгусках сведения о наличии стерляди отрывочны. Это связано с отсутствием промысла на этих реках и удаленностью от основной транспортной магистрали региона - р. Енисея. Известно, что стерлядь в Тунгусках концентрируется вблизи их крупных притоков, имеющих длину более 600 км (реки Виви, Тутончана и некоторых других).

С начала деятельности Енисейской ихтиологической лаборатории (впоследствии ФГБНУ «НИИЭРВ»), стерлядь р. Енисея неоднократно привлекала внимание исследователей этой научной организации. Морфологическое описание и питание стерляди впервые приводит В.Л. Исаченко (1912, 1916). М.Д. Рузский (1916) (Томский университет) в 1916 г. описывает стерлядь из Среднего Енисея и приводит южную границу ареала этого вида в реке (Большой порог). В 20-40-е годы прошлого столетия многие исследования сотрудников института не печатались. Поэтому значительная часть научных материалов не была опубликована и в настоящее время содержится только в фондовых рукописных материалах института. К таким материалам относятся работы П.В. Тюрин, П.Л. Пирожникова, Г.А. Муромовой, Г.А. Громиловой, Г.П. Петрова, В.Н. Башмакова, А.К. Филиппова, А.А. Лобовиковой по енисейской стерляди (Заделёнов, 2008). П.В. Тюрин и П.Л. Пирожников в 1928 г.

кратко охарактеризовали стерлядь от г. Минусинска до устья р. Ангары в рыбопромысловом отношении. Н.В. Сушили́н в 1929 г. проводит мечение рыбы в подледный период в районе Вороговского многоостровья (211 экз.) (цит. по Хохловой (1955)). В том же году Г.А. Муромова и Г.А. Громилова освещают вопросы роста, возраста, половозрелости и плодовитости енисейской стерляди, Г.П. Петров – её промысел. В 1936-1937 гг. В.Н. Башмаковым и А.К. Филипповым исследуются нерестилища стерляди между пос. Ворогово и Сумароково, описывается район нерестилищ и зимовальных ям на этом участке реки, а также приводится промыслово-биологическая характеристика. А.В. Подлесным и В.Н. Башмаковым по материалам 1938 и 1941 гг. получены обобщенные сведения по биологии и промыслу стерляди. В 1946 г. сведения о росте и промысле стерляди от д. Означенной до устья Ангары приводятся А.А. Лобовиковой. Дополненные сборами 1947 г. вышеприведенные материалы послужили основой для подготовки обобщающей статьи Л.В. Хохловой (1955) и работы А.В. Подлесного (1958).

М.И. Меньшиков (1937) приводит морфологическое описание стерляди бассейна Енисея как *Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt, 1833 (стерлядь сибирская). Впоследствии, этой точки зрения (обитания в бассейне р. Енисея отдельного подвида – сибирской стерляди) придерживается и Л.И. Соколов (2002). Л.С. Берг придерживается мнения В.Л. Исаченко (1912) и М.И. Меньшикова о наличии в бассейнах Оби и Енисея сибирского подвида стерляди (Берг, 1948). Авторы «Аннотированного каталога...» (1998) ссылаясь на М.И. Меньшикова, считают, что «сибирскую стерлядь... иногда выделяют в подвид». А.А. Вышегородцев полагает, что бассейн Енисея населяет сибирский подвид *Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt, 1833 (стерлядь сибирская) (Вышегородцев, 2000). То есть статус стерляди в Енисейском бассейне до сих пор дискуссионный.

О.Н. Бауэр (1948) при изучении паразитофауны промысловых рыб р. Енисея описывает характерных гельминтов стерляди. В 1956 г. В.А. Кравчуком проводится оценка состояния стерляди на Ярцевском рыбопромысловом участке. В 1959 г. выходит работа О.Л. Ольшанской (1959), в которой обосновывается не ежегодный нерест стерляди в р. Енисее.

В 1972-1973 гг. А.А. Лобовикова занимается изучением стерляди в районе пос. Ярцево. Впоследствии, материалы этого автора использовались Ю.В. Михайлёвым (1999) для обобщения сведений по росту и плодовитости енисейской стерляди.

Параллельно с изучением стерляди р. Енисея исследователи проводили и изучение этого вида в его притоках, в частности, р. Ангаре. Первые материалы об ангарской стерляди приводит А.А. Макаренко в работе «Промысел красной рыбы на р. Ангаре» (1902). В 1926 г. Н.И. Воробьев описывает стерлядь р. Чуни (приток р. Ангары), И.И. Покровский (1929) в 1929 г. приводит данные о промысле стерляди в бассейне р. Ангары. В 1935 г. С.В. Филиппов и С.Н. Агтэ отмечают нарушения в воспроизводстве ангарской стерляди. М.Г. Гапченко с соавторами в 1937 г. разделяют стерлядь р. Ангары на два стада, обособленные по местам обитания. Н.Н. Боброва в 1949 г. приходит к выводу о существовании нижнеангарского стада, обитающего в низовьях реки на участках с равнинным течением, и верхнеангарского стада, обитающего в пределах Иркутской области на порожистых участках. Данное утверждение автора основывалось на различии в ряде морфологических признаков.

В 1943 г. А.Г. Егоров (1943) описывает промысел стерляди на р. Ангаре. Впоследствии этот же автор более подробно касается отдельных черт биологии и систематики этого вида (1963, 1967). А.М. Мамонтов (1970а, 1970б, 1977) в ряде работ обобщает имеющуюся информацию различных авторов о стерляди р. Ангары и ангарских водохранилищ.

Кроме р. Ангары имеются данные о наличии отдельных популяций стерляди в других крупных притоках Енисея – реках Нижняя Тунгуска (Попов, 1983) и Сым (Приложение к Красной книге..., 2004).

В связи с перекрытием русла р. Ангары и появлением Братского и Усть-Илимского водохранилищ возник вопрос о воспроизводстве и хозяйственном использовании стерляди в этих водохранилищах. А.В. Подлесный (1961), а позднее и Л.В. Хохлова (1966) признают стерлядь неперспективным объектом для ихтиофауны водохранилищ, считая, что у этого реофильного вида в условиях зарегули-

рованного стока исчезнут условия для воспроизводства и нагула (дефицит кормовой базы).

С уменьшением добычи стерляди на р. Енисее в результате запрета самоловов (1946 г.) и плавных сетей (1954 г.) добыча этого вида в реке заметно сократилась (Михалев, Михалева, 2001), и, как следствие, у работников рыбного хозяйства «пропал интерес» к этому виду.

В 1980-е годы в связи с заполнением водохранилищ Енисейского каскада С.М. Чупров (Красноярский госуниверситет) собирает материалы, характеризующие морфологию и рост стерляди Верхнего Енисея, А.А. Куклин – в районе Вороговского многоостровья. Позже, материалы этих авторов были обработаны и обобщены В.А. Заделёновым (2004).

Ю.В. Михалёв (Михалев, Михалева, 1999) в районе пос. Сумароково в середине 90-х годов прошлого столетия собирает материалы по росту стерляди. В это же время Н.В. Акимовой с соавторами (1995), Н.В. Акимовой и Г.И. Рубаном (1996) приводятся сведения о нарушениях репродуктивной системы этого вида в Туруханском районе. В.А. Заделёновым (2001а, 2005) рассматриваются материалы, характеризующие половой состав и соотношение полов стерляди в нагульном и нерестовом стадах.

Проблемы питания, пищевых взаимоотношений и пищевого обеспечения стерляди в р. Енисее освещались в работах В.Л. Исаченко (1916), Г.П. Романовой (1948), В.Н. Грезе (1953, 1957), В.А. Заделёнова (2000б, 2007в), Михалёва Ю.В. и Михалёвой Т.В. (1999, 2001) и других.

В связи с организацией подсобных рыбоводных хозяйств при промышленных предприятиях Красноярского края вновь возник пристальный интерес к стерляди, но уже как к объекту аквакультуры. В 1992 г. В.А. Заделёновым (Заделёнов и др., 1994) получена икра и личинка стерляди на сумароковских нерестилищах и доставлена в г. Красноярск на рыбоводное хозяйство. В середине и конце 1990-х годов акцент исследований несколько меняется – енисейская стерлядь рассматривается как перспективный объект товарного рыбоводства (Заделёнов, 1996, 1998б, 1998в, 1999а, 2000г, 2002б, 2004, 2007г; Заделёнов и др., 1994; Заделёнов, Куклин,

1996, 1997, 1998), разрабатываются биотехнологии создания маточных стад (Заделёнов, 1999а, 2000г; Заделёнов и др., 1994, 1996). Также формируется «экологическое» направление изучения стерляди, связанное с сокращением её численности и воспроизводства вследствие хозяйственной деятельности (гидростроительство, молевой сплав, браконьерство) (Гулимов, Заделёнов, 1997; Заделёнов, 1998б, 2000б, 2000в, 2001). Вопросы охраны естественных популяций стерляди рассматриваются Г.И. Рубаном (1999), Ю.В. Михалёвым (1999), А.А. Вышегородцевым с соавторами (Приложение к Красной книге..., 2004), В.А. Заделёновым (2001, 2004, 2005). Отдельные популяции стерляди, в связи с сокращением её численности, заносятся в региональные «Красные книги» (Приложение к Красной книге..., 2002, 2004; Заделёнов, 2004). Предпринимаются попытки определения численности стерляди в р. Енисее (Гайденок и др., 2003, Чмаркова и др., 2003).

В начале XXI столетия первостепенное значение приобретает сохранение биоразнообразия видов животных, в том числе рыб. Для решения этой проблемы разрабатывается система мероприятий, направленных на сохранение и увеличение численности естественных популяций стерляди и осетра в бассейне р. Енисея, которая предусматривает (Заделёнов, 1999а, 2004, 2006, 2007б, г; Заделёнов, Михалев, 2006; Мицукова и др., 2000, 2001; Красная книга Красноярского края..., 2012; Красная книга Республики Хакасия, 2004, 2014):

- создание региональной сети особо охраняемых водных объектов – естественных нерестилищ;
- использование системы искусственных мероприятий по поддержанию и увеличению численности енисейских осетровых;
- восстановление численности ангарских популяций осетра и стерляди для сохранения структуры вида;
- создание живых коллекций осетровых бассейна р. Енисея на базе бассейновых тепловодных хозяйств для сохранения их генетического разнообразия;
- развитие товарного осетроводства.

Л.В. Хохлова (1955) разделяла енисейскую популяцию стерляди на две формы: «быстрорастущую» и «медленнорастущую», выделяя и промежуточную

форму («среднерастущая»). Стерляди, как и другим видам рыб, присуща значительная вариабельность роста. В данном случае необходимо учитывать субъективный подход исследователей при определении возраста рыбы. По мнению Ю.В. Михалёва (поддерживаемого Красноярским госуниверситетом) в Енисее можно выделить только 2 формы стерляди – «тупорылую», обитающую на каменистых и галечных грунтах и сравнительно быстром течении на всём протяжении реки, и «длиннорылую», обитающую на мягких песчаных грунтах в некоторых протоках дельты Енисея (Михалёв, 1999). Стерлядь в условиях повышенных скоростей течения приобретает фенотип «тупорылой» формы и по внешнему облику напоминает осетра (Заделёнов, 2004).

По особенностям биологии стерлядь относится к типично речным рыбам - придерживается преимущественно участков реки с быстрым течением и галечно-песчаными грунтами, как правило, не совершает значительных миграций, нагул и нерест часто происходят на одних и тех же местах. Стерлядь зимует на «ямах» в русле р. Енисея и отдельных притоков.

Стерлядь р. Ангара внесена в Красную книгу Красноярского края (2012), и Иркутской области (2010), как популяция с ограниченным ареалом, находящаяся под угрозой исчезновения, предлагается организовать заказник в бассейне р. Тасеевой. Стерлядь р. Чулыма также внесена в Красную книгу Красноярского края (2012) и Республики Хакасия (2014). С целью сохранения популяций стерляди, осетра и других ценных видов рыб, обитающих в р. Чулыме, на территории Красноярского края создан Государственный биологический заказник краевого значения «Чулымский». Стерлядь, обитающая в р. Сыме (левый приток р. Енисея), вследствие резкого снижения численности внесена в Приложение Красной книги Красноярского края (2002, 2004). В Республике Хакасии (бассейн Енисея) енисейская популяция этого вида внесена в региональную Красную книгу (2014).

Для сохранения стерляди в водоёмах Красноярского края принятия (и исполнения) одних рыбохозяйственных мер мало. Необходимо общее повышение культуры производственной деятельности, в первую очередь – принять меры по

исключению загрязнения вод отходами деятельности человека, не допускать применения химических способов борьбы с различными вредителями, в том числе с кровососущими насекомыми, как это было проделано в период строительства гидростанций на р. Ангаре в течение 1950-1970-х годов и с вредителями леса в конце 1990-х годов в бассейне Тасеевой.

С учетом указанных обстоятельств, состояние запасов сибирских осетровых в бассейне Енисея и уровня их естественного воспроизводства следует охарактеризовать как весьма напряженное.

4.2 Экологические особенности лососевидных видов рыб

Таймень Hucho taimen (Pallas, 1773) (Salmoniformes, Salmonidae). Таймень является самым крупным представителем семейства лососей в водоёмах Красноярского региона, включающего Красноярский край, Республику Хакасию и Республику Тыва. Его ареал в водных объектах региона - бассейны рек Оби, Енисея, Пясины, Хатанги, Лены. Его обычные места обитания – горные и предгорные реки и озёра (Остроумов, 1937; Берг, 1948; Сиделев, 1981; Вышегородцев, 1999; Разнообразие рыб Таймыра, 1999; Атлас пресноводных..., 2002; Исследования видов рыб..., 2001; Заделенов, Шадрин, 2003; Заделенов, 2003).

А.В. Подлесный (1958), затем В.И. Романов (2004) отмечают, что таймень в бассейне Енисея имеет малое число чешуй в боковой линии, не типичное для вида (Берг, 1948). По нашим данным количество чешуй в боковой линии в водоемах бассейна Енисея не превышает 150.

Таймень характеризуется быстрым ростом. В бассейне р. Енисея в р. Турухане вылавливали тайменей в возрасте от 10 до 20+ лет, с длиной тела 0,48-1,22 м и массой 4,86-16,0 кг (Головко, 1971). Таймени из устья Курейки имели возраст от 7 до 22+ лет, длину тела 0,62-1,17 м и массу от 1,8 до 16,5 кг (Подлесный, 1958). В р. Маковской встречались рыбы в возрасте от 9 до 36+ лет, с длиной тела от 0,81 до 1,44 м и массой 7,6-28,3 кг.

В уловах на р. Подкаменной Тунгуске и её притоках таймени представлены рыбами в возрасте 3-15 лет с длиной тела от 0,28 до 1,22 м и массой от 0,26 до

17,6 кг (Заделенов и др., 2003). В р. Большом Питу таймень имел длину 0,32-0,95 м, массу - 0,3-8,3 кг в возрасте 3-17+ лет (Исследования видов рыб..., 2001). В р. Агуле (бассейн Кана) в возрасте 2-7+ лет у тайменя длина тела была от 0,52 до 0,79 м, масса – 0,13-5,1 кг (Вышегородцев, 1999). В р. Ангаре таймени встречались в возрасте 3+-20 + лет при длине 0,32-1,30 м и массе 0,32-18,8 кг (Мамонтов, 1977). В наших уловах по северным водотокам (системы рек Подкаменной Тунгуски и Большого Пита) в возрасте 2+-16+ лет рыбы имели длину от 0,27 до 1,15 м и массу от 0,2 до 17,6 кг (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Размеры тайменя северных группировок, бассейн р. Енисея, 1988, 2000-2002 гг.

Возраст, лет	Длина тела, мм		Масса, г		Кол-во, экз.
	Диапазон	$M \pm m$	Диапазон	$M \pm m$	
2+	267-425	326 ± 28	199-968	449 ± 138	5
3+	304-525	399 ± 21	283-1770	855 ± 139	13
4+	315-528	408 ± 14	304-1810	860 ± 98	19
5+	382-585	486 ± 18	696-2400	1420 ± 170	10
6+	400-745	569 ± 26	700-5150	2500 ± 330	20
7+	478-687	547 ± 10	1240-4300	1960 ± 160	19
8+	564-747	644 ± 20	2250-4850	3280 ± 330	9
9+	561-850	645 ± 44	2310-7780	3570 ± 860	6
10+	-	850	-	7800	1
12+	-	720	-	4000	1
13+	-	908	-	9200	1
14+	-	1150	-	17600	1
16+	-	885	-	8300	1

По южным водоемам (рр. Агул, Кимбирка, Сисим) в возрасте от 1+ до 13+ лет таймени имели следующие размерные характеристики: длина - 0,20-0,94 м, масса - 0,09-9,50 кг (табл. 4.2).

При анализе размеров тайменя из разных водоёмов одной системы (бассейн р. Подкаменной Тунгуски), выясняется что в р. Тее (левый приток 2-го порядка, длина – 260 км, площадь водосбора – 5670 км²) масса одновозрастной рыбы не менее, чем в 3 раза ниже таковой в р. П. Тунгуске (длина - 1865 км, площадь водосбора - 240000 км²). При этом среднесезонная биомасса зообентоса р. П. Тунгуски (основного компонента питания массовых видов рыб в горно-таежных

водотоках) - около 17 г/м^2 , в р. Тее – от 3,1 до $8,0 \text{ г/м}^2$ (Щур и др., 2003, Шадрин, 2003). Кроме того, следует отметить, что на р. Тее проводится разработка россыпных месторождений золота.

Таблица 4.2. Размеры тайменя южных группировок, бассейн р. Енисея, 1989-1990, 2003 гг.

Возраст, лет	Длина тела, мм		Масса, г		Кол-во, экз.
	Диапазон	$M \pm m$	Диапазон	$M \pm m$	
1+	198-260	226 ± 5	89-192	126 ± 9	13
2+	295-413	342 ± 6	277-842	454 ± 25	24
3+	325-503	432 ± 10	362-1750	1040 ± 80	20
4+	370-540	466 ± 16	625-2180	1360 ± 150	13
5+	-	603	-	2700	1
8+	777-830	804 ± 27	5450-7910	6680 ± 1200	2
10+	855-905	880 ± 25	8000-8050	8030 ± 30	2
13+	-	940	-	9500	1

В реках южной части Красноярского региона также отмечена неравномерность роста тайменя в одних возрастных группах. Разница в массе рыбы в возрасте 1+-4+ лет составляет не менее чем 3 раза, в то же время размеры этих водотоков (р. Сисим, длина - около 260 км, р. Агул, длина - около 350 км, сумма тепла, выраженная в градусоднях, сопоставима (около 2000) (Заделенов, 2000а; Шадрин, 2003).

Значительная неравномерность роста тайменя в пределах одних возрастных групп отмечена и для других водотоков бассейна Енисея (р. Нижняя Тунгуска) В.А. Поповым (Попов, 1983).

Рекогносцировочные работы в рамках краевых целевых программ показали, что размеры тайменя во многом зависят от величины водоёма. Так, самые крупные таймени отмечаются в р. Енисее (Исследования видов рыб..., 2001; Заделенов, Шадрин, 2003) в районах миграций полупроходных сиговых рыб. Нами в 1996 г. отмечен таймень длиной 1,8 м и массой 76 кг, отловленный в районе д. Сумароково (места нереста омуля, нельмы и ряпушки) (Исследования видов рыб..., 2001). Очевидно, рост тайменя зависит от местоположения водоема, его кормности и ряда других факторов.

Предельный возраст тайменя не превышает 30-40 лет. Но, в то же время имеются данные, что таймень доживает и до более преклонного возраста - 55-60 лет (Подлесный, 1958).

По данным ряда исследователей тайменя в бассейне только одного Енисея рыба достигает половой зрелости в разное время. Так, в Енисее - на 5-8 годах жизни (Подлесный, 1958). В бассейне р. Кана половая зрелость тайменя зарегистрирована в 6-7+- летнем возрасте при длине тела 51-75 см и массе 2,4-5,1 кг (Вышегородцев, 1999). В бассейне р. Подкаменной Тунгуски таймень созревает в возрасте 7-9+ лет при достижении длины более 65 см и массы более 2,5 кг (Заделенов, Шадрин, 2003). В р. Большом Питу половая зрелость тайменя наступает на 7-ом году при размерах тела: длина – более 65 см, масса – 2,5 кг (Исследования видов рыб..., 2001). В р. Ангаре таймень созревает в 5- летнем возрасте (Мамонтов, 1977). То есть, половая зрелость, по вышеуказанным источникам, растянута на 5 лет при диапазоне длины 51-75 см. Анализируя эти сведения, приходим к выводу, что, либо авторы работали с довольно ограниченным по объёму материалом, либо таймень в пределах ареала образует локальные группировки, различающиеся по срокам созревания и росту. В пользу последнего предположения имеются сведения В.И. Романова (1988) о карликовых тайменях Хантайской гидросистемы. По материалам этого автора у тайменей, отловленных в системе р. Хантайки, крайне малое число чешуй в боковой линии (123-137, в среднем 130), не типичное для вида (Романов, 2004). Но южные группировки тайменя имеют обычно большее количество чешуй в боковой линии (Романов, Бочкарев, 2000). В специальной литературе вопрос о статусе тайменя, населяющего сибирские реки, не обсуждался. По мнению Д.С. Павлова с соавторами (Разнообразие рыб..., 1999) и Е.А. Дорофеевой (Атлас..., 2002; Рыбы в заповедниках России, 2010) подвидов у тайменя в пределах ареала нет. Очевидно, что с учетом вышеуказанных сведений необходимо выяснение таксономического статуса и систематики тайменей в Красноярском крае.

Наибольшие приросты у рыб в р. П. Тунгуске регистрируются от 5 к 6+ годам – 11,5 см длины и 1550 г массы. У рыб в притоке 2-го порядка р. Тее этот

показатель менее выражен, вероятно, это связано с иными условиями обитания (гидрология, продуктивность, высокий уровень антропогенного пресса из-за гидромеханизированных работ по добыче россыпного золота) (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Размеры тайменя в бассейне р. П. Тунгуски

Возраст, лет	Р. П. Тунгуска, 2002 г.		Р. Тея, 2000 г.	
	Масса, г	Кол-во, экз.	Масса, г	Кол-во, экз.
4+	1810±5	2	512±260	6
5+	2250±150	2	805±140	2
6+	3800±270	10	1110±250	5
7+	4300	1	1720±260	11
8+	5510±1170	3	2210±420	9
9+	7780	1	2500±150	4

Нерестится таймень в конце апреля – июне. Сроки нереста зависят, главным образом, от температуры воды. О возможном начале икромета свидетельствует: Спад уровня весеннего половодья, прогрев воды выше 2,5-3,0 °С (в северных водоемах) и выше 7°С (в южной части региона). Обычные нерестилища тайменя – галечные перекаты малых речек. Как и лососи, таймень закапывает икру в грунт. В связи с этим меняются пропорции тела хищника - хвостовой стебель у взрослой рыбы относительно короче, чем у молоди. Так, длина хвостового стебля у половозрелых рыб (возраст - 2+-4+ лет) в бассейне р. П. Тунгуски составляет около 13-14% от длины тела, у взрослых рыб (возраст - 6+-14+ лет) значения этого показателя уменьшаются до 9-10%. Кроме того, очевидно подобные аллометрические изменения связаны и с тем, что с возрастом у тайменя меняется пищевая стратегия - он переходит на питание крупной, энергетически более выгодной, добычей. То есть короткий хвостовой стебель позволяет лучше охотиться в перекатах и порогах (обычные места нахождения взрослого тайменя).

Плодовитость тайменя невелика. По нашим данным в бассейне р. Большого Пита средняя индивидуальная абсолютная плодовитость рыбы в возрасте 8+ лет составляет 6,7 тыс. икринок, относительная (на 1 г массы) – 2,03 икринок, в возрасте 12+ лет – 7,4 тыс. икринок, относительная – 1,85 икринок. В р. Агуле у

рыб в возрасте 8+ лет значения индивидуальной абсолютной плодовитости – 9,2 тыс. икринок, относительной – 1,68 икринок (Исследования видов рыб..., 2001; Заделёнов, 2003). По данным А.В. Подлесного (1958) значения индивидуальной абсолютной плодовитости тайменя в р. Енисее - 8-22 тыс. икринок. По исследованиям А.М. Мамонтова (1977) в р. Ангаре относительная плодовитость тайменя - 2,0 икринки.

Таймень - типичный представитель сумеречных хищников. В пасмурные осенние дни таймень может питаться в течение всех суток. Основной пищей тайменю служит рыба, в основном та, которая живёт у дна, - подкаменщики, гольцы-усаны (род *Barbatula*), налимы. В летне-осенний период рацион тайменя расширяется за счет попадающих в воду млекопитающих – мышевидных грызунов, белок, землероек и других некрупных животных. В наших сборах в водоемах бассейна р. П. Тунгуски частота встречаемости млекопитающих в пище тайменя составляла 39%, рыбы - 61%, причём доминировали тугун, хариус, окунь, налим и голец. Доля малоценных и непромысловых видов рыб (голец, окунь) - 72%.

Добыча тайменя в младших возрастах может составлять до 60 % его длины, при увеличении возраста эти пропорции уменьшаются. Крупные таймени во время осеннего нереста полупроходных сиговых рыб охотятся на такую крупную рыбу как нельма.

Миграции. Обычные перемещения тайменя - весенняя нерестовая миграция, нерест. После нереста часть рыбы остаётся в притоках, другая часть, активно при этом питаясь, спускается в более крупные реки. Обычные места нагула после нереста – ямы за перекатами. Определяющим условием нахождения тайменя в той или иной яме служит наличие крупных камней. К середине лета при температуре водной среды свыше 18 °С происходит угнетение процессов жизнедеятельности этой рыбы, и она вынуждена искать более комфортные условия, которые создаются для тайменя в устьях притоков. Группы тайменя состоят, как правило, из нескольких особей одного размера. С похолоданием воды, наступающим в конце августа (на юге региона - сентябрь), таймень начинает интенсивно

питаться, рассредоточиваясь по всей реке. К зиме таймень вновь собирается на ямы под перекатами.

Таким образом, в настоящее время популяция тайменя на территории Приенисейского региона находится в напряженном состоянии. Основные причины этого - браконьерство, хозяйственная деятельность человека, биологические особенности (низкая плодовитость, необходимость в относительно больших охотничьих участках) что в совокупности привело к подрыву запасов. Для сохранения тайменя необходим комплексный подход, включающий рыбоохранные, рыбоводные и управленческие мероприятия, учитывающие интересы всех субъектов народного хозяйства на территории края.

Ленок *Brachymistax lenok* (Pallas, 1773) (Salmoniformes, Salmonidae). Диагноз: число чешуй в боковой линии – 110-144, число лучей в спинном плавнике – III-10 - V-13, число лучей в анальном плавнике – III-10 - IV-12, число лучей в грудном плавнике – I-13 - II-17, число лучей в брюшном плавнике – II-10 - II-12, число тычинок на первой жаберной дуге – 25-27, длина головы (в % от длины тела) – 20,0-23,0 ($18,7 \pm 0,2$), длина рыла (в % длины головы) – 30,0-33,0 ($32,7 \pm 0,5$), длина верхней челюсти – 36,7-39,4 ($38,5 \pm 0,4$), длина нижней челюсти – 45,7-49,9 ($48,0 \pm 1,1$) (Заделенов, Шадрин, 2003).

Тело ленка прогонистое, чуть сплющено с боков, покрыто мелкой чешуёй. Рот ленка полунижний, то есть верхняя губа несколько длинней нижней. В отличие от тайменя верхняя челюсть («ус», «губа»– у рыболовов) ленка никогда не заходит за середину глаза. Челюсти и язык покрыты некрупными зубами. Для ленка характерна смена окраски в течение жизни. «Пестряточная» окраска меняется к концу первого года жизни на «подростковую», та в свою очередь на взрослую. У малька первого года тёмная спинка, серебристые бока, белое брюхо. На теле ряд вертикальных тёмных полос. «Подростки» характеризуются более тёмной спиной, исчезают вертикальные полосы, бока розовеют, по всему телу, включая плавники, появляются округлые тёмные пятна. Половозрелый ленок имеет яркую окраску - спина чёрная, бока тёмно-малиновые, вплоть до коричневого, бордового оттенка, по всему телу разбросаны коричневые округлые

пятна. Анальный и хвостовой плавники тёмно-малиновые, по краю грудных и брюшных плавников проходит светло-зелёная кайма. Брюхо светло-серое. Чем больше размеры ленка, тем более выражена его окраска. То же самое можно сказать и о нерестовой расцветке. У ленка с возрастом изменяются пропорции тела, наиболее ярко это выражено в уменьшении длины хвостового стебля. Скорее всего, данное явление связано с его нерестовым поведением – закапыванием икры в грунт, короткий и мощный стебель более приспособлен при подготовке нерестовых бугров, кроме того, подобный движитель позволяет лучше ориентироваться и добывать пищу в условиях горных и предгорных водотоков.

Ареал ленка в Центральной Сибири тесно связан с водоёмами горного и предгорного характера. Он водится Белом и Чёрном Июсах, верховьях Томи, Чулыма (бассейн р. Оби). В бассейне Енисея – обычная рыба в верховьях, притоках Саяно-Шушенского и правобережных реках Красноярского водохранилищ. Ниже г. Красноярска ленок встречается только в правобережных притоках, в самом Енисее довольно редок, нижняя граница его расселения Игарка. В притоках р. Лены численность ленка высокая. В обском бассейне ленка, из-за его малочисленности и редкости, занесли в Красные книги России и Красноярского края (Заделенов, 2000д; Подлесный, 1953; Смольянов, 1961).

Рост и возраст. Рыба средней величины (табл. 4.4). Достигает 8 кг массы, чаще встречаются экземпляры от 1 до 3 кг. У ленка, вероятно, главный фактор, ограничивающий его размеры – кормовая база.

Созревает ленок на 5-7 году при достижении длины более 350 мм и массы более 600 г. Свыше 15-ти летнего возраста в бассейне Енисея не отмечен.

Нерестилища ленка – галечные плёсы и перекаты притоков с глубиной от 0,1 до 0,7 м. Скорость течения на нерестилищах составляет 0,8-1,2 м/сек. Как и таймень, ленок закапывает икру в грунт, иногда на глубину до 0,3-0,4 м. В то же время, имеются сведения, что ленок не делает нерестовых бугров (Смольянов, 1961). Средняя плодовитость ленка невелика и не превышает 5 тысяч крупных, до 5-6 мм в диаметре икринок. Развитие икры в «бугре» продолжается около двух недель. Примерно такое же время выклюнувшиеся личинки существуют за счёт желточного

мешка. Первоначальной пищей малька служат мелкие водные организмы и их личинки. Молодь ленка держится стайками вблизи берега или на мелких перекатах. Осенью мальки вырастают до 100 мм.

Таблица 4.4. Размеры ленка по возрастным группам, бассейн Енисея

Возраст, лет	р. Агул, 2003 (n=195)	р. Б. Пит, 1989 (n=69)	Р. Сисим, 1988 (n=120)	Р. П. Тунгуска, 2002 (n=99)
0+	-	$\frac{147 \pm 24}{29,7 \pm 7,20}$	$\frac{121 \pm 3,04}{20,1 \pm 0,92}$	-
1+	$\frac{217 \pm 5}{133 \pm 9}$	$\frac{186 \pm 1}{68,0 \pm 3,00}$	$\frac{229 \pm 9}{140 \pm 20}$	$\frac{198 \pm 1}{94,0 \pm 7,00}$
2+	$\frac{255 \pm 8}{208 \pm 23}$	$\frac{263 \pm 15}{191 \pm 25}$	$\frac{239 \pm 10}{137 \pm 18}$	$\frac{229 \pm 3}{154 \pm 5}$
3+	$\frac{285 \pm 3}{291 \pm 12}$	$\frac{321 \pm 14}{362 \pm 41}$	$\frac{303 \pm 2}{296 \pm 7}$	$\frac{279 \pm 7}{287 \pm 21}$
4+	$\frac{317 \pm 2}{391 \pm 10}$	$\frac{397 \pm 8}{466 \pm 42}$	$\frac{353 \pm 10}{491 \pm 43}$	$\frac{308 \pm 3}{403 \pm 15}$
5+	$\frac{350 \pm 3}{562 \pm 15}$	$\frac{413 \pm 7}{801 \pm 49}$	$\frac{360 \pm 4}{497 \pm 9}$	$\frac{346 \pm 9}{608 \pm 39}$
6+	$\frac{385 \pm 4}{744 \pm 29}$	$\frac{523 \pm 3}{1440 \pm 193}$	$\frac{421 \pm 6}{852 \pm 53}$	$\frac{387 \pm 7}{772 \pm 43}$
7+	$\frac{407 \pm 5}{869 \pm 37}$	$\frac{476 \pm 20}{1180 \pm 131}$	$\frac{456 \pm 6}{1060 \pm 43}$	$\frac{446 \pm 6}{1170 \pm 50}$
8+	$\frac{438 \pm 6}{1070 \pm 53}$	$\frac{492 \pm 22}{1200 \pm 155}$	$\frac{465 \pm 17}{1190 \pm 111}$	$\frac{492 \pm 8}{1610 \pm 74}$
9+	$\frac{466 \pm 12}{1380 \pm 134}$	$\frac{550 \pm 20}{1650 \pm 114}$	$\frac{496 \pm 27}{1340 \pm 186}$	$\frac{499 \pm 10}{1630 \pm 82}$
10+	$\frac{494 \pm 16}{1690 \pm 195}$	$\frac{557 \pm 11}{1170 \pm 98}$	-	$\frac{550 \pm 8}{1950 \pm 32}$
11+	$\frac{497 \pm 30}{1700 \pm 320}$	$\frac{598 \pm 8}{2040 \pm 40}$	$\frac{560}{2040}$	$\frac{545 \pm 15}{1980 \pm 175}$
12+	-	$\frac{595 \pm 15}{2290 \pm 283}$	$\frac{575}{2150}$	$\frac{547 \pm 21}{2030 \pm 186}$
13+	-	-	-	$\frac{540}{2400}$
14+	-	$\frac{585}{2210}$	-	-

Примечание: над чертой - длина по Смитту (мм), под чертой - абсолютная масса тела (г), n – количество экз.

Средние значения плодовитости у ленка бассейна р. Агула: индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) - 3420 ± 230 , индивидуальная относительная плодовитость (ИОП) - $3,85 \pm 0,18$ (табл. 4.5).

Таблица 4.5. Плодовитость ленка, р. Агул, 2003 г.

Возраст, лет	ИАП, икринок		ИОП, икринок/г		Кол-во экз.
	lim	M±m	lim	M±m	
5+	1482	1482	2,47	2,47	1
6+	2000-3580	2980±290	2,90-4,10	3,50±0,23	6
7+	2440-3650	3140±220	3,08-4,75	3,86±0,29	6
8+	2610-4410	3700±260	3,23-5,09	4,07±0,27	6
9+	2980-4490	3730±750	2,73-4,45	3,59±0,86	2
10+	3700-6770	5230±1540	3,89-6,15	5,02±1,13	2

Питание. По способу питания ленок в бассейне Енисея факультативный хищник. Основу питания в младшевозрастных группах составляют организмы зообентоса – личинки ручейников, веснянок, табанид, блефароцерид (табл. 4.6).

По мере роста ленка характер питания изменяется: начиная с двух-трехлетнего возраста в состав пищи входят мелкие рыбы – гольяны, широколобки. В течение периода открытой воды меняется и рацион рыбы. У молоди появляются насекомые в период развития воздушной энтомофауны. Существенную роль в питании, особенно у крупных экземпляров, играет рыба – подкаменщики, гольцы-усаны, гольяны. На рыбную диету ленок переходит в период вылета насекомых. Кормится ленок в течение суток, в основном, утром и вечером.

Таблица 4.6. Состав пищи ленка бассейна р. Енисея

Кормовой объект	Р. Большой Пит		Р. Сисим		Р. Агул	
	Частота встречаемости	% от массы пищи	Частота встречаемости	% от массы пищи	Частота встречаемости	% от массы пищи
Олигохеты	-	-	6,4	1,3	4,0	0,0
Нематоды	7,7	0,4	-	-	4,0	0,0
Моллюски	7,7	1,3	-	-	21,0	9,8
Амфиподы	-	-	3,2	4,1	-	-
Личинки:						
Ручейников	53,8	8,2	74,2	36,0	71,0	16,3
Веснянок	30,8	6,9	54,8	24,4	71,0	59,5
Поденок	23,1	3,1	-	-	18,0	1,3
Двукрылых	46,2	7,3	9,7	0,1	4,0	0,4
Воздушные насекомые	30,8	2,7	6,5	0,0	11,0	2,8
Рыбы	53,8	36,8	61,3	34,1	7,0	1,7
Птицы	7,7	0,9	-	-	-	-
Млекопитающие	30,8	21,9	-	-	11,0	6,6
Неопр. масса	30,8	5,9	-	-	-	-
Камни	23,1	4,6	-	-	7,0	1,6

Основные биотопы ленка в реках представлены плёсами, перекатами и нижней частью ям за перекатами. Кроме того, ленок концентрируется за камнями-одинаками в руслах рек при наличии за ними глубины более 0,7-0,8 м. Как правило, подобные участки заселяются несколькими рыбами одного размера. Ленок не совершает значительных миграций. Все его передвижения во время нагула сводятся к переходу из ямы или плёса на ближайший перекат и обратно. В после нерестовый период при скате из притоков на отдельных ямах или плёсах концентрируются довольно много ленков – до 100 и более экземпляров. Обычная леноквая стая подчиняется жёсткой размерной иерархии и состоит из одного большого лидера, 3-4 подрастающих лидеров, 5-6 особей с самым низким статусом. Стая на течение реки выстраивается «свиньёй», потенциальная добыча, сплывающая вниз по течению (дрифт зообентоса, млекопитающие и др.) достаётся лидеру. Такая форма организации характерна для взрослых особей во время нагула. Молодые ленки, как правило, организованы по размеру и возрасту. На участках рек с усложненным рельефом дна (заломы) размерная иерархия выражена не так жёстко, как на плесах (течении). Рядом сосуществуют рыбы разных возрастных и размерных групп.

Очевидно, что проблема снижения численности и запасов ленка аналогична таковым тайменя – вида со сходной экологией.

Нельма Stenodus leucichthys nelma (Güldenstädt, 1772) (Salmoniformes, Coregonidae).

А. В. Подлесный и Ф.И. Вовк полагали, что в р. Енисее нельма представлена двумя экологическими формами – жилой и полупроходной, слабо различающимися в морфологическом отношении (Вовк, 1948; Подлесный, 1958). Жилая нельма постоянно обитает на речных участках, известна в ряде крупных притоков р. Енисея – реках П. и Н. Тунгуске, Курейке, Хантайке и других. В реках Яре и Танаме, пойменных озерах левобережной дельты Енисея встречается молодь нельмы, взрослая нельма в них не обитает. Жилая форма от полупроходной отличается быстрым ростом и более ранним созреванием.

Полупроходная нельма нагуливается в низовьях р. Енисея (дельте, губе и прибрежной части залива), для нереста поднимается вверх по реке на расстояние до

1,5 тыс. км (и более) от мест нагула. Сроки и места нереста жилой и полупроходной форм совпадают, основные нерестилища расположены на участке Ворогово – Сумароково. По численности полупроходная форма значительно превосходит жилую, жизненный цикл которой, очевидно, менее продолжителен. Нерестовая миграция полупроходной нельмы из низовьев р. Енисея начинается после распаления льда, максимум хода в районе г. Дудинки наблюдается во второй-третьей декадах июля, нерестилищ (Сумароково) производители достигают спустя 2,0-2,5 месяца – в сентябре – начале октября.

Накопленная к настоящему времени информация по исследованию ихтиофауны бассейна р. Енисей позволяет предположить наличие более сложной структуры стада нельмы из этого бассейна (Гайденок и др., 2008; Заделенов, Гайденок, 2006; Isaeva et al, 2008). Нельма, обитающая в р. Енисей, представлена несколькими (по крайней мере, тремя) популяциями (или жилами формами), которые отличаются друг от друга как по морфологическим, так и по генетическим признакам. Нельма в р. Курейке в настоящее время отмечается от г. Светлогорска до устья. В наших уловах 2008 г. зарегистрированы рыбы в возрасте 0–18 лет с длиной тела от 0,125 до 0,97 м, массой – от 21,5 до 12100 г.

Проведенный морфологический анализ показал, что «курейская» нельма достоверно отличается от «сумароковской» выборки по количеству жестких лучей в *D* и *A*. Также «курейская» нельма отличается от «воронцовской» популяции (Енисейский залив) по количеству жаберных тычинок на первой жаберной дуге – *sp.br.*, а также по количеству прободенных чешуй в боковой линии – *ll*. Высока достоверность отличий по этим же признакам (*sp.br.* и *ll*) между двумя другими популяциями («сумароковская» и «воронцовская») (Исаева и др., 2012).

С помощью анализа главных компонент была построена дендрограмма рассеяния двух популяций нельмы в пространстве двух первых главных компонент, отмечается наличие области перекрывания у двух популяций нельмы – «курейской» и «сумароковской». Тем не менее, можно увидеть явное расхождение анализируемых группировок.

Морфологические отношения выборок нельмы видны на дендрограмме сходства, построенной по средним значениям второй – шестой ГК для каждой выборки. На дендрограмме выделяются два кластера: один объединяет «сумароковскую» и «курейскую» популяции, а второй представлен «воронцовской» популяцией (Енисейский залив), которая занимает обособленное положение.

По результатам изоферментного анализа полиморфными оказались следующие локусы: Ck_3, ldh_3, ldh_4 и Pgm_1 (в обеих популяциях), Ldh_2, Mdh_3_4, Pgm_2, Sdh_1_2 (в обеих популяциях), Sod_2, Est_2, Me_3_4. Уровень полиморфизма (P , %) был максимальным в выборке «воронцовской» популяции нельмы (Исаева и др., 2012).

Таким образом, результаты исследований показывают, что в настоящее время существуют, по крайней мере, три популяции нельмы, обитающие в р. Енисей и отличающиеся по морфологическим и генетическим признакам. Выборка из района Енисейского залива (п. Воронцово) имеет наибольшее число морфологических отличий и наибольший уровень полиморфизма ($P = 34,48\%$). Полученные различия меристических признаков и результаты изоферментного анализа позволяют предположить, что популяция нельмы р. Енисей неоднородна и представлена несколькими генными пулами.

В настоящее время в водохранилищах Ангара-Енисейского бассейна отсутствует звено хищных рыб, связанное с перестройкой ихтиоценозов. Основная часть ихтиомассы представлена малоценной мелкой рыбой – в основном, окунем и плотвой, слабо используемых промыслом. Поэтому, для оздоровления ихтиоценозов водохранилищ и получения дополнительной рыбопродукции целесообразно вселение хищника-утилизатора продукции малоценных видов рыб. По нашему мнению, таким видом может стать нельма. В местах естественного обитания нельма потребляет малоценные виды рыб, и, не отличаясь в избирательности питания, характеризуется быстрым темпом роста и высокими потребительскими качествами (Вовк, 1948; Романова, 1948). В связи с этим в 1994 г. ФГБНУ «НИИЭРВ» была предпринята попытка оценить состояние естественного воспроизводства енисейской нельмы.

В районе д. Сумароково производители появляются, как правило, в начале сентября, вылов на притонение в это время не превышает 1-2 экз. Наиболее интенсивный ход наблюдается в вечернее (18-22 часов) и ночное (2-6 часов) время суток. Во второй пятидневке сентября вылов на притонение увеличивается до 3-5 экз., интенсивность хода высока как в дневные (14-20), так и в ночные (0-4) часы. Пик хода нельмы в районе д. Сумароково обычно отмечается во второй – третьей декадах сентября, когда средний вылов на притонение достигает 7-8 экз. (максимальный - до 20 экз.). Интенсивность хода нельмы в период его максимума высока в дневное (12-20 часов) и ночное (22-4 часа) время. Температура воды во время хода по нашим данным изменяется от 14-15 °С в начале сентября до 10-6 °С в третьей декаде и 5-3 °С к середине октября. Обычно наибольшая интенсивность хода производителей совпадает с падением температуры воды (ниже 10 °С) и некоторым повышением её уровня (Заделёнов, 1999б).

Нерестовая миграция нельмы в районе д. Сумароково представлена следующим: 2-я декада сентября – вылавливается до 19% от общего числа, 3-я декада сентября – до 41%, 1-я декада октября – до 35%. Половое созревание нельмы довольно позднее, самцы впервые становятся половозрелыми в возрасте 5-6 лет при достижении длины 0,51 м и массы 2,0 кг, самки в 8-9 лет при длине 0,71 м и массе 4,5 кг. Эти показатели характерны для жилой формы, так как в низовьях р. Енисея не встречаются зрелые самцы длиной менее 0,68 м (масса 3,2 кг) и самки меньше 0,8 м. Массовое созревание полупроходной нельмы происходит у самок в возрасте 16-18 лет, у самцов - в 14-16 лет. Зрелые самки значительно крупнее одновозрастных самцов по длине (в среднем на 50-120 мм) и массе тела (на 2,0-3,5 кг) (Заделёнов, 1999б).

Нерестовое стадо нельмы включает производителей 17-22 генераций, по структуре относится к третьему типу нерестовых популяций (преобладает остаток) (Монастырский, 1949). Основу нерестового стада составляют самцы длиной 0,75-0,9 м в возрасте 14-19 лет и самки размером 0,87-1,02 м в возрасте 17-22 лет (рис. 4.6, 4.7).

В целом размерно-возрастная структура нерестового стада отличалась стабильностью. С 1978 по 1982 гг. доля самцов размером меньше 0,75 м (в возрасте младше 13 лет) сократилась в 1,5 раза, а крупных особей длиной более 0,9 м

(старше 19 лет) – увеличилась вдвое. За этот же период доля самок размером меньше 0,87 м (младше 16 лет) сократилась в 1,5 раза, а особей крупнее 1,02 м (старше 22 лет) увеличилась в 1,6 раза. В 1994 г. в размерно-возрастной структуре нерестового стада заметны некоторые изменения: у самок возросла доля крупных (более 1,02 м) старшевозрастных особей при практически неизменном числе рыб младших возрастов. У самцов, при стабильном размерном составе, наблюдалось увеличение доли особей в возрасте младше 14 лет и заметное уменьшение числа рыб старших (19-22 лет) возрастов. Следует отметить, что вышеуказанные изменения в 90-х годах прошлого столетия в целом не выходили за пределы наблюдавшихся в предыдущие годы (табл. 4.7, 4.8) (Заделёнов, 1999б).

Таблица 4.7. Возрастной состав нерестового стада нельмы р. Енисей (самки), 1978-1994 гг., д. Сумароково, закидной невод, проценты

Возраст, лет	1978	1979	1980	1981	1982	1994
7+	0,7	0,6	0,5	0,1	0,2	-
8+	2,4	1,2	0,3	0,9	0,7	0,5
9+	2,0	2,7	0,8	0,9	0,4	-
10+	2,9	1,6	1,9	2,2	0,7	1,1
11+	2,1	1,9	2,8	2,4	1,2	1,6
12+	3,1	2,4	3,6	2,1	2,5	0,5
13+	4,4	1,2	1,8	4,2	1,6	0,5
14+	7,2	2,4	1,9	7,7	3,5	1,1
15+	10,3	3,4	4,1	3,9	4,0	4,8
16+	10,1	7,4	7,9	4,5	4,4	12,4
17+	12,8	12,4	9,9	8,7	8,6	14,5
18+	14,4	19,6	12,6	13,5	18,6	17,2
19+	12,5	15,6	10,0	16,6	10,7	10,8
20+	8,3	11,3	16,3	11,3	16,1	11,8
21+	2,6	8,3	9,1	13,1	13,5	8,6
22+	1,6	4,6	5,8	3,4	7,7	5,9
23+	1,8	1,7	0,9	3,1	3,3	1,6
24+	0,5	0,2	0,7	0,7	1,4	4,3
25+	0,2	0,7	0,3	0,3	0,4	1,1
26+	0,1	0,6	0,3	0,4	0,5	-
27+	-	0,1	-	-	-	1,1
28+	-	0,1	-	-	-	0,5
Кол-во экз.	839	699	756	763	570	186
% в стаде	34,6	38,0	34,0	35,7	35,8	39,1

В период нерестовой миграции значительно меняется соотношение полов. Так, в начале хода заметно преобладание самцов, достигающее по отношению к самкам 3-4:1 (в среднем 2,4:1). В разгар хода (миграции) доля самцов уменьшается до 2,0-1,7:1, а в конце – до 1,5-1,3:1. В последние дни хода соотношение полов выравнивается, достигая иногда 1:0,8-1:0,4 в пользу самок (Белов, Заделёнов, 2013).

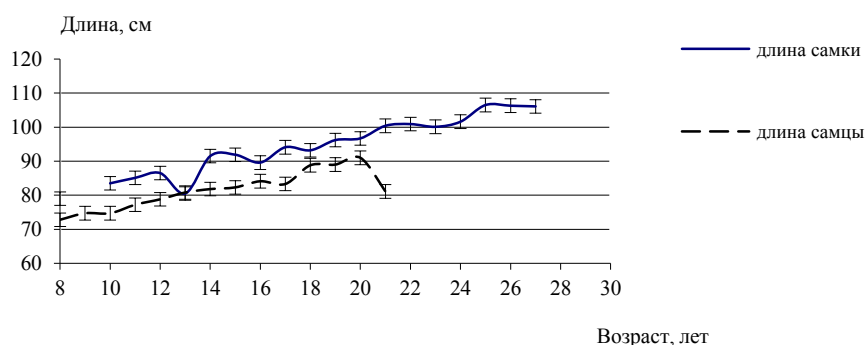


Рисунок 4.6. Длина нельмы по возрастным группам, Сумароково, 1979-1996 гг.

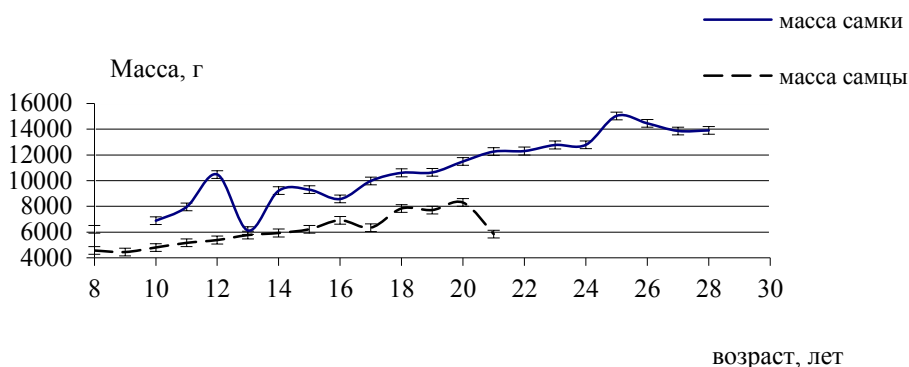


Рисунок 4.7. Масса нельмы по возрастным группам, Сумароково, 1979-1996 гг.

В среднем за период нерестовой миграции соотношение самцы : самки в 1979-1982 гг. колебалось от 1,6:1 до 1,9:1, количество самок в нерестовом стаде составляло в пределах 34-38%. В 1994-1996 гг. соотношение полов изменялось от 2:1 в начале хода до 1:1 в конце, доля самок составила около 39%.

В течение миграции у нельмы отмечаются изменения экстерьерных показателей: средняя масса тела одноразмерных производителей в начале хода заметно выше, чем в конце (у самцов разных размерных категорий – на 2,5-7,8%, у самок на 3,7-9,2%). Таким образом, особи, отличающиеся лучшим экстерьером, в основном достигают нерестилищ раньше, чем производители со «средними» показателями.

Таблица 4.8. Возрастной состав нерестового стада нельмы р. Енисей (самцы), 1978-1994 гг., д. Сумароково, закидной невод, проценты

Возраст, лет	1978	1979	1980	1981	1982	1994
4+	-	0,1	-	-	-	0,3
5+	1,5	2,7	0,1	0,3	0,1	2,1
6+	6,7	3,2	0,8	0,6	0,2	2,8
7+	5,6	4,2	2,5	3,7	1,5	3,4
8+	4,5	3,6	2,7	4,1	3,1	2,8
9+	4,7	3,6	3,7	3,3	4,3	2,4
10+	1,1	3,0	5,3	2,3	2,2	2,4
11+	1,4	1,1	4,2	3,2	6,9	2,8
12+	6,3	3,1	5,2	4,9	1,9	5,9
13+	5,2	4,5	6,0	5,6	5,0	12,4
14+	10,7	5,6	7,3	8,3	3,3	20,7
15+	14,3	11,6	11,5	13,1	9,4	15,5
16+	13,6	16,2	12,8	19,8	10,0	14,1
17+	14,7	12,7	15,6	11,2	13,1	6,9
18+	4,2	10,9	9,9	7,3	17,8	4,1
19+	3,3	9,3	7,6	7,5	10,0	0,7
20+	1,6	2,4	3,1	2,0	4,1	0,3
21+	0,4	1,7	0,9	1,8	4,0	0,3
22+	0,1	0,4	0,6	0,8	1,9	-
23+	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	-
24+	-	-	0,1	-	0,3	-
25+	-	-	-	0,1	-	-
Кол-во экз.	1586	1142	1466	1375	1020	290
% в стаде	65,4	62,0	66,6	64,3	64,2	60,8

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) нельмы по обобщённым материалам 1977-1982 гг. колеблется от 53 до 416 тыс. икринок, она функционально зависит от длины и массы тела самок (Куклин, Лопатин, 1983). По материалам 1994 г. ИАП нельмы колебалась от 130 тыс. (длина самки 0,8 м) до 395 тыс. (длина самки 110 см). Плодовитость нельмы в 2006-2008 гг. составляла от 70

до 249 тыс. и в среднем составляет 150 тыс. икринок. Средние величины плодовитости изменялись по годам следующим образом (табл. 4.9).

Таблица 4.9. Средние величины плодовитости нельмы (рассчитанные с учётом размерного состава самок), Сумароково

Годы	1978	1979	1980	1981	1982	1994	2006	2007	2008
ИАП	168	160	173	183	187	180	162	157	150

Относительная плодовитость нельмы в среднем составляет 23-25 икринок на 1 г массы тела. Масса икринок у нельмы изменяется от 6-7 мг в начале хода до 11-13 мг в конце хода.

Для оценки уровня воспроизводства популяции нельмы в различные годы нами произведён расчёт количества производителей на нерестилищах, расположенных выше д. Сумароково и общего фонда икры (табл. 4.10).

Полученные результаты показывали стабильный уровень воспроизводства в 70-90-х гг. прошлого века. Так, в 1978-1982 гг. количество производителей колебалось от 6,1 до 7,9 тыс. экз. при суммарном фонде икры от 368 до 430 млн. шт. В 1994 г. данные показатели остались на уровне предыдущих лет – 5,9 тыс. экз. производителей и 414 млн. шт. икры (табл. 4.10). В начале XXI столетия отмечается снижение числа производителей на подходе к нерестилищам и, как следствие, уменьшение общего фонда икры.

Таблица 4.10. Количество производителей нельмы и общий фонд икры на нерестилищах в районе д. Сумароково в разные годы

Показатели	1978	1979	1980	1981	1982	1994	2006-2008
Кол-во отловленных производителей, тыс. экз.	2426	1841	2222	2138	1590	475	72
Коэффициент вылова, %	34	30	31	33	25	8	8
Общее кол-во производителей, тыс. экз.	6,9	6,1	7,2	6,5	6,4	5,9	3,3
Количество самок в стаде, тыс. экз.	2,4	2,3	2,4	2,3	2,3	2,3	1,2
Средняя плодовитость, тыс. шт.	168	160	173	183	187	180	150
Общий фонд икры, млн. шт.	403	368	415	421	430	414	183

Примечание: коэффициент вылова рассчитан с учётом продолжительности периода лова и величины промыслового усилия (числа притонений).

Влияние нерационального промысла. В статистике промысловых уловов на Енисее нельма отмечается с конца 19 столетия. Её уловы в то время не превышали 15 т. К концу дореволюционного периода вылов возрос до 24 т (Вовк, 1948). В довоенный период максимальные уловы зарегистрированы в 1937 г. – 126 т. Промысел нельмы основывался на облове нерестовой миграции (на подъеме и скате рыбы), в это время отлавливали 75-80% от общей добычи, на нерестилищах – 10-12% и на нагуле – 5-6%. Основу вылова составляли рыбы со средней длиной 0,88-0,92 м (по Смитту) (Вовк, 1948), т.е. половозрелые рыбы.

Добыча нельмы, как и других видов рыб на Енисее, во время Великой отечественной войны была резко интенсифицирована. В это время правила рыболовства не выполнялись, нельма отлавливалась на протяжении всего ареала. Уловы достигли 171 т, в промысловый оборот были вовлечены молодые возрастные группы в возрасте 3-4 лет. В послевоенный период (1946-1955 гг.) уловы нельмы (при наличии той же производственной базы и количества рыбаков) снизились. Их объемы составили, в среднем, около 85 т (Подлесный, 1958). С 1956 по 1970 гг. идет неуклонное снижение лова нельмы до 9 т, вследствие чего в 1970 г. был введен запрет на специализированный лов этого вида в бассейне Енисея (Андриенко и др., 1989; Красиков, 1967). В то же время установленный запрет не ограничивал добычу нельмы в качестве прилова к другим видам, в основном, сиговым. Таким образом, в 1970-1980-е гг. произошла смена промысловой стратегии – вылов, иначе прилов, нельмы стал базироваться на неполовозрелой части популяции, которая ещё не принимала участия в нересте. «Новая промысловая политика» в отношении этого вида сразу сказалась на уловах - в 80-е годы годовой вылов составлял около 70 т, но уже с 1991 г. он постоянно сокращался, в 1993-1994 гг. добыча упала до уровня менее 30 тонн. В то время (конец прошлого столетия) сокращение вылова объяснялось общей тенденцией ухудшения организации промысла сиговых рыб в низовьях Енисея, вызванное развалом рыбной промышленности (Заделёнов, 1999б). Тем не менее, на нерестилищах (Сумароково) с 1980 по 1982 гг. доля самцов размером меньше 0,75 м (в возрасте младше 13 лет) сократилась в 1,5 раза, а крупных особей длиной более 0,9 м (старше 19 лет) – увеличилась вдвое. За этот же период доля самок размером меньше 0,87 м (младше 16 лет)

сократилась в 1,5 раза, а особей крупнее 1,02 м (старше 22 лет) увеличилась в 1,6 раза. В 1994 г. в размерно-возрастной структуре нерестового стада заметны некоторые изменения: у самок возросла доля крупных (более 1,02 м) особей при практически неизменном числе рыб младших возрастов. У самцов, при стабильном размерном составе, наблюдалось увеличение доли особей в возрасте младше 14 лет и заметное уменьшение числа рыб старших (19-22 лет) возрастов (Заделёнов, 1999б). Т.е. в промысловом стаде снизилась доля пополнения (Монастырский, 1949).

Роль антропогенного фактора на численность и запасы нельмы, не связанного с промысловым ловом, отмечалась уже в 80-х годах прошлого столетия. Так, в работе Ивановой (Иванова, 1985), пожалуй, впервые, прозвучало, что основными факторами, сдерживающими численность нельмы, являются антропогенные, которые проявляются в снижении чистоты воды и увеличении непромыслового изъятия рыбы.

В середине 90-х годов прошлого века резко возросло незаконное изъятие полупроходных видов фауны Енисея, связанное с социальными преобразованиями в стране (Заделёнов, 1999б). Основная часть мужского населения побережья Енисея, оставшись без средств существования, переключилась на «подножный корм», как правило – добычу рыбы.

Из-за высокой потребительской стоимости нельмы, как впрочем, и других полупроходных рыб, и её доступности для промысла с каждым годом стали возрастать масштабы изъятия из популяции особей всех возрастов и в особенности зрелых производителей (Болотова, 2001; Никоноров и др., 2001; Лопатин, Заделёнов, 2006).

В настоящее время нельма отлавливается в низовьях Енисея в качестве прилова при добыче сиговых рыб. Уровень её вылова неизвестен, т.к. создание многочисленных предприятий по промышленному лову рыбы на Енисее привело к полному развалу достоверной статистики. Кроме того, возросла и «утечка» рыбы из уловов. На нерестовых миграциях нельма отлавливается, в основном, плавными сетями с ячейей 70-90 мм, т.е. производители.

Так, в течение последних 3-х десятилетий на местах нереста в Туруханском районе (Сумароково) отмечается постоянное снижение численности производителей нельмы. Сравнивая общее количество пойманных производителей (отлов проводился при стандартных условиях), очевидно, что с каждым последующим десятилетием, уловы производителей нельмы существенно сокращаются (табл. 4.11).

Таблица 4.11. Уловы производителей нельмы, Сумароково, закидной невод

Период исследований, годы	Количество отловленных рыб, экз.	
	За пятидневку	Общее
1978-1982	343±74	8241
1994	122±38	489
2006	15,0±1,5	45

Наряду с сокращением уловов произошло и качественное изменение нерестового стада. Так, в 1994 г. длина нельмы в уловах составляла 86,1±0,4 см, в 2006 г. – 79,1±0,7 см. Если в 1994 году уловы состояли из рыб в возрасте от 5 до 29 лет, то в 2006 г. возрастной ряд был представлен рыбами в возрасте 7-20 лет. Большим «подспорьем» нелегальному сетному лову служит и проводимый лицензионный лов этого вида. Фактически, этим мероприятием дан, своего рода, карт-бланш для частичного узаконивания орудий лова (плавные сети запрещены для использования в бассейне Енисея), добычи и вывозки рыбы с мест лова до потребителя. Управлением «Енисейрыбвод» в последние годы выдается до 400 лицензий, каждая на вылов 1 экземпляра нельмы. Количество лицензий обосновывается квотой лова этого вида в рамках ОДУ рыбы, при этом средняя масса принимается равной 5-ти кг.

Кроме того, нельму стали отлавливать и орудиями лова, ранее не применяемыми. В уловах стала попадаться рыба с характерными шрамами, возникшими в результате схода нельмы с крючков самоловов. Доля таких рыб составила от 2 в 2006 г. до 5% в 2007 г. Следует отметить, что в 1978-1982, 1994, 1996 гг. рыбы со

шрами не регистрировались в уловах. Очевидно, что браконьерство приняло такие размеры, что практически все русло Енисея в пределах миграций нельмы заставлено этими ловушками.

Влияние руслового регулирования. Зарегулирование стока реки сыграло огромную роль в изменении обычных условий обитания рыб. Помимо прямого сокращения ареала нельмы на Енисее, произошло увеличение теплового стока воды в зимний период в связи с функционированием Красноярской ГЭС (Космаков, 2001; Космаков и др., 1980). Влияние «теплового загрязнения» инструментально прослеживается вплоть до устья р. Подкаменной Тунгуски (Космаков и др., 1980).

Известно, что для сиговых рыб является характерным однообразие условий икрометания и развития икры, протекающих в узком диапазоне температур, которые наступают в период осенней гомотермии (Кошелев, 1984). Основная стратегия размножения сиговых рыб, по мнению Решетникова (Решетников, 2001), направлена на то, чтобы вышедшие из икринки личинки могли найти корм и успеть подрасти.

В речных системах Восточной Сибири покатные миграции сиговых, в том числе и нельмы, наступают во время ледохода. Пик ската совпадает с резким и значительным увеличением расхода воды в реке (Шестаков, 1990; Богданов, Решетников, 2010; Решетников, Богданов, 2011).

Развитие икры всех сиговых рыб после ледостава проходит при температуре воды около 0 °С. Скорость её развития находится в прямой связи с температурой воды, которая в естественных системах во время эмбриогенеза меняется только в период от нереста до ледостава (Богданов, 1983; Буланов, 1976; Игнатьева, 1979; Черняев, 1982). В естественных условиях время инкубации икры нельмы в Енисее Вовк (Вовк, 1948) определял в 180 суток – от ледостава до распада льда. Причем выклев и скат личинок, по его мнению, был приурочен именно к распаду льда, т.е. ко времени подъема уровня воды в Енисее. Преждевременная инкубация икры, по мнению этого автора, приводила бы к неизбежной гибели личинки из-за отсутствия зоопланктона – пищи личинки.

Очевидно, что тепловое загрязнение Енисея в результате функционирования Красноярской ГЭС, приводит именно к преждевременной инкубации икры сиговых рыб.

При исследовании естественного размножения нельмы определено, что основными факторами, которые определяют численность поколений и темп роста нельмы в первый год жизни, являются уровень и температурный режимы (Иванова, 1985).

Известно, что при преждевременном выклеве часть личинок сиговых рыб имеет меньшую жизнеспособность (Богданов, 1983).

Енисейскими ихтиологами установлено (Андриенко, 1985; Андриенко и др., 1989), что после перекрытия плотиной Красноярской ГЭС русла Енисея произошло падение среднегодовой добычи всех полупроходных сиговых видов в 1,3-1,5 раза в 1971-1980-х годах по сравнению с 1956-1970-ми годами прошлого столетия при стабильной интенсивности промысла; резкое снижение урожайности (в 2-3 раза) поколений, начиная с генерации 1970 г. По их мнению падение добычи рыбы явилось следствием прекращения пропусков паводковых вод Красноярской ГЭС и соответствующим снижением температуры в весенний (май-июнь) период в низовьях реки.

В этой связи необходимо отметить, что нерестилища нельмы на Енисее расположены, в основном, выше всех других полупроходных сиговых, т.е. негативное влияние от руслового регулирования должно сказаться в первую очередь, на этом виде. Об этом косвенно свидетельствует снижение доли нельмы в прилове в низовьях Енисея в начале-середине 90-х годов прошлого столетия. Как уже было выше сказано, в том районе отлавливалась именно мелкая, неполовозрелая нельма. Кроме того, в 90-х годах и в уловах нерестового стада произошло сокращение доли впервые нерестующих рыб (Заделёнов, 1999б).

Необходимо отметить, что кроме перечисленных факторов значительное влияние на воспроизводство сиговых рыб оказывает изменение осеннего ледового и термического режимов Енисея ниже плотины, распространяющегося на значительную протяженность. По исследованиям И.В. Космакова с соавторами (2011) в заре-

гулированных условиях изменились сроки наступления ледовых явлений (шугохода и ледостава).

В 1960 –х годах Гидроэнергопроектом и Красноярским УГМС проводились наблюдения за стоком льда во время осеннего шугохода (Ресурсы..., 1973). За 25 дней шугохода у Енисейска проходило 60 млн. м³ льда, за 24 дня у Подкаменной Тунгуски – 70,8 млн. м³. При зарегулированном режиме количество льда, проходящее у Енисейска возросло в 2 раза, у П. Тунгуски – на треть.

Площадь поверхности проток Вороговского многоостровья составляет 93,2 км². Если принять среднюю глубину проток за 1 м, то объемы воды и шуги становятся соразмерными, что может свидетельствовать о возможности забития русел шугой до дна. При этом нерестовый субстрат оказывается перекрытым ледяным материалом, который в первую очередь ограничивает доступ кислорода к икре, а во вторую – при подвижках может сдвинуть её с субстрата в места с не подходящими для её развития условиями. Кроме того, увеличенная продолжительность переохлаждения воды в реке, а также и сокращения сроков ледостава скажутся на ходе инкубации икры (Космаков и др., 2011).

Загрязнение сточными водами. Очевидно, этот фактор негативного воздействия в настоящее время менее значим, и в первой половине 21 столетия имеет тенденцию к сокращению. Так, сброс сточных вод в начале 21 столетия сократился более чем на 10% по сравнению с концом прошлого века. Тем не менее, по бассейну Енисея в 2010-2012 гг. он составил около 2100 млн. м³ (О состоянии..., 2013). К тому же, при строительстве и освоении Ванкорской группы нефтяных и газовых месторождений (расположенных в низовьях Енисея), очевидно, начнет оказывать влияние на ихтиофауну неспецифический фактор – нерегламентированный промысел (браконьерство) (Филатов, 2001). Также, с освоением месторождений углеводородов во много раз возрастет интенсивность работы водного транспорта (в отсутствии иного транспортного сообщения с северными регионами) на Енисее, при этом, безусловно, в воду и почву будут поступать нефтепродукты, химические реагенты и различные компоненты сточных вод.

Нерациональный промысел прошлых лет, браконьерский и неучтенный вылов нельмы на всем протяжении ареала, гидростроительство на Енисее, загрязнение реки сточными водами привели к снижению численности и воспроизводства этого ценного вида рыб. Учитывая, что в перспективе планируется строительство новых крупных ГЭС в Ангара-Енисейском бассейне (Бурков, 2007), велика вероятность исчезновения нельмы не только из промысла, но и как вида.

В создавшихся условиях, по нашему мнению, необходимы согласованные управленческие решения всех заинтересованных сторон в таком важном деле, как сохранение одного из представителей ценных полупроходных рыб России, в том числе субъекта Федерации, энергетической структуры и др.

Тугун *Coregonus tugun* (Pallas, 1814) (Salmoniformes, Coregonidae). *Диагноз*: Рот небольшой, конечный. Тело покрыто легко опадающей тонкой чешуёй. Спина широкая, тело вальковатое, окраска типичная для сиговых рыб - спина тёмная, бока серебристые, брюхо белое. Размерно-возрастной смены окраски нет. Число жаберных тычинок 18-29 (24,3), чешуй в боковой линии 50-76 (60,8), число ветвистых лучей в D 7-10 (9,6), число лучей в A 11-14 (13,7). В % длины тела: длина головы 18,3-22, (19,8), высота тела 15,4-26,2 (18,8), длина хвостового стебля 11,5-16,5 (13,2), антедорсальное расстояние 38,5-46,0 (41,8), постдорсальное расстояние 32,4-41,9 (39,2). В % длины головы: длина рыла 18,7-28,7 (24,3) (Заделёнов, Шадрин, 2010).

Встречаемость. Тугун - эндемик Сибири, населяет реки от Оби до Яны (Решетников, 1980). Распространен по всему Енисею, от пос. Шушенского до устья. Обитает во многих крупных притоках Среднего и Нижнего Енисея (Кан, Ангара, Большой Пит, Подкаменная и Нижняя Тунгуски), некоторых озерах Игарского района и Таймыра, в которых представлен озёрно-речной формой. В реках Подкаменной и Нижней Тунгусках образует локальные стада. Наибольшие концентрации отмечаются в Нижнем Енисее от Ангары до Н. Тунгуски. В П. Тунгуске самый многочисленный вид. Встречается как в самой магистрали реки, так и ряде крупных притоков – Камо, Чуня, Вельмо. Тугун предпо-

читает плёсовые участки с замедленным течением, сравнительно небольшими глубинами и галечно-песчано-гравийными грунтами.

Рост и возраст. Рыбы небольшой величины. В уловах в рр. П. Тунгуске и Б. Хете представлены экземплярами с длиной тела от 59 до 154 мм, в среднем – 110 мм, массой от 1,7 до 46 г, в среднем – 16 г (табл. 4.12).

Основная доля в уловах представлена рыбами в возрасте 1+-3+ лет, которые составляют 92,8% от общего числа проанализированных рыб. Пятилетние особи – 5,6%. Рыбы в возрасте 5+ и 0+ лет малочисленны и их доля не превышала 0,8%. Соотношение самок и самцов близко к равному (табл. 4.13).

Таблица 4.12. Размеры тугуна в водотоках бассейна р. Енисея, 2002 г.

Возраст , лет	р. П. Тунгуска			р. Чуня			р. Б. Хета		
	Длина по Смитту, мм	Масса, г	N, экз.	Длина по Смитту, мм	Масса, г	N, экз.	Длина по Смитту, мм	Масса, г	N, экз.
0+	86	6,00	1	-	-	-	59	1,7	1
1+	93±1	8,79±0,21	49	92,0±0,8	9,69±0,24	26	82,0±3,0	5,20±0,60	3
2+	110±1	14,3±0,4	55	103±1	13,7±0,3	33	93,0±1,9	7,20±0,50	6
3+	126±1	21,9±0,4	52	120±2	19,8±0,9	9	106±1	11,1±0,8	2
5+	149±6	41,5±4,5	2	-	-	-	113±2	13,8±0,6	2
Всего			177			69			14

Таблица 4.13. Возрастной состав тугуна в уловах, р. П. Тунгуска, 2002 г., %

Возраст	0+	1+	2+	3+	4+	5+	Кол-во, экз.	%
Самцы	–	28,2	41,6	26,7	3,5	–	142	56,8
Самки	–	22,6	42,5	24,5	8,5	1,9	106	42,4
Неполовозрелые	0,8	–	–	–	–	–	2	0,8
Оба пола	0,8	25,6	41,6	25,6	5,6	0,8	250	100

Длина самок в уловах колеблется в пределах 86-154 мм, масса – 7-46 г, в то время как изменения линейных размеров одновозрастных (1+-4+ лет) самцов составляет 78-140 мм, масса – 4-29 г. Тем не менее, при сравнении линейных размеров и массы самцов и самок достоверных различий во всех возрастных группах не обнаружено ($P < 0,95$).

Ежегодные приросты длины тугуна уменьшаются с возрастом от 20 до 7 %. Самцы и самки растут примерно одинаково. Наиболее равномерно рост тугуна наблюдается до двухлетнего возраста, затем увеличение носит скачкообразный характер. Вероятно, это связано с наступлением полового созревания.

Максимальный возраст самок составил 5+ лет, самцов – 4+ лет. Очевидно, это объясняется ранним половым созреванием самцов, которое приводит к сокращению жизненного цикла.

Для тугуна исследуемых популяций характерно раннее половое созревание, которое не одинаково у самок и самцов. Самки впервые созревают в возрасте 1+ лет, в этом возрасте их доля от числа всех половозрелых самок составляет 9,4%. Основная масса самок созревает в возрасте 2+ (45,8%). У самцов в возрасте 1+ лет созревает 25,8% особей и в возрасте 2+ – 40,2% . Начиная с возраста 3+ лет, все самки и самцы половозрелые (табл. 4.14). Размеры, при которых тугун достигает половой зрелости, в среднем равны: длина – 93,4 мм, масса – 8,98 г. Эти размеры сопоставимы с размерами впервые нерестующего тугуна из Норило-Пясинской системы (Красикова, 1967).

В период открытой воды у тугуна наблюдались сезонные изменения гонадосоматического индекса (ГСИ) тугуна. Коэффициент зрелости гонад у самок тугуна в летне-осенний период 2002 г. в среднем, равнялся 12,6% (0,9 – 37,5%). Увеличение значений ГСИ происходило в период с июля по сентябрь. За этот период он увеличивался в 2,5 раза. Это связано с увеличением массы гонад половозрелых рыб и переходом гонад в IV стадию зрелости (рис. 4.8). Максимальные значения ГСИ (37,5%) зарегистрированы у самки длиной 154 мм и массой 46 г в начале второй декады сентября.

Тугун р. Подкаменная Тунгуска нерестится в конце сентября – начале октября, обычно в период ледостава при температуре воды не выше 4°C. Самки откладывают икру на мелкогалечных и песчаных косах в русловой части рек, на глубине 1,5-2,0 м (Подлесный, 1958; Красикова, 1967).

Таблица 4.14. Соотношение тугуна р. П. Тунгуски с разной стадией зрелости с июля по сентябрь 2002 г, %.

Возраст, лет	Стадии зрелости гонад самцов			Кол-во экз.	Стадии зрелости гонад самок			Кол-во экз.
	II	III	IV		II	III	IV	
1+	13	18	69	39	6	58	36	17
2+	3	52	45	58	2	34	64	45
3+	—	35	65	40	—	4	96	25
4+	—	—	100	5	—	11	89	9
5+	—	—	—	—	—	—	100	2

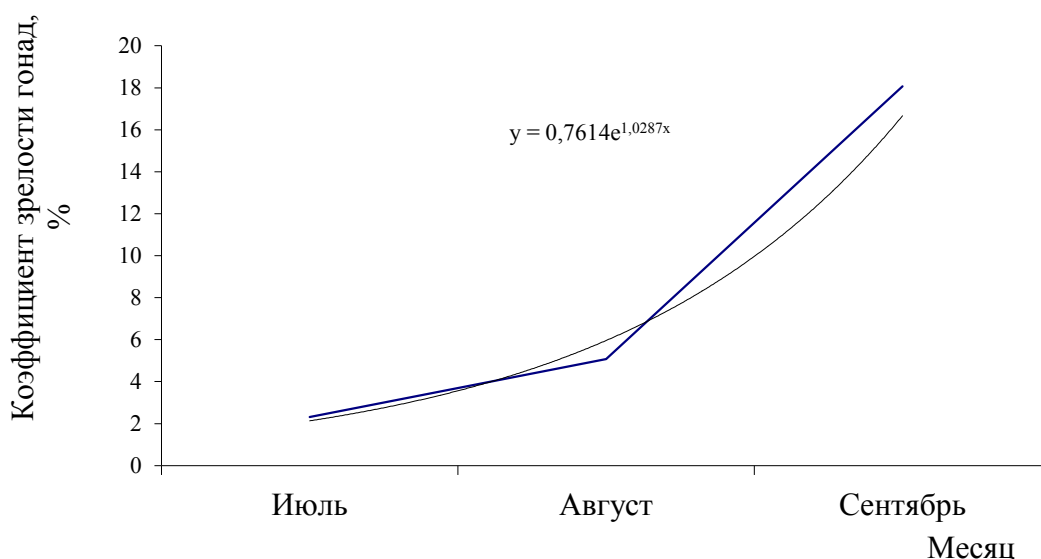


Рисунок 4.8. Изменение коэффициента зрелости самок тугуна р. Подкаменной Тунгуски в июле – сентябре 2002 г.

Плодовитость тугуна невелика. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) небольшая и колеблется в зависимости от возраста и размеров рыбы от 200 до 3700 икринок, в среднем составляет 1460 ± 30 икринок (табл. 4.15). Икринки желтоватого цвета с красноватым оттенком, диаметром до 2,0 мм. Средние значения ИАП по возрастам составляют от 516 до 2950 икринок. Наибольшую абсолютную плодовитость (3700 икринок) имела шестилетняя самка длиной 154 мм и массой 46 г.

У тугуна хорошо выражена положительная корреляция между индивидуальной абсолютной плодовитостью и массой тела, а также длиной и возрастом.

С увеличением размеров происходит возрастание индивидуальной абсолютной плодовитости. Возрастание ИАП в наибольшей степени зависит от увеличения массы тела: значение коэффициента корреляции составляет $0,91 \pm 0,9$ ($P > 0,999$). Несколько слабее зависимость между длиной и плодовитостью: значение коэффициента корреляции – $0,90 \pm 1,7$ ($P > 0,999$). Коэффициент корреляции между возрастом и плодовитостью – $0,82 \pm 0,09$ ($P > 0,999$).

Таблица 4.15. Плодовитость тугуна, бассейн р. П. Тунгуски, 2002 г.

Возраст, лет	Р. П. Тунгуска			Р. Чуя		
	ИАП, икринок	ИОП, икр./г	N	ИАП, икринок	ИОП, икр./г	N
1+	587±74	58,5±6,5	14	376±69	35,7±7,6	5
2+	1140±100	75,1±4,6	24	914±91	67,4±6,0	18
3+	2280±120	101,0±6	16	-	-	-
4+	2920±140	95,0±4,7	14	1750	62,6	1
5+	2940±750	70,0±10,5	2	-	-	-
Среднее	1700±120	81,6±3,2	70	837±92	60,6±5,4	24

Примечание: ИАП – индивидуальная абсолютная плодовитость, ИОП – индивидуальная относительная плодовитость

Питание, упитанность. По характеру питания тугун – эврифаг (Романова, 1948). Спектр питания тугуна р. Подкаменной Тунгуски включает в себя более 20 компонентов пищевых организмов разного систематического порядка. Основу его рациона составляют мошки и имаго ручейников, лесные муравьи, зоопланктон (веслоногие рачки р. *Chydorus*) (табл. 4.16).

Наряду с перечисленными организмами в пищевом комке тугуна встречались личинки двукрылых, хирономид и жуки. Кроме животных организмов в желудке тугуна встречались домики ручейников. Соотношение компонентов питания в течение сезона варьирует, что связано с вылетом и развитием амфибиотической энтомофауны.

С увеличением размеров и возраста тугуна прослеживается изменение качественного и количественного состава потребляемой пищи. По частоте встречаемости в питании мелкого тугуна (рыбы в возрасте 1+-2+ лет) в бассейне р. Подка-

менной Тунгуски преобладали ветвистоусые рачки (р. *Chydorus* – 83,8), лесные муравьи (37,1), личинки ручейников (сем. Hydropsychidae, р. *Macronema* – 30,0%) (табл. 4.16).

Таблица 4.16. Частота встречаемости (%) компонентов питания тугуна (р. П. Тунгуска, июль – сентябрь 2002 г.)

Объект питания	Возраст, лет	
	1+-2+	3+-5+
Круглые черви	0,0	-
Ветвистоусые раки	83,8	65,6
Личинки: поденок	10,0	3,0
веснянок	26,7	20,0
ручейников	20,5	30,0
хирономид	5,8	40,0
мошек	22,5	0,0
Комары	17,5	10,0
Мошки	16,3	28,5
Мокрецы	16,3	22,3
Ручейники	30,0	30,0
Равнокрылые	19,8	24,3
Перепончатокрылые, в том числе:		
лесные муравьи	37,1	100
пилильщики	13,3	24,3
бракониды	8,8	5,0
хальциды	5,0	-
Жуки, в том числе: короеды	12,9	7,5
листоеды	12,8	10,0
щелкуны	5,0	-
жужелицы	14,6	-
Бабочки -лиловятки	26,7	20,0
Пауки	20	0,0

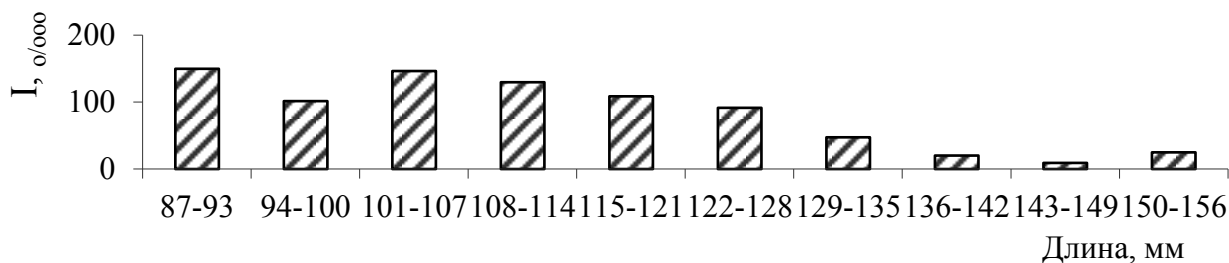


Рисунок 4.9. Изменение индекса наполнения (I , ‰) в зависимости от длины тела тугуна, бассейн р. П. Тунгуски, 2002 г.

Рацион крупных рыб (3+-5+ лет) включал в себя 18 компонентов (табл. 4.16). Среди них доминировали лесные муравьи (100), ветвистоусые рачки (65,6), личинки хирономид (40,0) и ручейников (30,0%), а также взрослые стадии мелких ручейников (30,0%).

С возрастанием размеров тугуна общий индекс наполнения желудка понижается равномерно (рис. 4.9) так как с возрастом происходит изменение пищевого спектра.

Миграции. Тугун рыба оседлая и не совершает протяженных миграций. Весной, после ледохода, большие стаи тугуна перемещаются на мелкие, хорошо прогреваемые участки рек (протоки, курьи, заливы и др.) для нагула. После спада воды тугун покидает места нагула и начинает концентрироваться в руслах рек - образует преднерестовые косяки. Нерестовые миграции выражаются в отходе рыбы от берегов и совпадают по времени с началом ледовых явлений.

Таким образом, тугун распространен по всему Енисею, отмечается от пос. Шушенского до устья. Обитает во многих крупных притоках Среднего и Нижнего Енисея (Абакан, Кан, Ангара, Большой Пит, Подкаменная и Нижняя Тунгуски), некоторых озерах Туруханского района и Таймыра, в которых представлен озёрно-речной формой. Наибольшие концентрации отмечаются в Нижнем Енисее от Ангара до Нижней Тунгуски. В начале XXI столетия практически не имеет промыслового значения. Занесен в Красную книгу Республики Хакасия (2014) как уязвимый вид с сокращающейся численностью. Промысел тугуна запрещен в Республике Хакасия. Целесообразно выявить места обитания локальных группировок и взять их под охрану. Следует разработать биотехнологию искусственного воспроизводства тугуна для получения и зарыбления естественных водоемов его молодь.

Речной сиз Coregonus lavaretus pidschian nat. Fluviatilis Issatschenko, 1919 (Salmoniformes, Coregonidae). Диагноз: число чешуй в боковой линии – 82-102, число лучей в спинном плавнике – IV-10 - IV-13, число лучей в анальном плавнике – IV-11 - IV-13, число лучей в грудном плавнике – I-13 - I-17, число лучей в брюшном плавнике – II-9 - II-12, число тычинок на первой жаберной дуге – 33-37,

длина головы (в % от длины тела) – 17,4-20,9 ($18,7 \pm 0,27$), наибольшая высота тела – 23,8-30,3 ($25,3 \pm 1,24$), наименьшая высота тела – 7,1-8,4 ($7,7 \pm 0,68$), антедорсальное расстояние – 40,2-45,4 ($42,8 \pm 0,54$), антевентральное расстояние – 44,0-50,0 ($47,8 \pm 0,43$), антеанальное расстояние – 69,3-75,0 ($72,5 \pm 0,46$), длина рыла (в % длины головы) – 25,0-29,6 ($27,3 \pm 0,59$), длина верхней челюсти – 26,7-31,4 ($28,9 \pm 0,44$), длина нижней челюсти – 26,7-40,9 ($36,6 \pm 1,14$) (Исследования видов рыб..., 2001).

Краткое пояснение. В связи с тем, что по всем вышеперечисленным диагностическим признакам у различных форм сига бассейна р. Енисея существует перекрывание, промеряли только половозрелых особей, которых достоверно можно отнести к речному сигу Исаченко.

Сиг Исаченко впервые описан основателем Енисейской ихтиологической лаборатории (ныне – ФГБНУ «НИИЭРВ») в 1919 году (Исаченко, 1925). В начале прошлого столетия численность этой формы сига была довольно высока, и рыба играла существенную роль в местном промысле. Вторая вспышка численности этой рыбы в XX веке произошла после перекрытия Енисея плотиной Красноярской ГЭС. Ниже плотины создались благоприятные условия для нагула и нереста сига. Он начал ловиться на любительские снасти в середине 70-х годов. К началу 80-х годов численность сига в нижнем бьефе Красноярской ГЭС возросла до довольно высокого уровня. Управление «Енисейрыбвод» оперативно отреагировало на эти изменения в структуре ихтиоценоза в районе полыньи (незамерзающий участок р. Енисея от г. Дивногорска до с. Казачинского) – для вторичных заготовителей и рыболовов-любителей стали реализовываться лицензии на лов сига. Наиболее важными факторами повышения численности этой рыбы, очевидно, был комплекс факторов абиотической и биотической природы: понижение температуры воды, появление нерестилищ и нагульных мест («ям») в результате дноуглубительных работ на фарватере реки; увеличение кормности Енисея в нижних бьефах Ангара-Енисейского каскада ГЭС.

Енисейский речной сиг – самая крупная форма пыжьяна в мире. Масса взрослого сига достигает 7-9 кг (по опросным данным – 12 кг). По внешнему виду

эта рыба очень напоминает муксуна – относительно большая голова, наибольшая ширина тела в районе спинного плавника. Рот небольшой, нижний. Тело покрыто чешуёй среднего размера, которая легко опадает, особенно у молодых рыб. Спина сига тёмная, бока серебристые (у взрослых особей – латунного оттенка), брюхо белое. Размерно-возрастной смены окраски нет.

В настоящее время енисейский речной сиг встречается в р. Енисее от плотины Красноярской ГЭС до пос. Туруханска. Наибольшее его количество отмечается до устья р. Ангара. С конца 80-х годов прошлого столетия численность сига резко падает. В настоящее время поимка этой формы регистрируются чрезвычайно редко.

Популяции сига обитают практически во всех правобережных притоках Енисея от р. Кан, до Енисейского залива. Необходимо отметить, что форма сига притоков отличающаяся мелкими размерами.

На юге региона сиг водится в магистрали р. Енисея, а также в некоторых горных озёрах. Так, в Можаро-Тиберкульской системе озёр (бассейн р. Казыр) встречается немногочисленная популяция некрупного реликтового сига. Ранее осваивалась местным промыслом, но из-за перелома в настоящее время этот сиг очень редок. В верхнем течении Енисея (и в некоторых его крупных притоках, таких как рр. Абакан, Кантегир, Хемчик) также встречается сиг. Данные об его уловах и экологии крайне скудны и нуждаются в проверке.

В 2001 г. в наших уловах на р. Большой Пит зарегистрированы 3 экз. сига длиной от 192 до 210 мм при массе 78-104 г в возрасте 2+ и 2 экз. длиной 260-262 мм и массой 193-207 г в возрасте 3+. Рыба была отловлена в плёсовой яме верховьев реки (выше устья р. Чиримбы) с глубиной около 1,2 м. Подстилающие грунты – стабильный галечник. Скорость течения – около 1,5 м/с. Систематическое положение этого сига определить достаточно сложно из-за аллометрического эффекта перекрывания диагностических признаков. По численности в р. Б. Пит сиг значительно уступает тайменю, ленку, хариусу.

Размеры сига по материалам 2000-2001 гг. в водоёмах р. П. Тунгуски составляют: длина - 321 ± 8 мм, масса - 542 ± 45 г (табл. 4.17). Следовательно, сиг в выборке представлен созревающими и зрелыми особями.

Таблица 4.17. Размеры сига водоёмов бассейна р. Енисей по возрастным группам

Возраст, лет	Бассейн П. Тунгуски, 2000-2002 гг.			Р. Б. Хета, 2005 г.			Р. Енисей, 1994-2000 гг.		
	Длина по Смитту, мм	Масса, г	N, экз.	Длина по Смитту, мм	Масса, г	N, экз	Длина по Смитту, мм	Масса, г	N, экз
1+	149 $\pm$ 4	43,4 $\pm$ 4,1	15	-	-	-			
2+	211 $\pm$ 4	118 $\pm$ 7	28	197 $\pm$ 9	80,0 $\pm$ 4,0	2			
3+	254 $\pm$ 5	201 $\pm$ 18	9	230 $\pm$ 10	130 $\pm$ 16	2			
4+	293 $\pm$ 5	289 $\pm$ 13	18	-	-	-	495	1450	1
5+	314 $\pm$ 11	429 $\pm$ 33	16	223	140	1	505	1670	1
6+	351 $\pm$ 10	602 $\pm$ 68	17	278 $\pm$ 13	240 $\pm$ 40	2	-	-	-
7+	374 $\pm$ 10	747 $\pm$ 76	15	282 $\pm$ 4	256 $\pm$ 13	13	515 $\pm$ 45	1670 $\pm$ 600	2
8+	398 $\pm$ 7	879 $\pm$ 112	7	312 $\pm$ 18	299 $\pm$ 22	6	627	3170	1
9+	425	1250	1	301 $\pm$ 3	320 $\pm$ 19	4	565 $\pm$ 59	2120 $\pm$ 670	6
10+	439 $\pm$ 7	1320 $\pm$ 20	2	313 $\pm$ 3	363 $\pm$ 13	12	641 $\pm$ 30	3000 $\pm$ 325	5
11+	436	1470	1	326 $\pm$ 6	437 $\pm$ 36	6	563	2100	-
12+	494 $\pm$ 9	1520 $\pm$ 120	2	319 $\pm$ 5	383 $\pm$ 15	12	610 $\pm$ 54	2850 $\pm$ 610	4
13+	462	1980	1	349 $\pm$ 4	542 $\pm$ 26	13	-	-	-
14+	-	-	-	364 $\pm$ 13	579 $\pm$ 75	4	-	-	-
15+	-	-	-	370 $\pm$ 10	709 $\pm$ 68	5	715 $\pm$ 5	6110 $\pm$ 110	3
16+	-	-	-	382 $\pm$ 18	700 $\pm$ 99	3	740 $\pm$ 7	6740 $\pm$ 53	3
17+	-	-	-	393 $\pm$ 7	732 $\pm$ 85	3	735	6720	1
18+	-	-	-	-	-	1			
19+	-	-	-	395	1020				
Всего			132			89			27

Уместно остановиться на систематическом статусе сига в бассейне Енисея. Очевидно, что представленный в ихтиологических сборах на притоках Енисея и его низовьях сиг не является сигом Исаченко из-за значительно более мелких размеров.

Тем не менее, исходя из морфологического критерия оценки популяций, эти формы сига составляют подвид *Coregonus lavaretus pidschian*. Принятый Международный кодекс зоологической номенклатуры (Международный кодекс..., 1966) не рассматривает систематического ранга ниже подвидового. С

точки зрения систематики, уже неправомерно занесение енисейского речного сига в Красную книгу, так как у популяции этой формы нет ярко выраженных границ ареала. Если принять во внимание (что, несомненно, имеет место) существенные отличия этой формы от других (большее число тычинок, большие размеры и плодовитость и другое), то необходимо географически (или административно) определить его ареал с тем, чтобы проводить мониторинг.

Речной сиг впервые созревает в возрасте 6-8 лет, при этом размеры самок у отдельных стад (в частности, на р. Енисее от плотины Красноярской ГЭС до Сумароково) превышают 2,0 кг, самцов – 1,3-1,4 кг. Предельный возраст по нашим данным – не более 20 лет. Нерестится на галечных грунтах в ямах ниже перекатов глубокой осенью – с конца сентября до конца ноября (в зависимости от района его обитания). У рыб семейства сиговых начало нереста совпадает с понижением температуры до определённого уровня. Для описываемого сига эта температура составляет 3 °С и ниже.

Плодовитость «мелкого» сига приведена в таблице 4.18. Плодовитость сига Исаченко приведена по возрастам и составляет: 9+ - 73000±29000; 10+ - 132000; 12+ - 107000±11000; 15+ - 250000; 17+ - 366000 икринок.

Таблица 4.18. Плодовитость сига бассейна р. Б. Хеты, 2005 г.

Возраст, лет	ИАП, икр.		ИОП, икр./г		Кол-во экз.
	Диапазон	M±m	Диапазон	M±m	
10+	8400	8400	21,0	21,0	1
11+	4790	4790	11,4	11,4	1
12+	5490-12900	9440±1510	15,3-27,3	23,6±2,8	4
13+	6200-8920	7850±840	14,4-18,6	16,1±1,3	3
14+	5030	5030	9,80	9,80	1
15+	4240-9500	7400±1600	10,3-14,4	12,9±1,3	3
16+	9770-11500	10700±900	15,4-16,3	15,8±0,5	2
19+	19300	19300	21,5	21,5	1

Сиг питается организмами дна, основу пищи составляют амфиподы, личинки ручейников, хирономид. Иногда в его рационе присутствует рыба – елец, пескарь, подкаменщики. Так, спектр питания сига в бассейне р. Б. Хеты представлен 9

компонентами: моллюски, ручейники, хирономиды, поденки, муравьи, пчелы, икра рыб, олигохеты и высшая водная растительность (табл. 4.19). Доля пищевых компонентов (по массе) в питании сига с возрастом значительно различается (табл. 4.19). У рыб в возрасте 7+-13+ основу питания составляют ручейники, хирономиды и моллюски. С возрастом доля ручейников и хирономид снижается и к возрасту 15+ лет практически исчезает полностью; доля моллюсков, наоборот, растет, достигая максимальных значений у рыб в возрасте 17+ лет.

Индекс наполнения кишечника сига с возрастом увеличивается и в среднем составляет 107 ‰ (табл. 4.19).

Таблица 4.19. Спектр питания сига, % от массы пищи, бассейн р. Б. Хеты, 2005 г.

Кормовой объект	Возраст, лет									
	7+	9+	10+	11+	12+	13+	15+	16+	17+	Все
Моллюски	19,5	63,3	32,0	49,5	49,9	25,1	98,9	99,8	100	59,7
Личинки: ручейников	–	36,0	50,0	50,0	–	25,0	1,0	–	–	18,0
хирономид	45,7	0,4	1,0	0,5	0,1	25,6	–	–	–	8,2
поденок	–	0,3	–	–	–	0,03	–	–	–	0,04
Муравьи	–	–	–	–	41,5	–	–	–	–	4,6
Пчелы	–	–	–	–	8,1	–	–	–	–	0,9
Икра рыб	4,3	–	17,0	–	–	–	–	–	–	2,4
Олигохеты	–	–	–	–	–	–	0,1	0,2	–	0,03
Растительность	30,5	–	–	–	0,4	24,3	–	–	–	6,1
Индекс наполнения, ‰	73	98	36	44	105	57	187	75	530	107

Миграции сига выражены в перемещениях рыб-производителей в фарватерных ямах вблизи перекатов. Кроме того, существует осенний нерестовый ход сига Исаченко сига в крупные притоки – рр. Кан, Ману. Речной сиг – рыба осёдлая и не совершает протяженных миграций. Весной, в конце апреля – начале июня мелкие особи подходят к берегам и откармливаются на личинках, куколках и имаго мелких представителей ручейников, вылетающих в это время. Необходимо отметить, что места обитания неполовозрелой рыбы и производителей расходятся в пространстве. Так, производители предпочитают достаточно крупные ямы, которые чаще находятся на фарватере Енисея.

Причины снижения численности речного сига в водотоках, используемых для разработки россыпных месторождений золота, аналогичны таковым тайменя. В р. Енисее после вспышки в 80-90 гг. прошлого века численность сига начала заметно уменьшаться. Вероятные причины – возросший уровень изъятия мелкочейными сетями и при помощи электрошоковых орудий, 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 региона (Красноярский край, Таймырский и Эвенкийский АО), как и в бассейне Оби, в годы развитого промысла повсеместно в регионе являлся важным объектом промысла (Матковский, 2009).

В связи с обустройством Ванкорской группы месторождений нефти, необходимо иметь базовую информацию о современном состоянии водных биоресурсов с тем, чтобы дать рекомендации по снижению негативного влияния в процессе работ. Ими могут являться мероприятия, направленные на воспроизводство рыбных запасов путём строительства и эксплуатации систем (комплексов) по искусственному получению и подращиванию молоди ценных видов рыб на нарушаемых землях, в том числе и чира, как ценного объекта аквакультуры.

В низовьях р. Енисея чир обитает, в основном, в придаточной системе. Для чира характерна значительная вариабельность длины и, в особенности, массы для особей одного возраста - у рыб в возрасте 5+ масса различается в 17 раз. В уловах отмечены чирьи длиной от 110 до 670 мм, массой – 15 – 6570 г в возрасте от 1+ до 25+ лет (табл. 4.20).

Соотношение полов примерно равное. Различия в росте самцов и самок незначительны.

В бассейне р. Б. Хеты, как и в низовьях Енисея, для особей одного возраста чира характерна вариабельность размеров. В половозрелой части различия у рыб в возрасте 13+ в длине составляют до 24, в массе - до 57%. У молоди эти отличия выражены ещё в большей степени (табл. 4.21).

В ходе исследования различий в значениях длины и массы самок и самцов не обнаружено.

Таблица 4.20. Размеры чира в низовьях р. Енисея, 1987-1988 гг.

Возраст, лет	Длина, мм		Масса, г		Кол-во, экз.
	Диапазон	M±m	Диапазон	M±m	
1+	110-192	144±6	15-94	40±6	12
2+	144-286	226±5	115-580	187±15	45
3+	204-340	276±4	115-580	342±17	56
4+	228-442	328±5	205-1520	593±34	65
5+	220-495	362±7	140-2460	828±55	56
6+	297-583	384±9	380-3610	1040±110	57
7+	330-552	407±9	530-3110	1220±120	33
8+	298-630	467±13	420-6130	2120±210	53
9+	340-640	497±11	550-5490	2420±180	45
10+	320-650	511±11	440-5670	2600±170	48
11+	390-610	527±7	1020-4810	2790±120	44
12+	400-610	518±10	930-4340	2570±160	35
13+	420-630	524±10	1020-4380	2710±170	34
14+	440-630	537±15	1200-5040	2860±290	15
15+	429-630	540±11	1240-5390	2910±210	31
16+	450-670	543±10	1400-6570	2890±200	33
17+	439-620	516±12	1230-4100	2370±190	22
18+	480-616	558±15	1910-4320	3180±250	11
19+	483-630	559±19	1930-4430	3090±340	7
20+	484-660	580±17	1910-5170	3602±270	10
21+	524-560	542±18	2480-3530	3010±530	2
22+	600-640	620±20	4640-4820	4730±90	2
23+	-	530	-	2410	1
25+	-	561	-	2680	1

Отдельные особи достигают половой зрелости в возрасте 7+ лет. Длина тела впервые созревших рыб составляет более 380 мм, масса – 850 г. Основная часть рыбы созревает 2-3-мя годами позже. Нахождение в уловах рыб старше 10+ лет во 2-й стадии зрелости указывает на неежегодный нерест чира в бассейне р. Б. Хеты.

В бассейне оз. Таймыр чир распространен повсеместно (Романов, Тюльпанов, 1985). Уловы чира представлены рыбами длиной от 340 до 654 мм, массой – 520-5210 г в возрасте от 7+ до 25+ лет (табл. 4.22). Для особей одного возраста также характерен значительный разброс длины и массы тела – так, по массе различия в росте составляют до 7 раз в возрасте 18+ лет.

Таблица 4.21. Размеры чира в бассейне р. Б. Хеты, 2005 г.

Возраст, лет	Длина, мм		Масса, г		Кол-во, экз.
	Диапазон	M±m	Диапазон	M±m	
0+	66-109	77±4	3.8-12	6.9±0.4	7
1+	95-150	124±8	12-44	28±4.6	7
2+	212-220	217±3	126-138	131±3.5	3
3+	274-285	280±6	286-324	305±19	2
4+	250-346	299±8	230-620	406±33	12
5+	295-367	326±5	370-852	552±28	18
6+	320-370	345±4	480-940	680±29	19
7+	340-430	371±4	588-1270	833±35	21
8+	360-410	386±26	800-1110	935±27	13
9+	357-402	384±4	840-1140	972±33	10
10+	370-452	411±57	908-1650	1200±61	14
11+	420-451	433±6	1200-1550	1400±68	5
12+	404-545	454±18	1140-2870	1690±210	7
13+	420-550	481±16	1170-2730	1980±190	7
14+	465-540	505±16	1620-3190	2380±320	4
15+	462-532	497±19	1680-2320	1990±150	4
16+	525-540	533±8	2500-2940	2720±220	2
17+	515-583	549±14	2200-4330	3070±390	5
18+	525	525	2680	2680	1
20+	587	587	4050	4050	1

В ходе исследования различий в размерах самок и самцов не обнаружено.

Таблица 4.22. Размеры чира в бассейне оз. Таймыр

Возраст, лет	Длина, мм		Масса, г		Кол-во, экз.
	Диапазон	M±m	Диапазон	M±m	
7+	474	474	1600	1600	1
9+	466	466	1440	1440	1
10+	340-499	421±27	520-2120	1190±270	5
11+	422-423	422±0.3	960-1240	1080±83	3
12+	398-509	442±25	830-2390	1350±350	4
13+	368-549	432±12	700-3020	1310±140	20
14+	353-527	417±9	610-2540	1190±97	31
15+	355-525	434±6	670-2440	1260±64	52
16+	365-557	445±8	660-3120	1470±100	47
17+	356-598	442±9	690-3660	1460±110	41
18+	370-582	447±8	610-3950	1730±120	41
19+	407-590	460±10	1040-2800	1600±140	19
20+	378-579	463±22	740-4120	1860±340	10
21+	399-602	468±17	820-3880	1730±240	12
22+	450-520	483±17	1330-2380	1940±260	4
23+	455-592	506±26	1370-2990	2130±350	5
24+	436-654	509±50	1120-5210	2400±950	4
25+	-	563	-	3570	1

Половой состав в уловах практически равный. Единично достигает половой зрелости в возрасте 7+ лет при длине тела 474 мм, массе – 1600 г. Основная масса чира созревает в возрасте 10+ лет при средней длине тела 420 мм, массе - 1190г. По Романову и Тюльпанову (1985), плодовитость таймырского чира составляет 11-109 тыс. икринок, в среднем - 27 тыс. По их мнению, повторное размножение производителей происходит через 2-3 года.

Встречается от истока реки до устья р. Пуры, а также в придаточной системе. С распалением льда чир мигрирует с мест зимовки на мелководные участки рек, с подъемом воды заходит для нагула в пойменные озера, со спадом скатывается обратно в реку. Длина чира в уловах 2001 г. на р. Пясине – 320-610 мм, средняя масса – 1690 г. Возрастной ряд представлен рыбами до 22+ лет. У одновозрастных рыб наблюдается значительные колебания длины и массы (по массе до 3-х раз). Различий в росте самцов и самок нет. Половой зрелости чир достигает в 12+ лет по достижению длины 420 мм и массы 1200 г. Колебания индивидуальной плодовитости – 25,3-161,8 тыс. икринок, средняя – 63,8 тыс. икринок (Андриенко и др., 2003). По Красиковой и Сесягину (1967) чир в р. Пясине созревает в возрасте 6+-7+ лет по достижению длины 420 мм и массы 950 г.

Специализированных исследований чира в бассейне Хатанги долгое время не проводилось. По наблюдениям Богдановых в бассейне р. Хатанги распространен повсеместно, но наибольшие концентрации отмечены в пойменных и материковых озерах левобережья рр. Хатанги и Хеты (2003). По Лукьянчикову (1967) уловы чира в бассейне Хатанги представлены рыбами с длиной тела 296-533 мм и массой 417-2390 г в возрасте 3+ - 16+ лет. Созревает в 7-8 лет при достижении длины более 370 мм и массы свыше 753 г. ИАП чира – от 12,8 до 84,0 тыс. икринок, в среднем 29,0 тыс.

В водоемах бассейна р. Пясины чир широко распространенный вид.

Рост одновозрастного чира в пределах одних и тех же водоемов и водотоков неравномерный, что дает основание выделять озерно-речные и речные группировки (популяции) этого вида, а также тугорослые и быстрорастущие формы (Красикова, Сесягин, 1967; Решетников, 1980; Романов, 1988 и др.) С учетом это-

го обстоятельства, сложно говорить о «хорошем» или «плохом» росте чира. Очевидно, что медленнорастущие чирьи в низовьях Енисея будут уступать по этому показателю быстрорастущим в оз. Таймыре или бассейне р. Б. Хеты. Выборки рыбы, по которым проводилось сравнение, не могут в полной мере отражать истинного положения, т.к. зависят в первом приближении, как от селективности орудий лова, так и от субъективности отбора рыб для анализа. Этот список можно продолжить. Но в любом случае, оценить рост чира при помощи статистических методов (в частности, при помощи t -критерия) весьма сложно из-за значительной вариабельности длины и массы одновозрастных рыб. Поэтому, на наш взгляд, приближенно оценку роста чира лучше вести по крайним максимальным размерам одновозрастных экземпляров, хотя и это не лишено недостатков, к примеру, малому количеству рыб в возрастном классе. Если принять во внимание, что плодовитость рыб пропорциональна её размеру, то тогда лучший рост (в порядке убывания) у чира в низовьях Енисея (82,8 тыс. икринок), р. Пясины (60-63,8 тыс.), р. Хатанга (29,0 тыс.), оз. Таймыре (27,0 тыс.). К сожалению, сведения по плодовитости не лишены элемента случайности – у каких рыб (быстро- или медленно-растущих) отбирались пробы, количества самок в анализе и т.д.

Образование быстро- и медленнорастущих группировок чира Красикова и Сесягин (1967) связывают с кормовой обеспеченностью по зообентосу. По их мнению, лучшие кормовые ресурсы в заполярных озерах обеспечивают чирю наилучший рост по сравнению с низкой кормовой базой рек.

В таком случае попытаемся оценить биомассу зообентоса в рассматриваемых водоемах. Биомасса бентоса низовьев Енисея изменялась в пределах 0,3-30,5 г/м² и составляла в среднем 6,0 г/м², в том числе, в протоках дельты – 12,8 г/м² (Андриенко, Богданова, 2003). Кормовая база бассейна р.Б. Хеты колеблется от типа водотоков и биотопов, и составляла от 0,4 до 8,7 г/м² (наши данные, 2005). Зообентос р. Пясины беден - около 3,0 г/м² (Андриенко и др., 2003). Количественное развитие по разным биотопам зообентоса оз. Таймыр от 0,3 (песчаные грунты) до 3,8-11,7 г/м² на илистых грунтах, составляющих около 28 % площади дна озера (Романов, Тюльпанов, 1985).

Очевидно, что представленные значения биомассы зообентоса – величины одного порядка, за исключением низовьев Енисея. В последнем случае, если следовать логике Красиковой и Сесягина (1967), у чира из низовьев р. Енисея должен быть самый высокий рост. Действительно, самые крупные экземпляры отловлены в низовьях Енисея. В таком случае в р. Пясине должны быть самые низкие показатели роста. Но если судить по характеристикам роста чира в современный период в этой реке (Андриенко и др., 2003), оз. Таймыре и бассейне р. Б. Хеты, то они примерно сопоставимы. В таком случае должен быть ещё какой-то фактор, определяющий рост чира в водоемах высоких широт региона.

На наш взгляд, этим фактором является сумма тепла, при которой потенциально возможен нагул рыбы. Она составляет в: низовьях Енисея – 900-1200; бассейне р. Б. Хеты – около 860; р. Пясине – 530-600; оз. Таймыре – 380-630 (430) градусодней (Гидрологический ежегодник, 1975; Егоров, Науменко, 1985; Ежегодные данные..., 1989).

Анализируя возрастной состав чира в бассейне Енисея за многолетний период (Фонды ФГБНУ «НИИЭРВ»), очевидно, что в последние годы (2010-2011, 2013) наблюдается сокращение возрастного ряда рыбы в промышленных уловах. В 1978-1987 гг. в промысле присутствовали 20-22 возрастные группы, а уже в 2010-2013 гг. их число сократилось до 13, что может свидетельствовать о перелове (табл. 4.23).

Резюмируя вышесказанное, чир в северных водоемах Красноярского края повсеместно являлся важным объектом промысла в 20 столетии. Запасы чира в водоемах региона отличались высокой устойчивостью вследствие рассредоточенности популяций по многочисленным, зачастую труднодоступным водоемам придаточной системы.

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.

Таблица 4.23. Возрастной состав чира в промысловых уловах, бассейн р. Енисея, %

Возраст, лет	Периоды		
	1978-1980 гг.	1980-1987 гг.	2010, 2011, 2013 гг.
1+	-	0,2	-
2+	0,6	5,7	-
3+	1,8	18,2	0,1
4+	5,9	16,6	1,3
5+	7,9	10,3	4,8
6+	5,2	9,9	11,2
7+	4,0	4,9	9,8
8+	3,2	4,1	10,7
9+	3,9	3,1	18,0
10+	4,6	2,8	23,8
11+	6,6	3,4	13,8
12+	8,2	3,5	3,3
13+	13,6	3,7	1,8
14+	13,5	3,4	0,2
15+	6,7	2,9	1,2
16+	7,3	2,3	-
17+	4,0	1,8	-
18+	1,7	1,2	-
19+	0,8	0,9	-
20+	0,4	0,5	-
21+	0,1	0,4	-
22+	-	0,2	-

Ростовые характеристики чира зависят от развития кормовой базы водоемов и от продолжительности нагула. Последнее, в условиях высоких широт, очевидно, является основным фактором в жизнедеятельности этого вида. Половое созревание у чира в водоемах региона растянутое (от 5+ до 12+ лет), что связано с неравномерным ростом одновозрастных особей. Отдельные особи достигают половой зрелости в возрасте 5+ лет. Длина тела впервые созревших рыб во всех рассматриваемых водоемах составляет около 375-380 мм, масса – около 800-900 г. Основная масса рыб созревает в возрасте 10+ лет. Средние значения индивидуальной абсолютной плодовитости чира в водоемах региона зависят от размера рыб и составляет от 27,0 до 82,8 тыс. икринок.

Но, в связи с разработкой месторождений углеводородов, необходимо иметь базовую информацию о современном состоянии водных биоресурсов с тем, чтобы

дать рекомендации по снижению негативного влияния в процессе работ. Ими могут являться мероприятия, направленные на воспроизводство рыбных запасов путём строительства и эксплуатации систем (комплексов) по искусственному получению и подращиванию молоди ценных видов рыб на нарушаемых землях, в том числе и чира, как ценного объекта аквакультуры.

Валёк обыкновенный - *Prosopium cylindraceum* Pallas et Penn, 1784 (Salmoniformes, Coregonidae). Рыба средней величины. Рыло удлиненное, коническое. Рот маленький, нижний. Тело вальковатое, покрыто легко опадающей тонкой чешуёй. В боковой линии 88-108 чешуй. Окраска спины у взрослых рыб темно-серая иногда с коричневатым отливом, бока серебристые с желтоватым оттенком. Обычные размеры: длина – 280-380 мм, масса – до 1 кг.

Речная рыба, его западная граница ареала проходит по правобережным притокам Енисея, встречается в горных озерах плато Путорана, предпочитает чистые воды. Особенности биологии изучены недостаточно.

Занимая обширный ареал, большой численности не образует. В большинстве водоемов существенной роли в уловах не играет и промысловой статистикой не учитывается. Некогда обширный ареал валька на юге Сибири заметно сократился: южнее Ангары в пределах Красноярского края он встречается только в бассейне р. Тубы. В настоящее время его уже нет в таких реках, как Сисим, Дербина, Мана, Оя, Кан, Ангара. Сокращается ареал валька и в бассейне р. Тубы. Так, он уже не встречается в р. Казыре ниже пос. Черемшанка, нет его и в самой р. Тубе.

Максимальные экземпляры, отловленные в р. Курейке достигают 474 мм длины и 1390 г массы, в оз. Кутарамакан – 375 мм длины и 581 г массы. Размеры валька из исследованных автором водных объектов приведены в таблицах 4.24-4.27.

В большинстве водоемов Красноярского края вальки единично созревают на 5-6 году, в массе - на 1-2 года позднее. В р. Казыре половозрелым становится в возрасте 4+ - 5+ лет при длине 31 см и массе 300 г (Красная книга Красноярского края..., 1995; Красная книга Красноярского края..., 2004, 2012; Красная книга Республики Хакасия, 2014).

Таблица 4.24. Размеры валька в р. Курейке, самки, 1989 г.

Возраст	Длина, мм				Масса, г		Количество, экз.
	Смит		Длина тела				
	Диапа-зон	Среднее	Диапа-зон	Среднее	Диапазон	Среднее	
5+	358-381	368±4	343-365	352±3	450-590	523±24	6
6+	339-401	376±5	325-382	360±5	440-760	588±26	13
7+	382-446	400±3	362-427	382±3	580-910	681±22	28
8+	382-446	417±4	362-427	399±4	580-910	739±25	17
9+	396-455	433±3	381-436	414±3	660-1060	882±20	22
10+	417-490	456±5	400-462	433±4	680-1140	959±34	16
11+	440-491	465±4	420-470	444±4	750-1216	996±33	17
12+	460-492	474±4	433-473	453±4	970-1260	1078±34	9
13+	474-496	488±5	452-474	464±5	1070-1190	1130±25	4
14+	448-511	486±5	427-490	465±5	920-1390	1153±45	11
15+	460-489	475±15	442-468	455±13	780-850	815±35	2

Таблица 4.25. Размеры валька в р. Курейке, самцы, 1989 г.

Возраст	Длина, мм				Масса, г		Количество, экз.
	Смит		Длина тела				
	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	
5+	335-377	355±4	330 -361	342±4	380 -630	473±26	9
6+	355-406	380±4	339-389	361±4	390-730	573±26	12
7+	365-421	392±4	350-404	375±4	500-820	618±21	13
8+	380-435	407±3	361-416	388±3	580-800	683±16	18
9+	393-437	422±3	375-420	404±3	610-1020	791±29	15
10+	403-471	441±5	387-452	422±5	660-1030	909±32	14
11+	420-472	450±5	401-456	429±5	720-1160	945±39	13
12+	453-496	468±4	430-474	446±4	890-1220	1050±26	14
13+	450-479	464±5	430-457	441±4	960-1120	1040±28	13
14+	463-496	482±4	440-473	460±4	1000-1210	1120±30	7

Таблица 4.26. Размеры валька оз. Кутарамакан, самки, 2013 г.

Возраст	Длина, мм				Масса, г		Количество, экз. Диапазон
	Смитт		Длина тела				
	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	
2+	-	260	-	245	-	160	1
4+	300-318	306±6	286-304	293±6	210 -296	245±26	3
5+	315-357	334±6	300-337	316±6	235-331	288±17	6
6+	315-357	344±3	300-342	326±3	255-436	383±13	15
7+	320-360	346±3	303-345	328±3	308-460	372±11	15
8+	315-393	353±9	300-374	335±9	285-581	399±38	9
9+	370-395	386±8	350-375	364±7	440-530	470±30	3

Таблица 4.27. Размеры валька оз. Кутарамакан, самцы, 2013 г.

Возраст	Длина, мм				Масса, г		Количество, экз. Диапазон
	Смитт		Длина тела				
	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	
1	166-203	181±11	158-193	171±11	42-64	50±7	3
2	-	228	-	220	-	94	1
4	-	303	-	285	-	215	1
5	277-340	313±8	263-323	299±8	209-298	262±14	6
6	310-365	335±6	293-342	316±6	228-430	327±24	7
7	295-323	311±6	275-303	293±6	229-300	268±16	4
8	320-367	348±11	305-346	329±10	280-450	364±40	4

Индивидуальная абсолютная плодовитость валька в исследованных водных объектах изменяется в пределах 1,79-12,85 тыс. икринок и зависит, в основном, от размеров самок (табл. 4.28-4.29). У самок отмечаются пропуски нерестового сезона (Красикова, 1968; Романов, 2004).

Таблица 4.28. Плодовитость валька р. Курейки, 1989 г.

Возраст	АИП		ОИП		Кол-во, экз.
	Диапазон	M±m	Диапазон	M±m	
6+	2630-5930	4110±750	4,70-8,25	6,68±0,89	5
7+	4214-9330	6500±500	6,91-10,85	9,00±0,39	11
8+	4286-7480	5880±900	7,39-9,97	8,90±0,78	3
9+	6277-10600	8030±500	6,68-10,45	8,81±0,40	9
10+	9000-10900	10000±400	8,49-10,09	9,67±0,39	4
11+	6189-11830	9400±1050	6,58-12,05	8,98±1,02	5
12+	8723-10067	9400±650	8,81-9,59	9,20±0,39	2
13+	-	8142	-	7,61	1
14+	7479-12850	10200±2700	8,13-9,24	8,69±0,56	2

Таблица 4.29. Плодовитость валька оз. Кутарамакан, 2013 г.

Возраст	АИП		ОИП		Кол-во, экз.
	Диапазон	M±m	Диапазон	M±m	
5+	3348	-	-	10,11-	1
6+	1790-5179	3664±320	4,98-11,78	9,02±0,68	11
7+	2140-3500	2735±280	6,03-8,41	7,16±0,44	5
8+	1875-5090	3910±600	6,25-9,50-	8,4±0,58	5

Валек относится к рыбам с относительно коротким жизненным циклом. Предельный наблюдаемый возраст в р. Курейке – 15+, в оз. Кутарамакан (система р. Хантайки) – 9+, р. Казыре – 7+(5).

По характеру питания валеки – бентофаги. Основу питания составляют донные организмы: моллюски, личинки хирономид, ручейников, мошек. Активно хватает падающих в воду наземных насекомых.

Ранее этот вид в притоках Енисея встречался от его устья до верховьев. В настоящее время в южной части ареала сохранился только в реках бассейна р. Тубы (Красная книга Красноярского края..., 2012). Занесен в региональные Красные книги Красноярского края, Республики Хакасия, Иркутской области в категории – популяция с ограниченным ареалом, находящаяся под угрозой исчезновения.

Лов вальки в южных реках запрещён в нерестовый период: в течение сентября и первой декады октября. Участок р. Казыра в границах распространения вальки объявлен заказником. Следует создать заповедную зону на р. Казыре в современных границах распространения вальки, разработать биотехнику искусственного его воспроизводства и начать работы по расселению в водоёмы его прежнего обитания.

Таким образом, исследованные виды рыб (их отдельные популяции) в начале 21 столетия из-за различных факторов антропогенного характера находятся в угнетённом состоянии. Для увеличения численности и запасов этих видов необходима разработка практических мер по их охране (охране мест обитания), искусственному воспроизводству.

5. Искусственное воспроизводство ценных видов рыб

Интенсивное гидростроительство, загрязнение гидробиоценозов стоками, лесосплав, дампинг, нерациональный промысел с развитием промышленности в послевоенные годы привели к резкому сокращению запасов и снижению естественного воспроизводства (вплоть до полного прекращения) практически во всех бассейнах России (Багров, Воронин, 2003; Попков, Дроздов, 2008; Убаськин, 2008 и др.). Одним из основных способов сохранения ценных видов рыб сейчас признаётся искусственное воспроизводство, эффективность которого сейчас уже не вызывает сомнения.

Очевидно, что для сохранения уязвимых видов рыб при их внедрении в аквакультуру необходимо знать не только их экологические и биологические особенности, но и

- необходимые или оптимальные объёмы искусственного воспроизводства, рассчитанные с учетом пополнения стада осетровых от естественного воспроизводства;

- кормовые ресурсы естественных водных объектов.

Кроме того, следует разработать биотехнологии искусственного воспроизводства исследуемых видов рыб для поддержки имеющемуся естественному применительно к условиям региона и особенностям каждого вида (популяции). Очевидно, что искусственное воспроизводство, проводимое с целью поддержания численности естественных популяций, является, по сути, природоохранным мероприятием.

5.1. Рыборазводные предприятия по поддержке естественного воспроизводства искусственным на территории региона

Белоярский осетрово-сиговый рыбоводный завод. Старейшим специализированным осетроводным предприятием в бассейне р. Енисея является Белоярский (Абаканский) осетрово-сиговый рыбоводный завод при Красноярском водохрани-

лище. Проектное задание на его строительство утвердило Министерство рыбного хозяйства СССР 21.03.1968 г. (№ 02-52).

Осетровые. Как показали исследования экологической емкости р. Енисея, проведенные ФГБНУ «НИИЭРВ», оптимальное количество вселения молоди осетра составляет не менее 5 млн. экз., стерляди – 2 млн. экз. ежегодно. Фактическое зарыбление осетровыми рыбами р. Енисея значительно ниже. Производственные мощности Белоярского РЗ по выпуску молоди осетровых позволяют ежегодно подращивать до 1,2 млн. шт. (0,8 млн. шт. осетра и 0,4 млн. шт. стерляди).

Сиговые. Белоярский рыбоводный завод проводил рыбоводные работы по вселению сиговых рыб (пелядь и омуль) в Красноярское водохранилище. С 1980 по 2005 гг. этот водоём зарыблялся подращенной молодью сиговых рыб (ежегодно около 2,5 млн. шт. пеляди и 1,2 млн. шт. омуля).

Подращивание молоди сиговых проводилось в выростных прудах Абаканского рыбозавода, с 2006 г. эти пруды находятся в нерабочем состоянии и не могут использоваться для подращивания молоди.

В связи с временными трудностями (отсутствие рыбопитомных водоемов) в Республике Хакасия Федеральным агентством по рыболовству на 2007-2009 гг. был утвержден план зарыбления водохранилища личинкой пеляди в количестве 10 млн. шт. ежегодно. Однако, как показала практика рыбоводных работ, зарыбление личинками водоемов, где много сорной и хищной рыбы, не дает положительного рыбоводного результата. Следует отметить, что на первом этапе проведения рыбоводных работ (1967-1978 гг.) водохранилище зарыблялось личинками сиговых, в результате был достигнут только биологический эффект. Основным потенциальным хищником для личинок является разновозрастной окунь, который доминирует в ихтиоценозе водохранилища. В настоящее время работы с сиговыми рыбами практически свернуты.

Норильский рыбоводно-инкубационный цех. Рыбоводно-инкубационный цех ПО «Норильскбыт» (РИЦ) запроектирован в 1981 г. институтом «Востсибрыбни-ипроект» в счет компенсации ущерба, наносимого рыбным запасам загрязнением

окружающей среды концерном «Норильскникель». В настоящее время РИЦ специализируется на получении молоди сиговых и лососевидных видов рыб и подращивании их до жизнестойких стадий.

Учитывая малочисленность нерестовых стад гольца и техническое состояние рыбоводного объекта, приказом Госкомрыболовства России от 15.04.2004 г. № 149 для РИЦа установлено задание по выпуску ценных видов рыб в рыбохозяйственные водоемы в объеме 0,8 млн. шт.

Эффективность работы Норильского РИЗ 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.

Рыбоводный завод ООО «Малтат». В 2013 г. группа компаний ООО «Малтат» запустила 1-ю очередь рыборазводного завода, расположенного в Балахтинском районе Красноярского края вблизи Красноярского водохранилища. Завод оборудован инкубационным цехом с 80 аппаратами Вейса, 4-мя аппаратами Шустера и 1 аппаратом «Осетр». Мальковый цех содержит лотки Ейского типа и бассейны ИЦА-2, его общая площадь 390 м².

Кроме того, имеется бассейновый участок для содержания ремонтно-маточного стада рыб, состоящий из 14 бассейнов общей площадью 428 м². Для подращивания молоди рыб на Красноярском водохранилище имеется понтонная линия из 12 садков с площадью 240 м².

Проектные объемы получения молоди рыб представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Планируемые объемы выпуска молоди рыб ООО «Малтат»

Виды рыб	Возрастная стадия	Средняя навеска, г	Объемы выпуска, тыс. шт.
Таймень	молодь	0,2	500
Хариус	молодь	0,2	1000
Сиг	молодь	2,0	300
Щука	личинка	0,1	2000
Осетр сибирский	молодь	1,0	4000
Нельма	молодь	5,0	200
Стерлядь	молодь	1,0	2000

5.2. Пищевая обеспеченность молоди осетровых рыб в бассейне Енисея

После перекрытия Енисея плотиной Красноярской ГЭС в биоценозах реки на участке от г. Красноярска до устья р. П. Тунгуски прослеживается тенденция увеличения продуктивности донной фауны за счет преимущественного развития отдельных групп зообентоса: олигохет, амфипод, личинок хирономид (обеспечивающих до 90% общей биомассы) (Заделёнов, 2000б; Заделёнов, 2007в; Андрианова, 2013).

Донная фауна реки Енисей на участке от устья Ангарты до п. Ярцево. На этом участке обнаружено 60 видов и форм организмов донной фауны, относящихся к 13 систематическим группам (Характеристики донной..., 1991).

Наиболее разнообразны в видовом отношении личинки хирономид (21 вид), поденок (9), моллюски (9), олигохеты (7). По частоте встречаемости в пробах доминируют амфиподы, субдоминантные группы - моллюски, олигохеты, хирономиды, поденки. По биомассе преобладают моллюски (род *Pisidium*) и амфиподы - 14,7 и 9,5 г/м² соответственно. По численности доминируют личинки хирономид (до 2,6 тыс. экз./м²) и амфиподы (до 3,5 тыс. экз./м²).

Основные площади дна участка занимают галечно-песчаные грунты. Наиболее высокопродуктивны биотопы левобережья: средняя за вегетационный сезон биомасса бентоса составляет 7,3 г/м² при плотности организмов 1,5 тыс. экз./м². В правобережной части русла реки показатели биомассы и численности ниже – 3,2 г/м² и 1,0 тыс. экз./м², что связано с гидрологическими условиями реки. По данным Грезе (Грезе, 1957), динамическая ось потока, как правило, находится ближе к правому берегу, к которому приурочена область распространения литореофильного биоценоза. В левобережной части русла чаще развивается более продуктивный псаммо-пелофильный биоценоз.

Осредненные за вегетационный период показатели для участка (с учетом площадей основных биотопов) составляют: численность организмов зообентоса – 1,5 тыс. экз./м², биомасса – 4,4 г/м².

Донная фауна реки Енисей на участке п. Ворогово - Вороговское многоостровье. Этот участок имеет большое значение для развития и нагула молоди осетровых, поскольку там расположены нерестилища этих видов рыб. Участок отличается большим количеством островов, протоков, заводей, значительной площадью мелководий. Замедленные скорости течений способствуют отложению взвешенных наносов, в том числе - органических веществ (Грезе, 1957; Характеристики донной..., 1991). Здесь распространены песчаные, галечные, галечно-песчаные грунты и заиленные пески.

Для биоценоза прибрежной гальки, занимающего склоны русла до глубины 3 м, характерно преобладание организмов литореофильного комплекса - личинок поденок, веснянок, ручейников. Биоценоз песчаных грунтов приурочен к медиали реки с плотно слежавшимся крупнозернистым песком. Население биоценоза представлено псаммореофильными, частью - пелореофильными организмами, соотношение которых в течение вегетационного периода изменяется. Типичные для данного биоценоза группы - моллюски и личинки хирономид. Биоценоз илистого песка, как по разнообразию, так и по количеству обитателей значительно богаче предыдущих. Наиболее многочисленны здесь личинки хирономид. Биоценоз сильно заиленного песка преобладает на тиховодных участках реки, по составу организмов мало отличается от биоценоза илистого песка, ведущую роль здесь играют моллюски, субдоминанты - личинки хирономид и амфиподы.

В донных биоценозах многоостровья преобладали личинки хирономид (до 84,2% от общей численности) и амфиподы (до 56,0%). Колебания биомассы бентоса в летний период на различных участках составляли 1,2-35,2 г/м². Осредненные показатели биомассы: июнь – 9,1, июль – 26,3, август – 8,6, сентябрь – 10,9 г/м² (Характеристики донной..., 1991).

В сезонной динамике биомассы достаточно хорошо выделяются три периода:

- середина июля - начало августа (биомасса от 10,6 до 18,9 г/м²), что совпадает по времени с переходом молоди осетровых на внешнее питание;
- начало - вторая декада августа (3,0-4,9 г/м²);

- третья декада августа - начало сентября (7,4 – 16,6 г/м²).

Первый период характеризуется резким подъемом численности и биомассы организмов зообентоса: с середины до конца июля они увеличиваются до 18,9 г/м² и 8,0 тыс. экз./м², в основном, за счет хирономид, развивающихся в массовом количестве на песчано-илистых грунтах. В первых числах августа происходит массовый вылет насекомых, биомасса доминирующих хирономид снижается до 2,4 г/м² (50 % от общей), численность - до 1,0 тыс. экз./м² (64% от общей).

Второй пик развития приходится на конец второй декады августа, доминируют также хирономиды - до 90% по биомассе и до 92% по числу среди организмов псаммо-пелофильного биоценоза.

В конце августа снова происходит значительное снижение биомассы - до 2 г/м², численность уменьшается до 1 тыс. экз./м², доля хирономид падает до 22%, соответственно возрастает значение моллюсков - до 35%. В конце августа - первой декаде сентября происходит постепенное увеличение биомассы и численности бентосных организмов (до 16,6 г/м² и 6,0 тыс. экз./м²).

С учетом соотношения площадей биотопов участка (Грезе, 1957) и показателей биомассы основных групп организмов, средняя биомасса бентоса за вегетационный период составляет 8,4 г/м².

Донная фауна реки Енисей на участке ниже устья Подкаменной Тунгуски. Уклон русла Енисея здесь составляет 4 см/км, ширина реки более 2 км, средняя скорость течения в пределах 4-5 км/час. На обследованном участке обнаружены представители 11 систематических групп донных беспозвоночных, в том числе: амфиподы, олигохеты, моллюски, веснянки, поденки, ручейники, клопы, пиявки, мошки, мокрецы, хирономиды.

Часто встречаются амфиподы, олигохеты, моллюски, личинки поденок и хирономид. Личинки веснянок и ручейников отмечены только в биотопах дна правого берега. Хирономиды - наиболее разнообразная в видовом отношении группа (11 видов), но доминируют по численности лишь два-три вида (*Chironomus dorsalis*, *Ch.thummi*, *Stictochironomus histrio*).

Основные площади дна занимают галечно-каменистые грунты у правого берега и песчано-илистые - у левого. Биocenоз галечно-каменистых грунтов формируется из литореофильного комплекса организмов - личинок ручейников, поденок, веснянок, составляющих 50,3% общей численности организмов. Субдоминантная группа (36,6%) - амфиподы, которые в связи с падением скоростей течения начинают вытеснять реофильные формы в нижнем течении р. Енисея.

В протоках правого берега в летний период доминировали мелкие личинки веснянок и поденок, их максимальные численность (1,1 тыс. экз./м²) и биомасса (2,2 г/м²) отмечены в начале августа. В этот же период личинки ручейников при относительно небольшой плотности имели значительную биомассу (до 6,9 г/м²) за счет крупных представителей родов *Arctopsyche* и *Hydropsyche*. Численность амфипод увеличивалась от июля к августу от 240 до 580 экз./м², биомасса - от 4,7 до 25,5 г/м². Средние за вегетационный период численность и биомасса зообентоса для участка составили 2,3 тыс. экз./м² и 25,0 г/м².

В центральной части русла реки наибольшая плотность организмов бентоса (2,3 тыс. экз./м²) наблюдалась в третьей декаде июля за счет преобладания мелких поденок рода *Ephemerella*, наибольшая биомасса (30,6 г/м²) отмечалась в начале августа, из которой 88,7% составляли амфиподы. Средние за вегетационный сезон численность и биомасса зообентоса составляли 1,7 тыс. экз./м² и 23,4 г/м².

Донная фауна в прибрежье правого берега (основное русло реки) представлена, в основном, амфиподами, численность которых составляла 1,6 тыс. экз./м², биомасса – 11,1 г/м², в среднем за сезон. Субдоминантной группой являлись поденки, соответственно, 217 экз./м² и 1,8 г/м². Кроме этих организмов, обнаружены личинки хирономид, а также, в незначительных количествах, олигохеты и моллюски. Средние численность и биомасса бентоса у правого берега за период наблюдений составили 2,4 тыс. экз./м² и 14,1 г/м².

У левого берега на этом участке грунты представлены, в основном, илистыми песками. Населяют их организмы псаммо-пелофильного комплекса: в основном, личинки хирономид и олигохеты. Хирономиды составляют 78,5% численности, массового развития достигают крупные личинки рода *Chironomus*, являющиеся ценным

кормом для рыб - бентофагов. Численность хирономид к середине августа у левого берега достигала 18,1 тыс. экз./м², биомасса – 75,6 г/м². Наибольшее развитие олигохет отмечалось в начале августа - 12 тыс. экз./м² и 12,3 г/м². Моллюски в псаммопелофильном комплексе левобережья играли незначительную роль, их доля составила 7,5% от общей биомассы.

В целом в рассматриваемом районе наиболее продуктивны биоценозы левобережья, средняя биомасса бентоса составляет 43,1 г/м² при средней плотности организмов 11,7 тыс. экз./м². В правобережной части русла реки биомасса ниже – 20,8 г/м² при плотности 2,1 тыс. экз./м². Средняя за вегетационный период биомасса зообентоса для этого участка составила 28,2 г/м².

Количественные изменения зообентоса р. Енисея. По сравнению с 50-ми годами в донных биоценозах р. Енисея к 80-м годам прошлого столетия на участке от г. Красноярск до устья р. Ангара биомасса олигохет возросла более чем в 15 раз, гаммарид - в 5 раз, личинок хирономид - в 6 раз (Комлев, 1981). Общая величина биомассы в последние годы увеличилась по сравнению с 50-ми годами более чем в 2 раза (Заделёнов, 2000б). В 90-е годы величина биомассы бентоса на этом участке также несколько возросла за счет преимущественного развития отдельных групп зообентоса: олигохет, амфипод, личинок хирономид. Аналогичные изменения прослеживаются и для участка от устья р. Ангара до р.П. Тунгуски, где биомасса зообентоса в последние годы значительно выше, чем в предшествующий период (Заделёнов, 2000б, 2002а).

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

Очевидно, это связано с регулированием стока Енисея, и в какой-то мере, с загрязнением сточными водами. Привнесенная сточными водами органика является субстратом для развития ряда бентических организмов, таких как олигохеты (показатели сапробности воды), некоторые хирономиды, гаммариды. Именно эти

группы в настоящее время доминируют в составе биоценозов Енисея на участке от Красноярска до устья р. П. Тунгуски (и несколько ниже).

Необходимо отметить, что тенденция увеличения продуктивности Енисея продолжается (Андрианова, 2013).

Таким образом, после зарегулирования р. Енисея на фоне загрязнения сточными водами за последние 40-50 лет в биоценозах реки на участке от г. Красноярска до устья р.П. Тунгуски проявляется тенденция увеличения продуктивности донной фауны за счет преимущественного развития отдельных групп зообентоса: олигохет, амфипод, личинок хирономид.

С учетом проявившейся тенденции увеличения показателей биомассы донной фауны, а также значительного сокращения численности енисейских осетровых, очевидно, что их обеспеченность кормовыми ресурсами в настоящее время не ухудшилась (Андрианова, 2013). Вследствие чего пищевая обеспеченность осетровых на участке расположения основных нерестилищ (между устьями рр. Ангары и П. Тунгуски) не снизилась.

Рассчитанные и наблюдаемые (при подраживании в искусственных условиях) величины кормового коэффициента молоди осетровых составили от 2,1 до 3,8 (Заделёнов, Морозов, 1989; Заделенов, 2000б, 2007в) для обеспечения прироста массы одного сеголетка до 6 г потребуется примерно 19 г естественных кормов, или 19 т на 1 млн. шт.

Сопоставление пищевых потребностей сеголетков с рассчитанным значением общей сезонной биомассы зообентоса на участке р. Енисея от устья р. Ангары до устья р. П. Тунгуски (около 6 тыс. т) позволяет считать, что в настоящий период обеспеченность кормовыми ресурсами на этом участке не является лимитирующим фактором при определении возможных объемов зарыбления бассейна реки подращенной молодью осетровых. По нашему мнению, пищевая обеспеченность молоди осетровых на исследуемом участке р. Енисея также не снизилась, поскольку приведенные ранее количественные показатели зообентоса значительно выше соответствующих величин для периода 50-х годов прошлого столетия (Грезе, 1957). Следует отметить, что основная часть ресурсов донной фауны этого

участка может использоваться осетровыми в первую очередь, молодью, т.к. так называемая «жилая» форма осетра сейчас крайне малочисленна, а стерлядь на этом участке практически потеряла свое промысловое значение из-за перелова (Заделёнов, 2004), а другие бентофаги в русле реки весьма немногочисленны.

По характеру питания енисейские осетр и стерлядь - типичные бентофаги. Основу их рациона составляют личинки хирономид, ручейников, веснянок, поденок, мошек, амфиподы, олигохеты. Возрастных и половых различий в питании осетровых не наблюдается. В связи с этологическими особенностями енисейских осетровых (использующих для нагула преимущественно русловую часть реки) их конкурентные пищевые взаимоотношения с другими бентофагами выражены слабо.

Участок русла Енисея между устьем Ангары и Сумароковским перекатом характеризуется постепенной сменой литореофильного комплекса организмов зообентоса на псаммо-пелофильный.

Таким образом, с учетом указанных изменений и значительного сокращения численности осетровых очевидно, что их обеспеченность кормовыми ресурсами не ухудшилась и не является в настоящее время лимитирующим фактором при определении возможных объемов зарыбления р. Енисея молодью осетра и стерляди.

Для сохранения и стабилизации численности популяций осетровых необходимо расширение работ по их искусственному воспроизводству, поэтому необходимо знать объёмы зарыбления молодью осетровых рыб бассейна р. Енисея.

В настоящее время существуют несколько подходов к этой проблеме. Рассмотрим некоторые из них.

Продукционный или расчёт по кормовой базе. Данный подход учитывает кормовую базу, конечную массу сеголетка и их пищевые потребности. При расчёте было показано, что количество молоди осетровых рыб, потребляющих зообентос, в настоящий период может увеличиться до 60 млн. шт.

Расчёт через промысел рыбы и коэффициенты промвозврата. При этом подходе показано, что во время развитого промысла на Енисее добывалось до 3,5

тыс. т рыбы, доля осетровых в уловах составляла 7%, т.е. их суммарный вылов достигал 245 т (среднее по годам). Оптимальный вылов осетровых по А.В. Подлесному (Подлесный, 1958): осетра – 200 т, стерляди – 70 т. Фактически представленные цифры вылова близки. Для расчёта посадки используем значения коэффициента промвозврата, разработанные для сеголетков сибирского осетра и стерляди, составляющие 0,11 и 2,75% соответственно (Методика исчисления размера вреда..., 2011). Принимая, что средняя масса производителей в уловах для осетра – 8,5 кг, стерляди 1,2 кг (сведения по уловам осетровых на промысле Сумароково), получаем, что вылов 200 т осетра обеспечат около 21 млн. шт. молоди, а вылов 70 т стерляди - около 2 млн. шт. молоди.

Необходимо отметить, что разработка восстановительного комплекса осетровых рыб бассейна Енисея в виду сложности сложившейся экологической ситуации, уже не может быть построена на экспертных оценках, а требует использования комплексных мер, включающих и методы математического моделирования. Поэтому нами для исследования динамики популяции стерляди р. Енисея использована математическая модель, представляющая дискретный вариант модифицированного уравнения Ферстнера – Мак – Кендрика (учитывающая и кормовую базу водного объекта).

Динамика изменения кормовой базы стерляди р. Енисей получена на основе работ: (Грезе, 1957; Дрюккер, 1979). В результате строительства каскада водохранилищ произошла стабилизация уровней воды в Енисее на отрезке «Дивногорск – Курейка», создавшая увеличение биомассы зообентоса в 205%. Однако, естественные колебания биомассы зообентоса могут составлять 150% (Алимов, 1991), в связи с этим гарантированно можно говорить только о 55% увеличении. В абсолютных величинах изменение общей продукции зообентоса составит 155 Кт против 100 в 50 – е годы.

На основе вышеуказанных феноменологической и информационной баз в процессе вычислительного эксперимента получены следующие результаты: потенциально необходимая для стерляди р. Енисей продукция зообентоса в период до зарегулирования плотинами ГЭС на ареале площадью 4740 км²

(включая придаточную систему) составляет 5200 т/год с последующим увеличением до 8160 т/год; среднесуточный рацион – 1,92%; среднегодовой – 690% массы тела; средние оценки для популяции годовых трофоэнергетических и демографических показателей: $K_2 - 0,051$, $Pb_{som} - 1,01$, $Pb_{gen} - 0,029$, $Deth - 0,28$.

В процессе вычислительного эксперимента в числе прочих исследованы следующие вопросы: определение допустимой квоты вылова; влияние браконьерства; определение необходимых объемов искусственного воспроизводства.

Для исследования динамики популяции осетра использована математическая модель, описание которой приведено для современного состояния популяции стерляди методами математического моделирования.

Информационное и феноменологическое обеспечение модели образованы использованием следующих работ (Романова, 1948; Подлесный, 1955; Михалёв 1967). В качестве оценки биомассы осетра использованы величины из работ (Подлесный, 1955; Михалёв 1967) – 2000-2500 т на 30-е гг. прошлого столетия.

Несмотря на многочисленные общие черты между осетровыми рыбами Енисея, имеются существенные различия в моделировании динамики осетра в сравнении со стерлядью. Первое из них заключается значительной продолжительности жизни осетра. В связи с этим восстановление возрастного распределения смертности достаточно затруднительно и отличается от более короткоциклового рыб.

Второе различие заключается в том, что изменения в кормовой базе осетра в результате перекрытия Ангара-Енисейского бассейна менее выражены. Это обусловлено тем, что имеющиеся Ангара-Енисейские водохранилища расположены вне ареала полупроходного осетра и их воздействие выражено в изменении косвенных факторов. Поэтому их масштаб увеличения биомассы зообентоса только 170%. В абсолютных величинах изменение общей продукции зообентоса составит 120 Кт против 100 на 50-е гг.

К третьему отличию можно отнести тот факт, что осетр по сравнению со стерлядью, проводящий достаточно продолжительный период на местах нагула,

имеет своеобразное убежище от промыслового воздействия в многочисленных и труднодоступных протоках дельты (нагульные площади). Стерлядь - туводная рыба и не совершает длительных миграций. Её нерестилища, зимовальные ямы и места нагула совпадают. Иначе говоря, места промысла стерляди имеют тенденцию к сокращению в отличие от мигрирующего осетра. В первую очередь, это явление связано с выловом «товарной» рыбы, представляющей половозрелую часть популяции.

На основе выше указанных феноменологической и информационной баз в процессе вычислительного эксперимента получены следующие результаты: потенциально доступная осетру продукция зообентоса составляет 21000 т; среднесуточный рацион – 1,4%; среднегодовой – 502% массы тела; средние для популяции оценки годовых трофоэнергетических и демографических показателей следующие: $K_2 - 0,051$, $Pb_{som} - 0,14$, $Pb_{gen} - 0,013$, $Deth - 0,105$.

Анализируя все подходы к этой проблеме, приходим к выводу, что на рассматриваемом участке Енисея за счёт кормовой базы организмов зообентоса может существовать около 20 млн. шт. молоди осетровых. Основная часть осетра в силу специфики поведения мигрирует в дельту реки. Объёмы зарыбления молодью стерляди могут составить не менее 2 млн. шт. Тем не менее, исходя из принципа предосторожности (Бабаян, 2000) (многовозрастная структура осетра и стерляди, наличие «жилой» формы осетра, естественный нерест, изменение сезонной биомассы зообентоса из-за вылета и другое), на наш взгляд, целесообразно ежегодное зарыбление подращенной молодью осетра и стерляди в количестве, соответственно, 5-6 млн. экз. и 2 млн. экз.

5.3. Подращивание молоди осетровых рыб в условиях индустриального тепловодного хозяйства

Нами отработывалась схема работ с подращиванием молоди стерляди в условиях индустриального хозяйства на тёплых водах для последующего выпуска полученной молоди в естественные водоемы. В ходе работ получены следующие результаты (табл. 5.2, рис. 5.1).

Таблица 5.2. Рост молоди стерляди, НПК ФГБНУ «НИИЭРВ», 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, °C	15,8	16,1	15,9	18,0	18,5	18,0	19,0	15,8

При увеличении температуры воды в интервале от 18 до 24 °C суточные приросты молоди осетра и стерляди увеличивались (табл. 5.3).

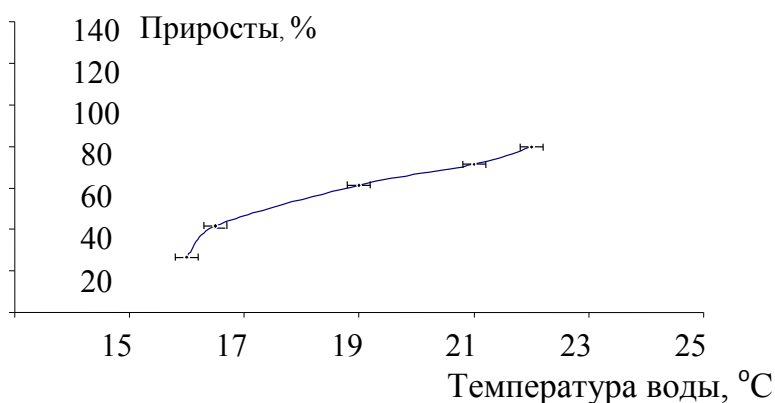


Рисунок 5.1. Суточные приросты молоди сибирского осетра при различных температурах, 2004 г.

Таблица 5.3. Изменение суточных приростов молоди осетра и стерляди от температуры воды, НПК ФГБНУ «НИИЭРВ», 2004 г., %

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

Увеличение суточных приростов описывается уравнением (1):

$$Y = 1,89e^{0,16x} \quad (1)$$

Полученные нами данные для молоди популяций осетровых рыб р. Енисея согласуются с ранее опубликованными материалами по росту молоди сибирского осетра в интервале 23-24 °C (Смольянов, 1987; Шевченко и др., 1998; Остапенко, 2002).

5.4. Формирование продукционных (маточных) стад осетровых рыб р. Енисей

В последние 10-15 лет р. Енисей – одна из великих рек мира - зарыбляется потомством всего от 60-65 самок осетра (около 1,5-2,0 млн. подрощенной молоди) и от 40-50 самок стерляди (около 300-400 тыс. малька). Для более полного освоения донной фауны и с учетом продолжающейся тенденции снижения численности осетровых уже в ближайшее время требуется реализовать комплекс мероприятий по созданию продукционных стад осетра и стерляди для обеспечения искусственного воспроизводства этих видов на дальнейшую перспективу, а также и соответствующего уровня финансового и технического обеспечения рыбоводных работ.

Учитывая факты создания маточных стад сибирского осетра ленской популяции на тёплых водах (Смольянов, 1987), а также то, что в дельте р. Енисей годовой цикл осетра проходит при 900 градусо-днях, в условиях полного обеспечения пищей (Подлесный, 1958; Грезе, 1957), автором было выдвинуто предположение, что увеличение суммы температур с 900 до 4500-5000 градусо-дней в течение года может позволить ускорить рост и созревание производителей не менее, чем в 4-5 раз. Первые сроки созревания самок, исходя из этого, должны наступить в возрасте 4,5-5,0 лет.

Теоретические и практические аспекты создания и формирования ремонтно-маточных стад сибирского осетра и стерляди ускоренным методом детально рассмотрены в ряде работ (Заделенов, Костромин, 1996; Заделёнов, Куклин, 1997, 1998; Заделёнов, 2002а). Одним из узловых моментов этой гипотезы было внесезонное получение икры от производителей осетровых рыб.

Для работ по предлагаемой биотехнологии необходимым техническим условием является наличие независимой водоподачи к каждому выращенному бассейну с целью регулирования температуры воды и иных параметров водной

среды независимо от сезона года. Но даже в этом случае периоды зимнего содержания рыбы приходится на холодное время года (октябрь-апрель).

Проверку гипотезы проводили на Новосибирской ТЭЦ-2 (предприятие другого региона и с иной подачей воды). В 2001 г. из рыб, выращиваемых для товарного использования, отобрали и отсадили 37 трёхгодовиков сибирского енисейской популяции со средней массой 3,0 кг и 9 осетров в возрасте 5 лет со средней массой 12 кг в 2 отдельных бассейна имеющих независимую регулируемую водоподачу. С августа по конец ноября в данных бассейне проводился интенсивный нагул рыбы при температуре воды 20-24 °С. Сумма температур при этом составила около 2700 градусо-дней. К декабрю месяцу средняя масса осетров первой группы увеличилась практически в 2 раза и составила 5,9 кг, 5-летних – 14,0 кг. В этих же бассейнах с начала декабря приступили к снижению температуры воды и проведению зимовки. В течение 2-х недель температуру воды снизили до 5 °С. Зимовка проводилась в течение 60 суток с температурой от 5 до 2 °С.

В середине февраля приступили к выводу рыбы из зимовки. Проведенная бонитировка (обследование) показали, что из 9 осетров старшей генерации 1 – зрелый самец на и 8 самок со степенью зрелости 3-4, т.е. зрелые. В младшей генерации созрели 4 самца. В течение марта зрелую рыбу отсадили в отдельные бассейны и содержали при температуре воды 8-13 °С (нерестовых для сибирского осетра). В начале апреля после гонадотропной активации гипофизом и сурфагоном от 6 самок получили икру высокого рыбоводного качества. На рыбоводном участке Красноярской ТЭЦ-2 выращивали рыбу с учетом сезонного изменения температуры воды и приняли следующие условия содержания ремонтного стада осетровых: «пролонгированный нагул» в течение одного года содержания с суммой тепла не менее 4000 градусо-дней, «зимнее» содержание рыбы при температуре воду ниже 7 °С с суммой тепла не более 200 градусо-дней, переходные периоды между «нагулом» и «зимовкой» при температурах от 2-4 °С до 18-20 с суммой тепла около 200 градусо-дней каждый (рис. 5.2, 5.3).

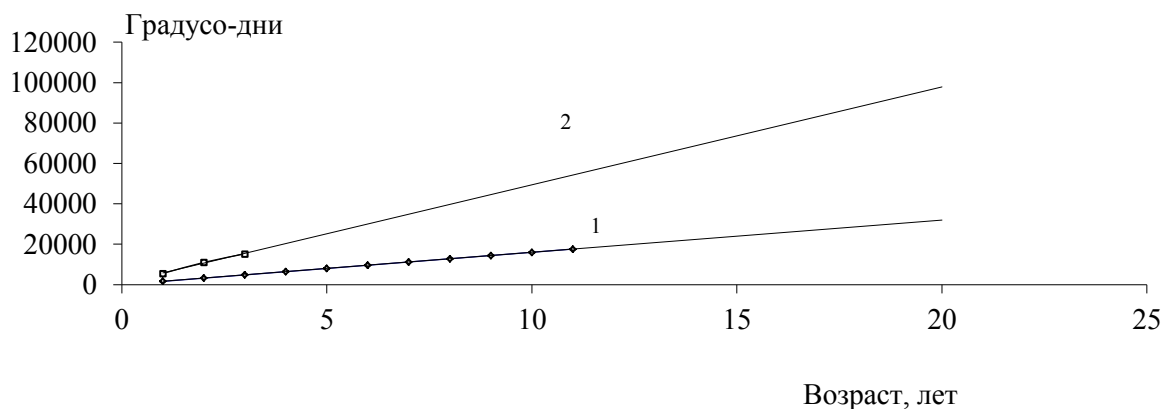


Рис. 5.2. Сумма тепла созревания енисейской стерляди

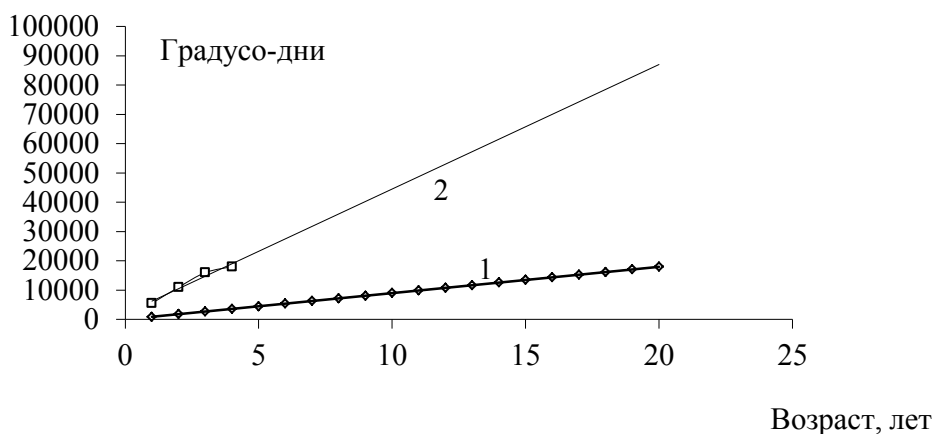


Рисунок 5.3. Сумма тепла созревания енисейского осетра

Примечание к рисункам: 1 – сумма тепла при созревании осетровых в естественных условиях; 2- сумма тепла при созревании осетровых в искусственных условиях

Осетр и стерлядь выращивались в идентичных условиях с точки гидрологических и гидрохимических показателей (водообмен 3-х кратный в течение 1 часа, концентрация кислорода – 9-11 мг/л, химизм воды – естественный).

На рыбоводном участке при Красноярской ТЭЦ-2 принято водоснабжение, основанное на использовании оборотной воды (поступающей с коллекторов ТЭЦ) с частичной (около 15%) подпиткой свежей. Температура «свежей» воды,

поступающей на рыбоводный участок из р. Енисея, представлена в табл. 5.4 (Основные характеристики..., 1995).

Технологическое оборудование рыбоводного хозяйства позволяет поддерживать параметры водной среды в любом заданном режиме (от 0,5 до 30,0 °С). Вследствие этого, в 2001-2002 гг. были приняты следующие условия содержания рыбы: температура воды – от 3,6 до 21,0 °С (сумма тепла составила – 2001 г. - 4400; 2002 г. - 4700 градусо-дней), 100%-е содержание растворённого кислорода, 3-х кратный водообмен в течение 1 часа.

Таблица 5.4. Температурный режим енисейской воды (средние многолетние данные)

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T _{воды} , °С	0,5	0,5	0,9	2,1	3,3	6,2	9,3	11,2	11,3	9,2	5,0	1,9

Для стимуляции гонадогенеза у ремонтно-маточного стада в период исследований проводились 2 зимовки. Продолжительность «зимнего» содержания рыб определялась следующим: естественной температурой воды в р. Енисее, разбавлением её технологической подогретой водой и суммой тепла в пределах 200 градусо-дней. Эти сроки в 2002 г. составили 70 суток (Заделёнов, 2002а).

По итогам обследования 2002 г. было выявлено, что вся стерлядь генерации 1999 г. стала половозрелой (3 стадия развития, отдельные экземпляры находились в 4 стадии), в генерации осетра 1999 г. созрели 10 экз. самцов, что примерно составляет 6% от общего количества рыбы этого вида. Т.е., при изменении температурного режима в пределах 18-24 °С увеличиваются суточные приросты молоди сибирских осетровых рыб енисейской популяции, что можно представить уравнением $Y=1,89^{0.16x}$. Указанное уравнение может иметь большое практическое применение в рыбоводных хозяйствах при выращивании посадочного материала осетра и стерляди.

Настоящими работами показано, что искусственным регулированием параметров водной среды (температуры, химический состав соответствовал природной воде) можно ускорить созревание самок стерляди до возраста 3 лет (в

естественных условиях р. Енисея массовое созревание данного вида происходит в возрасте 9-13 лет (Заделенов, 2001а, 2002а)), самцы осетра енисейской популяции начинают созревать – в возрасте 3 лет (в р. Енисее становятся половозрелыми в возрасте 17-23 года (Заделенов, 2002а)).

Таким образом, предположение об ускоренном созревании рыбы путем параметрического изменения водной среды подтвердилось. При этом созревание производителей описывается уравнением $y=4250x+200$ для осетра и $y=4850x+867$ для стерляди.

Особенности искусственного воспроизводства стерляди. Стерлядь на естественных нерестилищах мечет икру несколько раньше осетра при температуре воды около 8 °С, поэтому рыбоводные работы по отбору её рыбоводной икры на Енисее необходимо начинать на 1,5-2,0 недели раньше, чем с осетром;

Стерлядь при гипофизарных инъекциях хорошо отвечает на стимуляцию гипофизом или его вытяжкой. Применение сурфагона имеет особенность – на дозы, рекомендуемые осетру (1,0-1,5 мкг/кг) стерлядь не реагирует. Увеличение в 1,5-2,0 раза также не приводит к положительному результату. Только применение доз сурфагона от 3,5-4,0 мкг/кг приводит к овуляции икры; процессы инкубации стерляди происходит несколько быстрее, чем у осетра на 10-20 градусо-дней; аналогично протекает и выдерживание личинки до перехода на активное питание; рост молоди осетра, и стерляди на 1-м году подращивания сопоставим, фактически стерлядь по этому показателю не уступает осетру; в отличие от осетра при плотных посадках стерлядь питается в бассейнах во всей толще воды, а не только со дна; созревание первых самок в искусственно созданных условиях происходит на 3-4 году.

Продолжительность эмбрионального развития осетра связана с температурой воды и в пределах средних значений 10,9-16,5 °С составляет от 115 до 160 градусо-дней. Данные, полученные автором по этому показателю, согласуются с данными для сибирского осетра обской и ленской популяций (Смольянов, 1987; Вдовченко, Рождественский, 1999) и, вероятно, являются

видоспецифичными (принимая во внимание доказательства Г.И. Рубана (1998а, 1998б, 1999), что реки Сибири населяет один вид осетра).

Данные, полученные автором по продолжительности эмбрионального периода стерляди, свидетельствуют, что она составляет в пределах средних значений 10,9-15,5 °С - 85-150 градусо-дней и согласуются с материалами для сибирской стерляди обской популяции (Вдовченко и др., 1999).

Длительность периода эндогенного питания осетра зависит от температуры и составляет 185-210 градусо-дней в интервале температур от 11,6 до 22,9 °С. При этом при средней температуре воды 13,4 °С выдерживание личинки проходит за 210 градусо-дней, при 14,0 – за 201, при 15,9 – за 190, при 18,5 °С – за 185 градусо-дней.

Аналогичный показатель у енисейской стерляди составляет 185-190 градусо-дней в интервале температур от 12,0 до 22,9 °С.

Учитывая сказанное выше, а также, материалы, приведённые в гл. 4, температурный режим нереста и развития икры енисейских осетровых составляет от 8,0 до 22,9 °С и находится в довольно широком диапазоне, составляющем около 15 °С. Вероятно, в популяции енисейских осетровых имеются субпопуляции по отношению к нерестовым температурам и температурам развития икры и молоди на первых этапах развития. Данное предположение подкрепляется результатами отлова производителей осетра на одних нерестилищах, но при разных гидрологических условиях. В то же время указанный температурный диапазон не выходит за рамки нерестовых температур сибирского осетра в пределах его ареала (Рубан, 1998а, 1999). Следовательно, нормальное развитие икры и молоди сибирских осетровых возможно при температуре воды от 8 до 25 °С (по Рубану, 1999), что расширяет возможности проведения рыбоводных работ с этими объектами.

Формирование маточных стад осетровых, в первую очередь, направлено на решение фундаментальной проблемы, связанной с сохранением реликтовых видов фауны рыб и их генетического разнообразия.

Исходя из критического состояния воспроизводства осетровых видов рыб в пределах ареала, вызванного антропогенным вмешательством, нами предусматривался поиск характеристик искусственно созданной среды обитания осетра и стерляди енисейской популяции, при которых происходит уменьшение сроков роста и созревания рыбы.

Теоретическими предпосылками проводимых работ были проведённые исследования ряда отечественных и зарубежных авторов, свидетельствующие о том, что при действии ряда экологических факторов (в первую очередь, температуры) происходят физиологические изменения, связанные с различным соотношением между ростом, накоплением жира и генеративным обменом у пойкилотермных животных (Никольский, 1980).

Кроме того, наши предположения об ускорении роста и созревания осетровых подкреплялись теорией биологического прогресса осетровых Н.Л. Гербильского (1962). Из опыта рыбоводного освоения сибирского осетра (ленская популяция) известно, что его выращивание на тёплых водах позволяет ускорить темп весового роста в несколько раз (Акимова и др., 1980; Lamarque, 1979).

На основе параметрического изменения условий выращивания разработаны методы управления половым созреванием осетровых рыб, по которым на базе рыбоводных хозяйств г. Красноярска, функционирующих на тёплых водах, созданы ремонтно-маточные стада сибирского осетра и стерляди енисейских популяций за счёт внедрения разработанной технологии.

5.5. Искусственное воспроизводство нельмы

Отлов нельмы проводили на Енисее в местах естественных нерестилищ вблизи д. Сумароково с последующим выдерживанием в садках в сентябре-октябре. Созревание гонад у рыбы (овуляция ооцитов у самок, текучесть у самцов), проходило при температуре воды ниже 6-4°C (Заделёнов, 1999б).

Транспортировка икры до г. Красноярска осуществлялась на рамках изотермического ящика. На одну рамку раскладывали 0,6 литров икры. Время транс-

портировки от пункта сбора икры до г. Красноярска занимает по работам 1992-1996, 1999, 2001, 2006 гг. от 2 до 4 суток, при температуре 2-6°C (Бурнев, 2003).

Икра нельмы от «диких» производителей инкубировалась в научно-производственном комплексе ФГБНУ «НИИЭРВ» дважды: в 1999 г. – 285,0 тыс. шт. (развитие икры – 97,1%), из них живой – 276,7 тыс. шт.; в 2001 г. – 289,4 тыс. шт. (развитие икры – 94,0%), из них живой – 272,1 тыс. шт.

Икру доставляли в НПК при температуре заборной воды в Енисее (а, следовательно, и в НПК) – около 7-8°C. В 1999 г. икру загрузили в инкубаторы через 1 месяц после оплодотворения. До этого икра хранилась на рамках в холодильнике при температуре 1-3°C. Икру ежедневно «купали» и 1 раз в три дня перекладывали. Объем закладки икры в инкубатор – 5,0-5,5 л. (примерно 150 тыс. шт.). Расход воды при инкубации – 2,5-3,5 л/мин, температура воды в начале инкубации – 2,5-3,0°C, с постепенным понижением до 0,1-2°C.

На завершающем этапе, с целью интенсификации выклева, температуру воды повышали до 4,2°C. Продолжительность инкубации составила 166 суток, при средней температуре 2,1°C, выход личинок – 68%.

В 2001 г. закладку икры в инкубаторы произвели при температуре воды 6,5°C. Продолжительность инкубации составила 138 суток при средней температуре 2,8°C. Высокая температура на этапе закладки головного и туловищных отделов привела к тому, что по окончании инкубации около 60% личинок оказались не жизнеспособными. Параметры водной среды при инкубации: концентрация кислорода на выходе из инкубаторов – не менее 90% от нормального насыщения, рН=6,8.

Выклюнувшиеся личинки рассаживались в бассейны ИЦА-2. Плотность посадки – 20-25 тыс. шт./м². Средняя масса однодневной личинки – 14,1 мг, длина – 12,1 мм. Температура воды в бассейнах при подращивании личинок и мальков – 4,2-11,0°C. Массовый переход на внешнее питание произошел на 14 сутки. В качестве стартового корма использовали декапсулированные цисты артемии. В

дальнейшем кормление личинок осуществлялось кормами стартовой группы (SGP-493) фирмы «Aller Aqua» (Бурнев, 2003).

Подращивание малька проводится в бассейнах ИЦА – 2, при температуре 10°C в начале подращивания с постепенным повышением до 18°C.

После достижения молодью навески 40-60 г, рыбу пересадили в емкости силосного типа, предварительно проведя отбор наиболее крупных и здоровых рыб. При достижении массы свыше 1 кг, нельму пересаживали в емкости объемом 17 м³, размеры гранул комбикорма увеличивали до 5-7 мм. Ежегодно проводили бонитировку рыбы, экземпляры с явной патологией, а также медленно растущие выбраковывали.

К 2007 г. средняя масса нельмы составила 2,99 кг, а численность - 224 экз. (табл. 5.5). У наиболее крупных экземпляров (масса свыше 4 кг) появились зрелые половые продукты.

Таблица 5.5. Рыбоводные показатели ремонтного стада нельмы, НПК ФГНУ «НИИЭРВ», генерация 2001 г.

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

Очевидно, что создание оптимальных условий подращивания для этого вида (температурный режим, подбор оптимальных для хищника искусственных кормов и т.д.) приведут к ещё более быстрому накоплению ихтиомассы нельмы. Регулированием температурного режима во время инкубации получение личинки осенне-нерестующих рыб возможно уже к концу февраля, при интенсивном её кормлении к июню молодь достигает массы 10 г. Принципиальная возможность такого получения малька показана нами при инкубации озерного гольца и сига из оз. Лама (Норило-Пясинская система, Таймыр). Икру этих видов, заготовленную осенью 2005 г. проинкубировали, личинка без видимых патологий выклюнулась в

середине февраля 2006 г. Рыба, после рассасывания желточного мешка перешла на кормление стартовыми искусственными кормами осетровой группы «Aller Aqua». К июню средняя навеска сига превысила 12 г, гольца - 9 г. Очевидно, что у хищника нельмы ростовой потенциал выше, чем у указанных рыб-бентофагов. Зарыбление водоемов таким крупным посадочным материалом имеет вариантный характер: хорошо облавливаемые водоемы (некрупные озера, пруды, имеющие малоценную аборигенную ихтиофауну) на однолетнее товарное выращивание («товарный сеголеток»); зарыбление р. Енисея для поддержания естественного воспроизводства; пастбищное подращивание рыбы в водохранилищах Ангара-Енисейского каскада.

За период существования Красноярского водохранилища в структуре его ихтиоценоза произошли значительные изменения, в основном, негативной направленности. Увеличение численности мелких частиковых видов рыб отрицательно сказалось на состоянии кормовой базы и, как следствие, на показателях их роста. При фактическом отсутствии в большей части водохранилища звена хищников рыбная продукция накапливается в виде мелкого окуня и леща, имеющих низкую товарную и пищевую ценность (до 98% от массы промысловых уловов (Заделёнов, 1999б; Скопцов и др., 1999; Вышегородцев, Заделёнов, 2013)). Одним из путей оздоровления ихтиоценоза Красноярского водохранилища и изменения негативной направленности развития экосистемы является искусственное вселение вида рыб, занимающего нишу хищников. Хищник, играя роль мелиоратора, способствует улучшению структурных и функциональных показателей популяции частиковых рыб.

Наиболее оптимальным видом хищника для водохранилища считается нельма, необходимость зарыбления которой обосновывалась ранее при разработке комплексных рыбоводно-акклиматизационных мероприятий на водоеме и была поддержана ЦУРЭНом (Центральным управлением по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по охране, воспроизводству рыбных запасов и акклиматизации) (Разработка современного..., 2007). Вселение в

качестве биомелиоратора этого вида приведёт к изъятию мелкого частика, ослабит межвидовые и внутривидовые конкурентные отношения рыб в водоёме.

В ряде работ отмечено, что нельма переходит на хищный тип питания на первом году жизни по достижении длины тела 50-70 мм при наличии в местах ее обитания молоди других видов рыб (Буланов, 1977). Основным потенциальным кормовым объектом вселяемых в водохранилище подращенных сеголетков нельмы станет молодь частиковых рыб. Обитание и нагул сеголетков этих видов сосредоточены в хорошо прогреваемой мелководной зоне литорали. Колебания численности молоди частиковых видов рыб в литоральной зоне на различных участках водохранилища составляют от 123 тыс. экз./га до 218 тыс. экз./га, колебания биомассы - от 26,6 кг/га до 54,6 кг/га (Скопцов и др., 1999).

Таким образом, биотехника искусственного воспроизводства нельмы популяции р. Енисей предполагает проведение следующих этапов:

- отлов производителей;
- выдерживание производителей до созревания гонад;
- получение икры рыбоводного качества;
- инкубация икры;
- выращивание жизнестойкой молоди;
- формирование ремонтного стада нельмы из наиболее крупных и здоровых 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.

Учитывая, что в искусственных условиях на ограниченных площадях выращивания рыбы содержится небольшое по количеству стадо необходимо ежегодное обновление стада новыми линиями, полученными от естественных производителей различного возраста. Быстрый рост и раннее созревание рыб от икры естественных производителей в предлагаемых искусственно созданных

условиях может свидетельствовать о формировании оптимальных условий для развития и жизнедеятельности объектов исследований. Т.е. фактор естественного отбора в данном случае поддерживается на уровне такового в естественных популяциях.

В то же время, необходимо помнить, что существует сложность получения рыбоводной икры нельмы в естественных условиях (на нерестилищах), обусловленная климатическими условиями – нерест нельмы происходит на Енисее во время ледостава, т.е. в тот период, когда очень сложно отловить её производителей и проводить работы по получению рыбоводной икры.

Очевидно, что на первоначальном этапе работ, следует проводить ежегодные работы по формированию ремонта нельмы. Этот этап, на наш взгляд должен равняться 5-7 годам – времени первого созревания производителей. В дальнейшем, обновление стада нельмы, содержащегося в искусственных условиях, целесообразно проводить через 2-3 года.

Под формированием маточного стада нельмы подразумеваем отбор не менее 1000 экз. подрощенной молоди нельмы массой 7-8 г, её годичное подращивание, проведение бонитировки, в результате которой оставляются на подращивание не менее 200-250 наиболее крупных экземпляров. В дальнейшем, при развитии половых продуктов, выбраковываются самцы (пол устанавливается УЗИ-сканером), с тем, чтобы в генерации каждого года соотношение самцы: самки составляло 1:2.

По материалам работ с нельмой енисейской популяции и литературным источникам составлена зависимость сроков инкубации икры от температуры воды (Вовк, 1948; Заделенов, 1999б; Заделенов, Белов, 2008;) (рис. 5.4).

Таким образом, антропогенное воздействие на популяции нельмы в Енисее достигло таких размеров (в форме браконьерства и последствий руслового регулирования), что поддержать численность, а также и сохранить от полного уничтожения можно только при помощи целенаправленных работ по поддержке естественного воспроизводства искусственным (Заделенов, Белов, 2008; Лопатин, Заделёнов 2006).

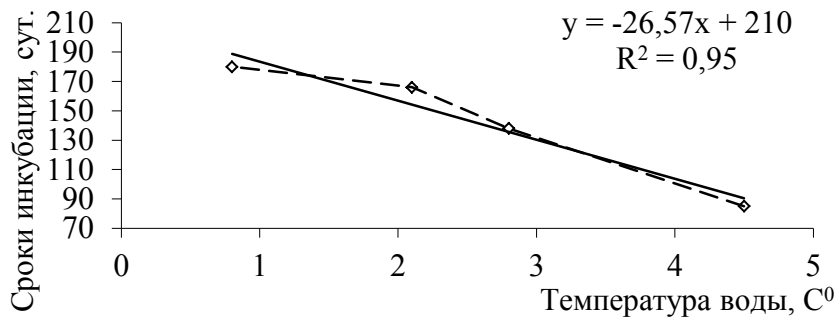


Рисунок 5.4. Зависимость сроков инкубации нельмы енисейской популяции от температуры воды.

Рыбоводные работы с нельмой енисейской популяции показали принципиальную возможность выращивания этого перспективного объекта аквакультуры в промышленных условиях с использованием искусственных кормов и формированием маточного стада этого вида.

5.6. Получение и подращивание молоди осетровых и лососевидных рыб во временных рыбоводных комплексах

Временный рыбоводный комплекс. Учитывая падение численности осетровых р. Енисея, очевидно, что первоочередной задачей сохранения и устойчивого использования осетра и стерляди становится расширение работ по искусственному воспроизводству этих видов. Проведение рыбоводных работ усугубляется малой мощностью специализированного предприятия, ориентированного на поддержку естественного воспроизводства енисейских осетровых.

С целью минимизации финансовых затрат, автором разработана технология подращивания жизнестойкой молоди осетровых в модульном рыбоводном комплексе вблизи нерестилищ осетровых.

При разработке метода учитывалось следующее:

1. Применение полужамкнутой водной системы, в которой используется природная вода, проходящая через инкубационно-вырастную систему один раз.

2. Применение бассейновой формы выращивания молоди как наиболее удобной вследствие создания условий для оперативного регулирования параметрами среды и максимального облегчения рыбе потребления кормов.

3. Максимальное удешевление производства подращиваемой молоди.

Из-за вышеперечисленного предполагаемая технология основывалась на управлении природной водой в бассейновом хозяйстве (Уитон, 1985).

В районе естественных нерестилищ (нижняя часть) на Енисее в 1997-1998 гг. проводилось подращивание молоди осетра и стерляди для поддержки естественного воспроизводства (Заделёнов, 1998а; Заделёнов, 1998в; Заделёнов, Куклин, 1998; Заделёнов, Ивашкин, 1999). Новизна разработанной биотехнологии при производстве посадочного материала осетровых – получение жизнестойкой молоди, адаптированной к естественным условиям по параметрам: химизм воды, естественный ход температур, фотопериодизм (основные нерестилища осетровых рыб Енисея находятся в высоких широтах), естественные корма, переменные скорости течения в малозатратном (с финансовой точки зрения) предприятии (Заделенов, 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 (рис. 5.4).

Подготовка и разработка площадок для установки рыбозаводного комплекса и необходимого оборудования. Выбор площадок в первую очередь определялся близостью расположения естественных нерестилищ изучаемых видов, чтобы в процессе инкубации икры, получения и подращивания молоди, условия были максимально приближены к естественным. Также учитывалось удобное расположение мест будущей инкубации, наличие электричества, подъездные дороги.

Так, при работах 1997-1998 гг. в районе устья р. Подкаменной Тунгуски общая площадь, занимаемая сооружениями рыбозаводного комплекса на составила 150 м². Площадь инкубационного помещения равнялась 10 м², длина – 2 м, ширина – 5 м. Площадь бака-расходника составляла 12,5 м². Указанный комплекс был

предназначен на выращивание 100 тыс. молоди сибирского осетра и стерляди, подрощенной до 0,5 г.

При работах 2010-2014 гг. общая площадь, занимаемая сооружениями рыбоводного комплекса на р. Агул (приток Енисея 2-го порядка длиной 350 км) составила 132,5 м², где площадь деревянной платформы под выростные бассейны – 84 м², длина площадки 12 м, ширина – 7 м. Площадь инкубационного помещения – 36 м², длина – 6 м, ширина – 6 м. Площадь бака-расходника равна 12,5 м² (Заделёнов и др., 2014).

На р. Мане (правый приток Енисея вблизи г. Красноярск) площадь, занимаемая временным рыбоводным комплексом, равна 157 м². Площадь платформы под выростные бассейны составляет 96 м², длина – 12 м, ширина – 8 м, площадь инкубационного помещения составляет 36 м². Площадь бака-расходника равна 25 м². Комплекс предназначен на выращивание 100 тыс. молоди тайменя и хариуса, подрощенной свыше 0,2 г.

В рыбоводном комплексе для подращивания молоди рыб система водоснабжения представлена следующим набором агрегатов и систем:

1. Источник электроэнергии, в качестве которого используется бензиновый или дизельный генератор мощностью не менее 2 кВт для обеспечения работы насоса, осветительных приборов и других электроприборов. Электропроводка представлена трехжильным медным влагостойким огнеупорным медным кабелем с заземлением. При возможности подключения от электросети генератор играет роль аварийного источника электроэнергии.

2. Насос погружной, предназначенный для закачивания проточной воды из близлежащего водотока, подходящей по химическим и физическим свойствам для подращивания молоди лососевидных, производительность – 20 м³/час.

3. Система фильтров для очистки воды от взвеси и песка. Фильтрация помогает предотвратить образование налета и скопления отложений на поверхностях системы труб и емкостей.

4. Бак-накопитель (расходник) объемом 15 м³, обеспечивающий непрерывное поступление воды сходной по физическим свойствам (температура, со-

держание растворенного кислорода) а также служащий для дегазации воды, пропущенной под давлением через насос

5. Установка для обеззараживания воды ультрафиолетовыми лучами UV лампа (Aquapro UV-48GPM), обеспечивающая стерильность воды поступающей в резервуары с рыбопосадочным материалом, для профилактики сапролегниоза и бактериальных заболеваний икры и молоди

6. Гелиево-неоновый лазер (ЛГН-111) установка обладающая когерентным электромагнитным излучением, оказывающим стимулирующее действие на рыб в раннем онтогенезе. Воздействием на эмбрионы и предличинок лазерного излучения достигаются такие положительные эффекты как профилактика сапролегниоза икры, симметризация формообразования, стимуляция роста и развития эмбрионов, повышение их жизнестойкости, стимулирование метаболических процессов.

7. Сеть полипропиленовых труб: основной трубопровод $D=63$ мм, $D=32$ мм; сливной трубопровод $D=200$ мм. Для перекрытия и настройки системы водоподдачи используются шаровые вентили.

8. Система флейт для дополнительной аэрации воды, поступающей в бассейны с выклюнувшейся личинкой. На трубке $D=50$ мм длиной не менее 600 мм не менее 30 отверстий.

9. Бассейны ИЦА-2 площадью 4 м^2 , объемом $2,4 \text{ м}^3$ для выдерживания свободных эмбрионов и подращивания молоди. Также бассейны можно использовать для выдерживания производителей тайменя, осетра, хариуса. Необходимо для подращивания 100 тыс. молоди до жизнестойких стадий не менее 10 бассейнов. Также для выдерживания производителей используются садки из сетной дели с ячейей 20 мм размером не менее $1,5 \times 1,5 \times 2,0 \text{ м}$

10. Освещение.

11. Инкубационные аппараты. Проведение осетроводных работ потребовало установку инкубационного оборудования. Ввиду финансовых, организационных и иных причин не представлялось возможным приобретение и монтаж инкубатора «Осетр». Для этих целей в 1997 г. разработана и апробирована компакт-

ная и простая в обслуживании установка для инкубации икры (Заделёнов, Ягин, патент РФ № 2159542).

Во временных рыбоводных комплексах на рр. Агул и Мана применяли модифицированные инкубационные аппараты типа Шустера, в которых проводилась инкубация икры и выдерживание свободных эмбрионов (К воспроизводству весенне-нерестующих..., 2010; Заделёнов и др., 2014).

Устройство временного полевого рыборазводного комплекса модульной конструкции предполагает следующую систему водоснабжения:

- вода из реки забирается посредством электронасоса и подается по напорному водопроводу в бассейн-расходник, который необходим для дегазации и создания аварийного запаса воды на случай временного отключения электроэнергии или засорения водозабора;

- из бассейна-расходника, расположенного на высоте двух метров относительно уровня площадки под выростные бассейны, вода по системе труб самотеком подается через флейты в выростные бассейны и через шланги в инкубационные аппараты. Далее по сливам прошедшая через систему вода из бассейнов и инкубационных аппаратов подается на песчано-гравийную подушку для очищения и фильтрации (рис. 5.5).

Подращивание молоди осетровых в временном рыбоводном комплексе модульной конструкции позволяет улучшить рыбоводные показатели за счет меньшего изъятия производителей и сокращения отходов, а также получать более жизнестойкую (адаптированную к естественным условиям) по сравнению с заводской молодь (Заделёнов, 2002а).

Для практического применения результатов работ по получению и подращиванию молоди осетровых рыб во временных рыбоводных пунктах разработана графическая схема продолжительности инкубации осетра и стерляди на Енисее в рамках средних температур (11-17 °С) (рис. 5.6, 5.7).

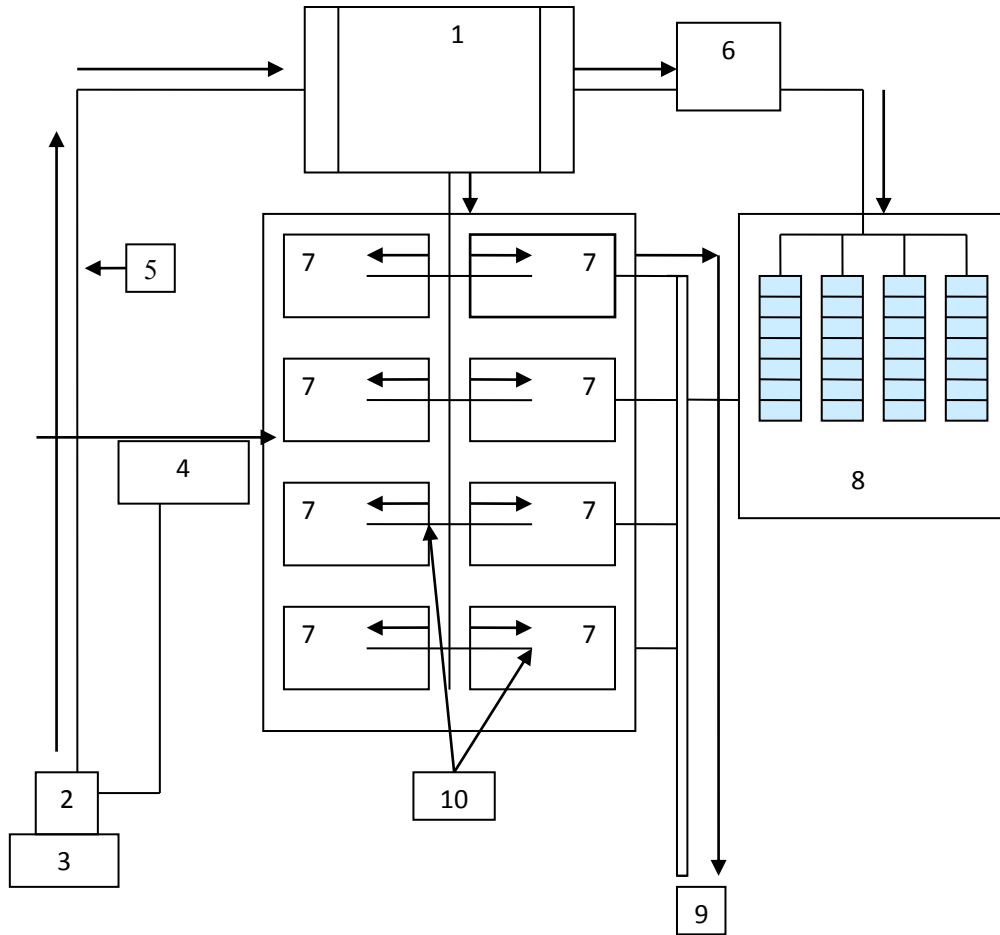


Рисунок 5.5. Схема устройства временного рыбоводного комплекса: 1. Бак-накопитель; 2. Электронасос; 3. Фильтр грубой очистки; 4. Источник питания; 5. Водопровод; 6. УФ стерилизатор; 7. Выращивные бассейны; 8. Инкубационные аппараты; 9. Водослив; 10. Флейты

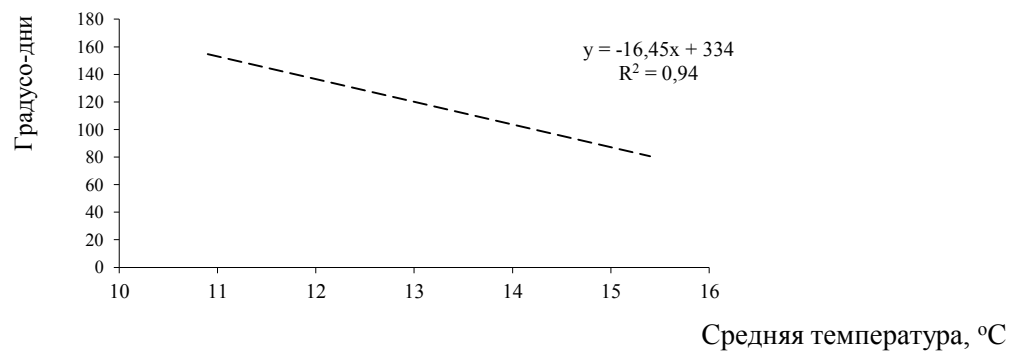


Рисунок 5.6. Продолжительность инкубации сибирской стерляди

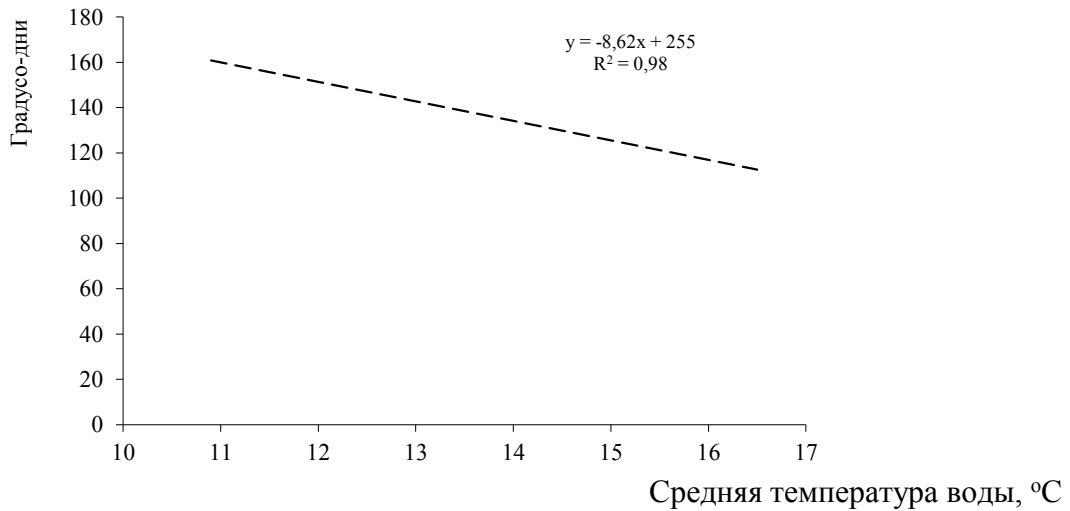


Рисунок 5.7. Продолжительность эмбрионального периода сибирского осетра

Подращивание молоди лососевидных во временном рыбоводном комплексе модульной конструкции вблизи нерестилищ. Работы по рыбоводному освоению лососевидных весеннее нерестующих рыб проведены весной 2001-2003 гг. в Северо-Енисейском районе, где сосредоточены основные разрабатываемые в настоящее время месторождения золота в Красноярском крае. В результате комплексного воздействия различных факторов антропогенного характера часть водотоков района потеряла рыбохозяйственное значение. Одним из мероприятий, направленных на восстановление рыбопродуктивности водотоков, их рекреационного значения для местного населения, является реакклиматизация лососевидных видов рыб (Заделёнов и др., 2005б).

Лов производителей хариуса проводился на среднем течении р. Чапы (бассейн р. П. Тунгуски) в третьей декаде мая, пойманная рыба отдельно по полу отсаживалась в делявые садки размером 2х1х1 м. Первые текущие самки появились в уловах при температуре воды 3,4 °C, после чего рыбоводную икру получали непосредственно из орудий лова (ставные ловушки).

Температура воды во время взятия первой партии икры (26.05.01 г.) составляла 3,4 °C, средняя за сутки – 3,8 °C. В последующие дни среднесуточные температуры воды во время сбора рыбоводной икры хариуса составили: 27.05 – 4,3 °C, 28.05 – 5,9 °C, 29.05 – 6,1 °C, 30.05 – 7,6 °C. Оплодотворенная икра закладывалась

в инкубационные ящики (модификация аппарата Чаликова – нижние трети передней и задней стенок и днище выполнены из мельничного газа № 11), установленные непосредственно в реке. Размеры ящиков: длина – 80 см, ширина – 40 см, высота – 45 см. За 26-28 мая было получено 67,0 тыс. шт. икры.

Во время инкубации икра обрабатывалась малахитовой зеленью в концентрации 1:200000 (экспозиция 30 минут).

Температура воды за время инкубации держалась на уровне 8-10 °С. Средняя температура воды за период инкубации и продолжительность инкубации икры в первом инкубаторе 8,7 °С и 209 градусо-дней, во втором – 9,3 °С и 205 градусо-дней. Отход за период инкубации и выдерживания составил: для первого инкубатора – 5,5 тыс.шт. (19,0%), для второго – 8,9 тыс.шт. (23,4%).

После выклева молодь хариуса была пересажена в 2 садка, установленные ниже искусственно сделанной плотины (для регулирования проточности в садках). Днище садков изготовлено из досок, присыпано тонким слоем мелкого галечника, стенки садков – из мельничного газа № 11. Размеры садков: высота – 70-80 см, длина и ширина – 70 см. Во время выклева и выдерживания отход составил соответственно 1,2 тыс.шт. (5,1%) и 2,8 тыс.шт. (9,6%). Переход на активное питание у молоди хариуса завершился на 4-6 сутки после выклева, время выдерживания в среднем составило 74 градусо-дня.

Выпуск молоди хариуса был произведен 21 июня 2001 г. Средняя длина личинок хариуса к моменту выпуска составила 15 мм, средняя масса – 0,02 г. Доставка молоди к местам зарыбления (рр. Тея и Калами) производилась в двух полиэтиленовых пакетах, заполненных водой и кислородом. Перевозка осуществлялась вертолетом Ми-8, время транспортировки до места выпуска в р. Тею составило 30 минут, в р. Калами – 45 минут.

Отхода молоди за время транспортировки и во время выпуска не наблюдалось, во время выпуска состояние личинки – удовлетворительное, двигательная активность – высокая (Заделёнов и др., 2005б).

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

В мае-июле 2010-2014 гг. рыбоводные работы по воспроизводству весенне-нерестующих лососевидных рыб в бассейне р. Енисея были продолжены. Из-за отсутствия в южной и центральной частях Красноярского края специализированных рыбозаводных предприятий применялась технология подращивания жизнестойкой молоди во временном рыбоводном комплексе вблизи нерестилищ (Заделенов, 1998а; Заделёнов и др., 2005б; К воспроизводству весеннее-нерестующих..., 2010).

В задачи проводимых работ входили: отлов производителей ленка, тайменя и хариуса в условиях горно-таежного водотока, выдерживание в садках до наступления V стадии зрелости половых продуктов («текучести»), получение и оплодотворение икры, ее инкубация, выдерживание личинок, их подращивание до жизнестойких стадий, регистрация параметров водной среды на всех этапах рыбоводного процесса. Выпуск молоди производился в водотоки, выбранные на основании предварительного исследования их биоценозов. Такими водными объектами являются либо находящиеся в состоянии устойчивого восстановления после проведения горных работ или испытывающие значительный антропогенный пресс (перелов в результате нерегулируемого потребительского лова).

Отлов производителей ленка, тайменя и хариуса. Производителей вышеуказанных видов рыб отлавливали в период их нерестовой миграции на местах естественных нерестилищ плавными и ставными сетями. Рыбу от места лова к месту выдерживания и получения рыбоводной икры транспортировали в специальных контейнерах, а также в толстостенных полиэтиленовых мешках в воде обогащенной кислородом.

Получение рыбоводной икры ленка, тайменя и хариуса. Отбор икры осуществлялся прижизненным методом, с применением анестезии. В качестве ане-

стетика использовалась суспензия гвоздичного масла в пропорции 0,05 мл/л воды, в которую погружали производителей на 2-3 минуты.

Температура воды во время получения икры колебалась в пределах 6-9 °С (табл. 5.6). Профилактическая обработка икры проводилась на стадии глазка метиленовым синим, в соотношении 1:200000, экспозиция 15 мин.

Таблица 5.6. Среднесуточные показатели температуры воды (°С) и концентрации кислорода (мг/л) в бассейнах при получении икры у производителей хариуса, р. Енисей, п. Кононово, 2010 г.

Дата	Самцы		Самки	
	температура	кислород	температура	кислород
04.06.2010	5,8	11,0	5,7	10,9
10.06.2010	7,5	10,6	7,7	10,5
15.06.2010	8,8	7,5	8,5	7,6

Из-за разного периода созревания икра получена в три партии. Всего икры на инкубацию в аппараты Шустера было заложено в количестве 282100 шт. Процент отхода при оплодотворении по разным партиям составил 15-30% (К воспроизводству весеннее-нерестующих..., 2010).

Температура воды во время инкубации колебалась в пределах 6-9 °С (табл. 5.7). Профилактическая обработка икры проводилась на стадии глазка метиленовым синим, в соотношении 1:200000, экспозиция 15 мин.

Таблица 5.7 Среднесуточные показатели температуры воды (°С) и концентрации кислорода (мг/л) в инкубационных аппаратах, п. Кононово, 2010 г.

Значения	1 партия		2 партия		3 партия	
	°С	мг/л	°С	мг/л	°С	мг/л
минимальные	5,5	5,0	6,2	5,0	6,5	6,9
максимальные	11,3	14,2	11,3	14,1	12,6	12,6
средние	7,6	11,2	8,2	11,3	8,8	10,9

Личинки средней навеской 0,01 г пересаживали в бассейны ИЦА-2, плотность посадки 15 тыс. экз./м². Расход воды в бассейнах на начальном этапе со-

ставлял 2 л/мин, в дальнейшем увеличивался до 6 л/мин. Колебания температуры воды за период подращивания составляли 9–13 °С, концентрация растворенного кислорода 7,9–13,1 мг/л (табл. 5.8).

Рассасывание желточного мешка у основной массы личинки (более 50%) зафиксировано на 5 сутки.

Таблица 5.8. Среднесуточные показатели температуры воды (°С) и концентрации кислорода (мг/л) при подращивании молоди хариуса в бассейнах, п. Коново, 2010 г.

Значения	1 партия		2 партия		3 партия	
	°С	мг/л	°С	мг/л	°С	мг/л
минимальные	10,0	7,9	9,8	8,4	10,2	8,0
максимальные	13,2	12,6	12,9	13,1	13,8	12,7
средние	11,4	10,6	11,3	10,9	11,6	10,8

На всех этапах подращивания личинки хариуса использовались стартовые корма датского производства Aller futura. Кормление личинки осуществлялось не менее 12 раз в светлое время суток.

Производители ленка выдерживались в бассейнах ИЦА-2 при температуре воды и концентрации растворенного кислорода аналогичным таковым у хариуса второй партии (табл. 5.6). Икра и молодь - при температуре воды и концентрации растворенного кислорода аналогичным таковым у хариуса второй партии (табл. 5.7-5.8).

В течение всего периода работы временного рыбоводного комплекса осуществлялся ежедневный контроль за температурным и кислородным режимами воды в инкубационных аппаратах и бассейнах ИЦА-2; с помощью бинокля МБС-10 наблюдались все стадии роста и развития икры и личинок хариуса и ленка.

На р. Агул проводились рыбоводные работы по получению и подращиванию молоди ленка *Brachymistax lenok*, тайменя *Hucho taimen* и сибирского хариуса *Thymallus arcticus*. Нашими работами установлены условия протекания естественного нереста у этих рыб. Первым мечет икру сибирский хариус на спаде ве-

сеннего половодья и при потеплении воды до 6,5-7 °С. Его нерестилища (места отлова производителей) находятся на плесовых участках водотоков с галечным грунтом и глубинами от 0,7 до 1,5 м. Вслед за хариусом икру мечет таймень – диапазон нерестовых температур: 6,8-8,5 °С, нерестилища располагаются на плесовых участках крупных водотоков с галечным грунтом и с глубинами 1,2-1,7 м. Леннок, по нашим наблюдениям, нереститься при температуре воды около 9 °С, нерестилища располагаются в протоках р. Агул и его притоках на галечном грунте с глубинами 0,6-1,0 м.

Рыб-производителей отлавливали ставными и плавными жаберными сетями. Транспортировка рыб к месту получения рыбоводного материала производилась в толстостенных полиэтиленовых мешках с часто сменяемой водой обогащаемой кислородом через аэратор. Масса отловленных производителей тайменя составляла: самцов - от 5 до 17 кг, самок - от 7 до 29 кг.

В период выдерживания до полного созревания половых продуктов рыб-производители содержали в бассейнах ИЦА-2. В качестве анестезии применялась суспензия гвоздичного масла. Сроки воздействия анестетика на организм тайменя составили в среднем 5 мин., эти сроки не зависят от размеров или возраста производителя. После получения икры рыба погружалась в речную воду и через 25 мин. приходила в себя и отпускалась. Самцы использовались многократно с использованием анестезии.

Таблица 5.9. Среднесуточные показатели температуры воды в р. Агул при получении половых продуктов у производителей тайменя, 2010-2013 гг.

Год	Дата	Температура, °С
2010	02.06 – 03.06	7,1 – 7,2
2011	21.05 – 23.05	8,4 – 8,6
2012	24.05 – 30.05	7,0 – 8,5
2013	27.05 – 29.05	6,8 – 8,4

Температурные условия инкубации икры и подращивания личинок тайменя представлены в таблице 5.10.

Таблица 5.10. Температура воды (диапазон колебаний, средняя) при инкубации икры и подращивании личинок тайменя в р. Агул в условиях временного рыбоводного пункта

Год	Температура воды, °С	
	при инкубации	при подращивании
2010	8,4 – 14,9 (11,8)	13,8 – 17,8 (15,9)
2011	10,3 – 15,4 (12,8)	15,0 – 20,1 (17,4)
2012	6,9 – 16,9 (11,2)	13,9 – 18,6 (16,9)
2013	6,8 – 14,3 (9,7)	10,6 – 17,1 (13,9)

После выклева личинок тайменя выдерживали в аппаратах Шустера в течение 5-7 суток. Дальнейшее подращивание проводилось в бассейнах ИЦА-2.

Для кормления молоди использовались замороженные науплии артемии салины, а также стартовые корма датского производства Aller futura и Биомар. Необходимо отметить, что молодь тайменя сразу перешла на питание фракцией корма № 00.

За четыре года проведения работ наиболее высокая температура воды в р. Агул была отмечена в 2011 г., что обусловило более раннее наступление стадий развития и прохождение их в более короткие сроки (сутки), при этом количество градусо-дней за все время исследований практически не отличается (табл. 5.11).

Для повышения эффективности очистки воды, поступающей в инкубационные аппараты, помимо обработки малахитовым зеленым, были применены дополнительные способы очистки: на подающую трубу в бак-накопитель для улавливания взвесей был установлен фильтр, представляющий собой конструкцию из металлических решеток, мельничного газа с различной ячейей и вставок из поролона, а в верхний из каскада аппарат Шустера уложили в виде гофры отрезок синтепона. В качестве мер борьбы с грибковыми и бактериальными заболеваниями в 2010-2013 гг. применялась обработка воды с помощью ультрафиолетового стерилизатора. Все эти меры в комплексе позволили избежать развития сапролегнии в инкубационных аппаратах.

Таблица 5.11. Срок наступления (сутки), продолжительность стадий развития и количество тепла (градусо-дней) при инкубации и подращивании личинок тайменя на р. Агул в условиях временного рыбоводного пункта, 2010 – 2013 гг.

Этапы развития (от начала инкубации)	2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.	
	Сутки	Гра- дусо- дни	Сутки	Гра- дусо- дни	Сутки	Гра- дусо- дни	Сутки	Гра- дусо- дни
Стадия пигментации глаз эмбрионов	15	172,5	12	164	17	171,5	19	179,6
Массовый выклев	19	230	16	226	21	237	23	230
Становление на плав	28	368	23	339	29	370,3	31	338
Окончание этапа смешанного питания	32	436	30	446	34	446,1	39	441,5
Выпуск молоди	36	501	33	524	39	517,8	48	577

В 2010 г. на инкубацию было заложено 95,5 тыс. икринок тайменя, выход подрощенной молоди в возрасте 36 суток составил 59,8 тыс. шт., что составило 62% (табл. 5.12).

Таблица 5.12. Показатели выхода молоди тайменя в разные годы от заложенной на инкубацию икры, временный рыбоводный пункт, р. Агул

Год	Заложено на инкубацию икринок, тыс. шт.	Отход за период		Выпущено молоди тай- меня, тыс. шт.	Выход подрощен- ной молоди от заложен- ной на инку- бацию икры, %
		инкубации, %	подращива- ния, %		
2010	95,5	45	10	59,8	62%
2011	55,7	12	9	45,6	81%
2012	75,4	3	6	69,1	92%
2013	104,7	5	7	93,2	89%

В 2011 г. применялась фильтрация воды и особо тщательная переборка икры, выход молоди в возрасте 33 суток увеличился до 81%.

В 2012 г. применялся целый комплекс профилактических мероприятий, включая стерилизацию воды ультрафиолетом, обработку икры гелий-неоновым лазером, тонизирование личинки раствором соли, использование антибиотиков и

витаминов. Выход молоди в возрасте 39 суток составил 92%. В 2013 г. проведен тот же комплекс водоподготовительных и рыбоводных мероприятий, выпуск молоди тайменя в возрасте 48 суток навеской от 0,3 г. составил 93,24 тыс. шт. (89% от заложенной на инкубацию икры).

Таким образом, за время работы на двух модульных рыбоводных комплексах в бассейне р. Енисей были выявлены основные нерестовые температуры весенне-нерестующих лососевидных рыб в рр. Енисее (п. Кононово, хариус сибирский, ленка) и Агуле (таймень, хариус сибирский). Отработана методика прижизненного получения рыбоводной икры хариуса сибирского (речных популяций), ленка и тайменя. Определены сроки инкубации икры вышеперечисленных видов рыб, температурный режим (сумма тепла) всех рыбоводных процессов, режимы кормления.

Всего за 2010-2014 гг. было выпущено в бассейн Енисей 869443 тыс. подращенной молоди ленка, тайменя и хариуса.

Таблица 5.13. Выпуск молоди лососевидных рыб на временных рыбоводных комплексах ФГБНУ «НИИЭРВ» за период 2010-2014 гг.

Наименование водного объекта	Таймень, тыс. шт.	Ленка, тыс. шт.	Хариус, тыс. шт.
2010 г.			
р. Енисей	-	-	65,23
р. Агул	59,88	-	
2011 г.			
р. Мана	-	-	85,21
р. Агул	45,0	-	31,3
2012 г.			
р. Мана	-	-	207,0
р. Агул	69,0	14,9	
2013 г.			
р. Мана	-	-	109,901
р. Агул	93,243	6,777	
2014 г.			
р. Мана	-	-	63,048
р. Агул	-	-	19,011
Всего 2010-2014 гг.	267,123	21,677	580,700
Итого	869,443		

Резюмируя вышесказанное (глава 5) необходимо отметить, что в настоящее время (начало XXI столетия) кормовые ресурсы Енисея вплоть до устья р. Подкаменной Тунгуски возрасли по сравнению с серединой XX века и имеют тенденцию к дальнейшему увеличению. Учитывая пищевые потребности сеголетков (Заделенов, Морозов, 1989) с рассчитанным значением общей сезонной биомассы зообентоса на участке от Ангары до П. Тунгуски позволяет считать, что в настоящий период обеспеченность кормовыми ресурсами не является лимитирующим фактором жизнедеятельности осетровых.

Проведенными работами показано, что искусственным регулированием параметров водной среды можно ускорить созревание самок стерляди до возраста 3 лет (в естественных условиях р. Енисея массовое созревание данного вида происходит в возрасте 9-13 лет (Заделенов, 2005)), самцы осетра енисейской популяции начинают созревать – в возрасте 3 лет (в р. Енисее становятся половозрелыми в возрасте 17-23 года (Заделенов, 2002а)). Созревание производителей описывается уравнением $y=4250x+200$ для осетра и $y=4850x+867$ для стерляди.

Установлена 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.

Подращивание молоди осетровых во временном рыбоводном комплексе позволяет улучшить рыбоводные показатели за счет меньшего изъятия производителей и сокращения отходов, а также получать более жизнестойкую (адаптированную к естественным условиям) по сравнению с заводской молодью.

За время работы на временных рыбоводных комплексах (2001-2003 и 2010-2014 гг.) был выявлен диапазон нерестовых температур весенне-нерестующих лососевидных рыб бассейна Енисея. Так, сибирский хариус в северных районах

(притоки р. Подкаменной Тунгуски начинает нереститься при 3,8 °С, в р. Енисее в районе «полыньи» (незамерзающий участок реки ниже плотины Красноярской ГЭС протяженностью около 270 км) – при 5,7, в р. Агуле (приток 2-го порядка центральных районов Красноярского края) – при 7; нерестовые температуры ленка – р. Енисей в районе полыньи – 8,8 °С, р. Агул - 9 °С; тайменя -6,8-8,6 °С. Установлены условия протекания естественного нереста – на спаде весеннег половодья при осветлении воды от механических примесей. Отработана методика прижизненного получения рыбоводной икры хариуса сибирского (речных популяций), ленка и тайменя. Определены сроки инкубации икры вышеперечисленных видов рыб, температурный режим (сумма тепла) всех рыбоводных процессов, режимы кормления.

6. Экологическое обоснование и создание ихтиологических особо охраняемых территорий в Центральной Сибири

В последние годы работы с осетровыми рыбами привлекают интерес научной общественности. Это обусловлено тем, что запасы осетровых уменьшаются, что ведет к необратимым последствиям вплоть до потери генофонда их природных популяций. Ниже 10 тонн упал их вылов в Сибири и на Дальнем Востоке (без учета нелегального вылова). Положение складывается катастрофическое, в частности, в 1998 году в бассейне реки Оби местная популяция сибирского осетра занесена в Красную книгу РФ (Красная книга Российской..., 2000). С 1998 г. введен третий по счету запрет на вылов осетровых рыб и в бассейне Енисея.

Биологические особенности осетровых (позднее половое созревание, низкий уровень воспроизводства), браконьерский вылов ставит под угрозу существование этих видов. В полной мере это относится и к нельме (длительный жизненный цикл, относительная лёгкость облова на всем протяжении миграций). Учитывая социальные преобразования в стране и связанный с ними рост браконьерства и правовой нигилизм населения, негативные влияния (в первую очередь, перелов) на популяции осетровых и других ценных видов рыб в последнее время усиливаются.

Из вышесказанного следует, что требуется принятие безотлагательных мер, направленных на восстановление и охрану наиболее ценных видов рыб.

В соответствии с ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях», законами края «Об особо охраняемых природных территориях в Красноярском крае», «О Красной книге Красноярского края», а также Красной книгой РФ, Красной книгой Красноярского края, Красной книгой Томской области акватории обитания «краснокнижных» видов рыб нуждаются в особом статусе, особой охране. Первым шагом практической реализации требований вышеотмеченных законов является созданный в Томской области на р. Чулыме осетрово-нельмовый заказник и его фактическое продолжение в Красноярском крае - заказник «Чулымский».

В начальный период исследований чулымского осетра отмечалось, что он является частью стада обского полупроходного осетра (Петкевич и др., 1950). Основанием для такого суждения являлись данные по вылову покатных (отнерестовавших) особей в августе 1944-1945 гг. на участке Чулыма выше Тегульдета (т.е. на небольшом удалении от границы между Томской областью и Красноярским краем). Однако по этим данным можно судить только о наличии покатной миграции, но отнюдь не об ее протяженности. В более поздней работе (Петкевич, 1972) автор отмечает наличие небольших жилых стад осетра в различных участках Обского бассейна, в т.ч. в Чулыме.

По мнению томских исследователей, основной причиной резкого повышения темпов общей смертности осетра является возросшее браконьерство. Причем браконьеры вылавливают не только крупных осетров, но и молодь. Положение усугубляет возрастающая пищевая конкуренция с акклиматизирующимся лещом. Поэтому необходимо принятие действенных мер охраны осетра обской популяции на всех этапах его жизненного цикла. Среди них особо важную роль имеет охрана взрослых особей на путях миграции, местах зимовок и нереста (Гундризер, Литосов, 1996).

По данным исследований, выполненных учеными НИИББ при ТГУ в 1994-2004 гг., выше акватории созданного в Тегульдетском районе Томской области осетрово-нельмового заказника имеются зимовальные ямы осетра и стерляди, но особо важную роль этот участок имеет для нереста осетровых рыб. Что касается нельмы, то для поднимающихся на нерест особей участок осетрово-нельмового заказника в Томской области является, в основном, транзитным. Наиболее крупные нерестилища нельмы располагаются на пограничном участке р. Чулыма в Красноярском крае.

Учитывая полученную информацию, томские ученые пришли к выводу, что охранительной функции существующего в Томской области осетрово-нельмового заказника (Адам и др., 2001) в существующих границах явно недостаточно для эффективного воспроизводства осетровых и нельмы.

В Красной книге Российской Федерации (2000) одними из необходимых мер охраны в бассейне р. Оби сибирского осетра обской популяции являются: дополнение естественного воспроизводства искусственным; организация ООПТ в местах, имеющих важное значение в жизненном цикле осетра (нерестилища, зимовальные ямы), группы популяций тупорылой формы ленка - заповедание территорий.

В соответствии со «Стратегией экономического развития Сибири» приоритетными направлениями развития Сибири являются: воспроизводство водных биологических ресурсов в естественных водных системах; рациональное использование, охрана и воспроизводство природных ресурсов как компонентов окружающей природной среды; усиление интеграционных процессов между регионами Сибири. В этой связи в «Основных направлениях действий по реализации «Стратегии экономического развития Сибири» на 2002-2004 гг.» предусмотрена разработка проекта заказника на территории Красноярского края и Томской области «Осетрово-нельмовый».

Промысловая ихтиофауна нижнего участка р. Чулыма в пределах Красноярского края в середине XX столетия (по экологической классификации) представлена полупроходными видами, в эту группу входят: осетр, нельма, муксун, которые мигрируют из р. Оби на нерестилища; туводными, в том числе: стерлядь, таймень, ленок, тугун, щука, пелядь, хариус, плотва, елец, язь, линь, пескарь, карась, налим, окунь, ерш. На участке р. Чулыма от пос. Бирилюссы до пос. Тегульдет (т.е. включая всю акваторию реки в Тюхтетском районе) отмечались зимовальные стерляжьи ямы, нерестилища нельмы и «красной» рыбы. Эта акватория входила в «плотвичный» участок. На основании промысловых уловов считалось, что осетра и стерляди на этой акватории больше, чем на других участках. Ежегодная добыча рыбы составляла, в среднем, около 118,5 т, промысловая рыбопродуктивность составляла 416 кг/км. Ихтиомасса осетра и стерляди в уловах составляла около 1,1%, нельмы – 0,1% (Водный фонд..., 1970).

Л.В. Хохлова (Хохлова, 1953) на исследуемом участке р. Чулыма отмечала большую численность плотвы в уловах (до 58,7%), что дало основание А.В. Под-

лесному (Водный фонд..., 1970) характеризовать его по структуре ихтиоценоза как плотвичный. Кроме того, отмечалось, что «этот участок ценен, как место нагула и зимовки стерляди...». «В этот район заходит из Оби нельма».

По Усынину (Усынин, 1978), исследовавшему стерлядь в нижнем и среднем течении р. Чулыма, «её нерест происходит на ровных участках реки с быстрым течением и галечником. Нерестилища стерляди расположены на всем протяжении реки, где обитает эта рыба».

Гундризер и Литосов (Гундризер, Литосов, 1996) полагали, что «в р. Чулыме имеются многочисленные нерестилища стерляди, дисперсно расположенные на песчано-галечных грунтах почти по всей реке». Поскольку вверх по течению реки россыпей галечника становится все больше, то не вызывает сомнения то, что высока роль акватории созданных заказников и в воспроизводстве стерляди. По данным их исследований 1994 г. «основные нерестилища осетра находятся выше границы осетрово-нельмового заказника в пределах Красноярского края». Кроме того, эти исследователи полагают, что нерестилища нельмы в р. Чулыме находятся в пределах Красноярского края на участках, граничащих с Томской областью и выше.

В настоящее время сибирский осетр внесен в Красную книгу Российской Федерации как подвид (западносибирский подвид – обской осетр) с быстро сокращающейся численностью (категория 2), кроме того, занесен в Красный список МСОП – 96, Приложение 2 СИТЭС, Красную книгу Красноярского края: категория 3 – таксоны и популяции, которые имеют малую численность и распределены на ограниченной территории (акватории).

В связи с резким падением численности этого подвида осетра исследователями предложен ряд мероприятий по его сохранению: дополнять естественное воспроизводство искусственным, организация особо охраняемых природных территорий в ключевых местах, имеющих важное значение в жизненном цикле осетра (нерестилища, зимовальные ямы) (Красная книга РФ, 2000; Красная книга Красноярского края, 2004, 2012; Приложение к Красной ..., 2004; Рубан, 1998а,б; Рубан, 1999).

Стерлядь р. Чулыма внесена в Красную книгу Красноярского края как популяция с ограниченным ареалом, находящаяся под угрозой исчезновения (категория 3).

Нельма р. Оби внесена в Приложение 2 СИТЭС и Приложение к Красной книге Красноярского края как уязвимый вид с быстро сокращающейся численностью.

Ленок в бассейне Оби из-за гидрологических условий водотоков (равнинные реки) всегда был немногочислен. Этот вид внесен в Красную книгу Российской Федерации как группа популяций тупорылой формы, находящихся на грани исчезновения (категория 1) (бассейн Оби), в Красную книгу Красноярского края (популяция р. Чулыма, категория 3), Красную книгу Республики Хакасия (Красная книга РФ, 2000; Красная книга Красноярского края, 2004, 2012; Красная книга Республики..., 2014).

Ряд исследователей указывают на то, что повсеместно на территории Сибири численность ленка сократилась, что требует принятия мер по его охране, включая и заповедание территорий (Осинов, 1993 и др.).

Таймень в пределах Красноярского края внесен в Приложение к Красной книге Красноярского края, как уязвимый вид с сокращающейся численностью (Приложение к Красной ..., 2004).

Р. Чулым является одним из крупных притоков Оби и протекает в пределах двух регионов – Томской области и Красноярского края. К особо ценным видам рыб Обского бассейна и ее притока Чулым относятся осетр, стерлядь и нельма. При этом в Чулыме обитает стадо стерляди, отдельное от среднеобского (чулымское) (Усынин, 1978; Усынин, 1986). Ареал этого стада охватывает участок Чулыма протяженностью более 1 тыс. км. Небольшие по площади нерестилища чулымской стерляди рассредоточены по всему Чулыму и его притоку Кия, причем вверх по течению реки количество и качество нерестовых площадей возрастает (Гундризер, Литосов, 1996).

В настоящее время общепринятой является точка зрения о том, что осетр в бассейне Оби представлен, в основном, мигрирующей полупроходной формой.

Но в научных публикациях отмечена способность сибирского осетра к образованию внутрипопуляционных групп и форм (полупроходных, жилых, озерных). Обской бассейн в этом отношении не является исключением, т.к. жилые формы имеются в среднем течении Енисея, в Ангаре, Лене, а в Байкале есть озерная форма сибирского осетра (Петкевич, 1972; Петкевичи др., 1950; Попков, 2006; Рубан, 1999).

Что касается чулымского осетра, то в начальный период исследований отмечалось, что он является частью стада полупроходного осетра (Петкевич и др., 1950). В более поздней работе отмечается наличие небольших жилых стад осетра в различных участках Обского бассейна, в т.ч. в Чулыме (Петкевич, 1972). Основные его нерестилища располагаются на участке Чулыма в пределах Красноярского края. Здесь же на участке протяженностью более 100 км имеются и зимовальные осетровые ямы (Красная книга Красноярского края, 2004, 2012), но большинство их располагается ниже (в пределах Томской области).

Нельма в Оби является преимущественно полупроходной рыбой. Но в р. Чулыме постоянно встречаются особи в возрасте до 14+ лет. Поэтому не исключено, что часть особей этого вида рыб достигают половой зрелости, не покидая реку, т.е. существует и жилая форма нельмы (Гундризер, Литосов, 1996).

Очевидно, что в р. Чулыме имеется возможность сохранения уникального разнообразия экологических форм и генофонда особо ценных рыб обских рыб, что является важной предпосылкой для устойчивого состояния их популяций.

Протяженность Чулыма и притока Кия в пределах Томской области составляет почти 900 км. Возникла необходимость выделения участка этой речной системы, представляющего наибольшую ценность для воспроизводства этих особо ценных видов рыб с последующей организацией заказника. Для решения этой задачи специалистами НИИББ при ТГУ при финансовой и организационной поддержке со стороны Томского комитета экологии и природных ресурсов в 1994 г. был обследован участок р. Чулыма протяженностью около 400 км. Оказалось, что браконьерский пресс по отношению к осетровым и нельме в наибольшей степени проявляется на участках их нереста и зимовки, а наиболее ценные из этих участ-

ков сосредоточены ближе к Красноярскому краю. На основании проведенных ихтиологических исследований было разработано биологическое обоснование организации Чулымского осетрово-нельмового заказника протяженностью 116 км на участке реки, примыкающем к Красноярскому краю. Этот заказник начал функционировать в 1996 г., а его организация и охрана были возложены на Томский комитет экологии и природных ресурсов.

С 2001 г. на акватории Чулыма, включая зону заказника, ведутся мониторинговые ихтиологические исследования. Целью их является оценка эффективности воспроизводства осетровых для разработки и корректировки планов по охране этих рыб.

На основе анализа материалов этих исследований выявлена тенденция «омоложения» стада стерляди, обитающего в среднем течении р. Чулыма (территории осетрово-нельмового заказника в Томской области и проектируемого заказника в Красноярском крае). При этом не происходит характерного при «запуске» рыболовства старения (т.е. постепенного увеличения доли крупных особей).

Устойчиво высокие запасы стерляди обеспечиваются при условии, когда доля старшевозрастных особей (остатка) составляет не менее 30% от общей численности промыслового запаса. В начале XXI столетия она составляла всего 2,3-4,9 %. Следовательно, темпы общей смертности существенно превосходят темпы обычной естественной смертности. Подобная структура стада свидетельствуют о чрезмерном воздействии ограничивающих факторов. Среди них особо выделяется браконьерский прессинг в пределах всего ареала этих стад.

При их разреживании должна проявляться такая общая закономерность, как ускорение темпа роста рыб. Тем не менее, установлено, что в процессе снижения численности чулымского стада стерляди наблюдается обратное явление - темп роста особей замедляется.

Как правило, замедление роста рыб происходит при снижении обеспеченности пищей. Исследования кормовой базы рыб-бентофагов в русле и придаточной системе Чулыма показали, что биомасса зообентоса в русле и протоках верхнего участка Средней Оби и в бассейне ее притока Чулым по сравнению с началом 70-

х годов минувшего столетия снизилась в 2-3 раза, а в придаточных водоемах - в 4-5 раз. Ниже по течению Оби заметных изменений в количественном развитии зообентоса не выявлено.

Следствием снижения кормовой базы является обострение конкурентных пищевых взаимоотношений рыб-бентофагов, а причина этого заключается в появлении и увеличение численности одного из акклиматизантов – леща. Чрезвычайно высокая пластичность леща позволяет ему осваивать для нагула практически всю пойменно-речную систему водоемов бассейна Средней Оби, включая р. Чулым. По завершению периода половодья он скатывается в русло рек и успешно конкурирует с осетровыми, подрывая при этом их кормовую базу (Попков и др., 2008; Попков, Рузанова, 2008).

Осетр является длинноцикловым видом рыб, поэтому для восстановления его запасов требуются десятилетия. На фоне естественной динамики численности отдельных поколений, причинная связь которой с комплексом биотических и абиотических факторов остается не известной, пока вряд ли можно сделать достоверное заключение об общей тенденции изменения численности чулымского осетра. Установлено также, что с 1994 по 2004 гг. примерно в 2,5 раза сократилась численность молоди осетра в р. Чулым, а на акватории заказника в пределах реперной точки исследований в 2004 г. впервые за все годы наблюдений отсутствовали половозрелые особи осетра. По мнению (Попков, Дроздов, 2007), в настоящее время численность жилого среднеобского стада осетра в бассейне Оби многократно превышает такую по полупроходному осетру, что подтверждается результатами морфологического и биологического анализа, а также наблюдениями за миграциями меченой молоди (Попков, Дроздов, 2008). Очевидно, чулымский осетр является частью среднеобского стада. Не исключено, что часть особей осетра обитает в р. Чулым постоянно.

Очевидно, что наблюдается негативная тенденция, а именно снижение запасов осетра в р. Чулыме. Оно может быть обусловлено воздействием следующих негативных факторов:

1. Браконьерским отловом его производителей на зимовальных осетровых ямах и нерестилищах в р. Чулыме.

2. Возросшим браконьерским отловом молоди осетра, нагуливающейся на обширной акватории (весь участок Чулыма в пределах Томской области и Красноярского края).

Поэтому охранительной функции заказника Томской области в существующих границах оказалось явно недостаточно для эффективного воспроизводства осетровых и нельмы. В связи с этим, была инициирована разработка проекта заказника и в Красноярском крае.

Опираясь на опыт создания «Осетрово-нельмового» заказника и с учетом нормативной правовой базы (Закон РФ «Об особо охраняемых ...», 1995; Закон Красноярского «Об особо охраняемых ...»; Закон Красноярского края «О Красной книге ...»), при организации ихтиологического заказника на р. Чулыме в пределах Красноярского края автором была разработана следующая схема работ:

- комплексная экологическая оценка акватории р. Чулым в границах предполагаемого заказника в весенний и осенний периоды 2004 г., анализ фондовых материалов ФГБНУ «НИИЭРВ» и литературных источников;
- исследование современного состояния ихтиоценоза, определение наличия нерестилищ стерляди, осетра и нельмы, а также зимовальных ям осетровых рыб на р. Чулым в границах предполагаемого заказника;
- 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. Чулым, его согласование с органами местного самоуправления района, со специально уполномоченными органами в области охраны окружающей среды, КГУ «Дирекция по ООПТ»;
- заключение региональной государственной экологической экспертизы.

Комплексная экологическая оценка акватории р. Чулыма в границах второго заказника, осуществлена на основе биоиндикационных методов, широко ис-

пользующихся в практике прикладных гидробиологических исследований. Оценивалось качество воды и трофический статус реки по водорослевому составу и организмам зообентоса.

Качество воды и трофический статус реки по фитопланктону и микрофитопланктону. В границах заказника пределы изменения значений биомассы фитопланктона (0,22-0,82 мг/л) весной определяли качество воды 1-2 классы качества, предельно чистая – чистая, предельно чистая – вполне чистая. Среднее значение биомассы - 0,45 мг/л или 2 класса качества, чистая, очень чистая. Осенью изменения биомассы составляли 1,18-2,22 мг/л или 3 класс, удовлетворительной чистоты, достаточно чистая, слабо загрязненная; среднее значение – 1,68 мг/л или 3 класс, удовлетворительной чистоты, достаточно чистая.

Значения биомассы микрофитоперифитона весной составляли олиготрофный класс, олиго-мезотрофный разряд; в сентябре пределы изменения трофности более обширны и составляли от олиготрофного разряда до полигипертрофного, при среднем значении (31 мг/10 см²) евополитрофного разряда. Среднее значение трофности по фитопланктону и микрофитоперифитону в мае соответствовало олиго-мезотрофному разряду, олиготрофному классу, 2 градации, очень низкая. Осенью величина трофности повысилась: мезо-евтрофный разряд, мезотрофный класс, 4 градация, ниже средней.

Качество воды и трофический статус реки по организмам бентоса. Важную информацию о состоянии экосистемы и загрязнении окружающей среды органическими веществами дает оценка сапробности по видам-индикаторам макрозообентоса. Для этих целей применялся метод Пантле – Букка в модификации Сладечека. На исследованном участке р. Чулыма зафиксировано 42 вида индикаторных организмов, что составляет 57,5% всего видового состава.

Трофический статус исследованного участка реки, определенный на основе общей биомассы зообентоса оценили как олиготрофный с отдельными районами мезотрофного класса. Полученные материалы по кормовой базе свидетельствуют, что максимальные показатели донной фауны зафиксированы на песчано-галечных

биотопах, которые в свою очередь являются местами нагула молоди и нереста охраняемых видов рыб.

В целом оценка качества вод и трофического статуса Чулыма по различным гидробиологическим показателям (фитопланктону, микроперифитону и зообентосу) дала сопоставимые результаты. Качество воды соответствует 3 классу, β-мезосапробной зоне. По трофическому статусу река относится к олиготрофному классу с переходом к мезотрофному.

Собранная информация по гидробиологии р. Чулыма в пределах проектируемого заказника в сравнении с фондовыми и литературными источниками о качестве воды и уровню развития кормовой базы в водоемах Приенисейской Сибири, где сохраняются бытовые условия обитания осетровых и лососевых рыб, позволили констатировать, что эти показатели на исследуемом участке находятся в пределах нормы, соответствующей нормальной жизнедеятельности осетровых и лососевидных видов рыб.

Ихтиоценоз изучаемого участка р. Чулыма сформирован на базе автохтонной фауны Палеарктики и представлен общесибирским набором видов (щука, плотва, елец, караси, язь, окунь, ерш). По сравнению с данными начала 2-ой половины прошлого столетия, в структуре ихтиоценоза произошли изменения вследствие стихийного расселения из р. Оби и увеличения численности акклиматизантов – леща и судака.

По результатам обловов, в период половодья на залитой пойме по численности (около 70%) доминируют карповые виды и окунь. Однако в этот же период в прирусловых водоемах преобладал лещ. Вниз по течению реки численность этого акклиматизанта резко возрастает (в период летне-осенней межени от 44% от общей массы рыб в неводных уловах на участке среднего течения до 80% в низовье Чулыма). Акклиматизанты в настоящее время пока не оказывают прямого воздействия на виды рыб-аборигенов. В то же время лещ представляют реальную угрозу туводной ихтиофауне как пищевой конкурент. Пищевая конкуренция особенно остро проявляется в русле реки после выхода леща с поймы. В этот период он как особо пластичный вид оказывает отрицательное воздействие на формиро-

вание запасов осетровых, степень сходства пищи с которыми составляет 42-68 %. Поэтому ограничение численности леща в р. Чулым следует считать важным направлением рыбохозяйственной мелиорации.

Нерест и интенсивный нагул леща, а также других видов туводных рыб-бентофагов, происходят весной на залитой пойме и в пойменных водоемах. По мере спада полых вод лещ концентрируется в русле Чулыма, а большинство местные рыб (язь, плотва) мигрирует в притоки этой реки.

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.

Во время обследования реки в 2003-2004 гг. автором были 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 каменисто-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). Дополнительным подтверждением скоплений рыбы на «ходу» (нерестовой) и на залегании по ямам служили поставленные браконьерами орудия лова – самоловы по ямам и перетяги на перекатах. На берегах реки в пределах проектируемого заказника обнаружены 11 браконьерских стоянок (Заделёнов и др., 2005в; Заделёнов, 2010).

Государственный биологический заказник краевого значения «Чулымский» направлен на охрану и восстановление водных биологических ресурсов, а именно видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, Красные книги Красноярского края и Томской области и Приложение к Красной книге Красноярского края (осетр, стерлядь, нельма, а также ленок и таймень) (Красная книга Красноярского..., 2004; Красная Книга Томской..., 2002; Приложение к Красной книге..., 2004; Заделёнов, 2010). Акватория р. Чулыма на территории Красноярского края (Тюхтетский район) всегда являлась важным воспроизводственным

участком данных видов рыб (места нагула, нерестилища, зимовальные ямы) (Глазырина и др., 1980; Хохлова, 1953).

Итог проводимых работ по созданию первого на территории региона ихтиологического заказника - разработка алгоритма по организации ихтиологических заказников в Центральной Сибири, базирующегося на мониторинговых ихтиологических исследований и комплексной экологической оценки акватории.

Кроме того, с созданием Красноярском крае заказника «Чулымский» режим особо охраняемой природной территории в распространен на 206 км по р. Чулыму, т.е. на р. Чулым образовано два осетрово-нельмовых заказника, один из которых (Тегульдетский) расположен на участке реки в пределах Томской области, другой (Чулымский), примыкающий к нему – в Красноярском крае.

На их акватории располагаются зимовальные ямы и значительная часть нерестилищ местных стад осетра и стерляди, а также нерестилища нельмы. В частности, здесь находится примерно 75% зимовальных ям осетра, около 90% от общей площади его нерестилищ, часть нерестилищ стерляди и основные нерестилища нельмы. Поэтому местоположение этих заказников предопределяет основную цель – восстановление запасов осетровых и нельмы.

Очевидно, что в настоящее время организация ООПТ может носить вариантный характер, в том числе и создание резерватов местного значения. Автором по заказу администрации Енисейского района Красноярского края были подготовлены материалы комплексного экологического обследования, обосновывающие создание ООПТ «Прутовское мелководье». Исследования по указанной теме проведены исходя из мониторинговых ихтиологических исследований и комплексной экологической оценки акватории р. Енисея в границах Енисейского района Красноярского края. Администрация Енисейского района Красноярского края сочла материалы экологического обоснования исчерпывающими и своим Постановлением № 596-п от 22.09.2011 «Об образовании особо охраняемой природной территории местного значения охраняемый водный объект «Прутовское мелководье» был утвержден новый резерват в бассейне р. Енисея - особо охраняемая природная территория «Прутовское мелководье» созданная с целью сохра-

нения популяции ценных видов рыб: осетра сибирского, стерляди, речного сига, тугуна и их естественной среды обитания.

ООПТ «Прутовское мелководье» расположено на территории Енисейского района на участке реки Енисей 60-62 км по лоцманской карте от устья реки Ангара до устья Подкаменной Тунгуски. Включает в себя участок р. Енисей протяженностью 2 км от северной оконечности острова Пузановский вниз по течению. Площадь охраняемого водного объекта — 40 гектаров. Прутовское мелководье» организовано без ограничения срока действия, а так же без изъятия земельных участков, водной акватории у пользователей, владельцев и собственников этих участков.

Таким образом, ООПТ «Чулымский» и «Прутовское мелководье» (Красноярский край) созданы исходя из мониторинговых ихтиологических исследований и комплексной экологической оценки акватории рр. Чулыма и Енисея в границах основных нерестилищ осетра, стерляди и нельмы и зимовальных ям осетровых рыб. 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.

ООПТ «Прутовское мелководье» - первый резерват в бассейне Енисея, созданный с целью сохранения популяции ценных видов рыб и их естественной среды обитания.

Выводы

1. Современное состояние биоценозов бассейнов рек Енисея и Оби на отдельных участках водных объектов характеризуется как благоприятное для существования рыб. Это обусловлено их отдалённостью от населённых пунктов. Основным продуцирующим звеном в кормовой базе рыб являются организмы бентоса. Состав, распределение и обилие зообентоса в реках Центральной Сибири характерны для горно-таежных водотоков.

Проведенные исследования водоемов и водотоков Красноярского края, находящихся под влиянием горных работ показали, что отрицательное воздействие хозяйственной деятельности наиболее ярко выражено на участках, подверженных прямому воздействию, и проявляется в снижении количественных показателей бентосных сообществ (количество видов сократилось со 137 до 81 и менее при уменьшении биомассы с 8 г/м^2 до 0) и редукции ихтиофауны.

2. Результаты изучения биоресурсов осетровых и лососевидных рыб (их отдельных популяций) в водных объектах Красноярского края позволили сделать заключение, что в начале XXI столетия из-за перелома, гидростроительства, проведения горных работ и других факторов антропогенного характера запасы и естественное воспроизводство исследуемых видов рыб неуклонно снижаются. Для увеличения численности и запасов этих видов (сибирский осетр, стерлядь, таймень, ленок, валец, нельма, речной сиг, тугун, чир) необходима разработка практических мер по их охране и искусственному воспроизводству.

3. На основе изучения пищевых потребностей сеголетков и расчета общей биомассы зообентоса на участке от Ангары до П. Тунгуски (6 тыс. т) установлено, что в настоящее время (начало XXI столетия) обеспеченность кормовыми ресурсами является достаточной для нормального роста молоди осетровых рыб.

4. Проведенные исследования влияния вариации температуры воды в искусственных условиях на рост и созревание осетровых рыб бассейна р. Енисея показали, что смена температурного режима при выращивании рыб позволяет сократить возраст наступления половой зрелости у самок стерляди до 3 лет (в

естественных условиях р. Енисея половая зрелость наступает в 9-13 лет). Самцы сибирского осетра начинают созревать в 3 года, самки – в 5-6 (в р. Енисее - в 17-23 года).

5. Полученные результаты впервые показали 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.

6. Подращивание молоди осетровых и весенне-нерестующих лососевидных рыб во временном рыбоводном комплексе позволяет улучшить рыбоводные показатели за счет меньшего изъятия производителей и сокращения отходов, а также получать адаптированный к естественным условиям посадочный материал.

При получении и подращивании молоди весенне-нерестующих лососевидных рыб во временных рыбоводных комплексах в бассейне р. Енисея выявлены нерестовые температуры ленка 8,2-9,0 °С; тайменя - 6,8-8,6 °С, отработана методика прижизненного получения рыбоводной икры, определены сроки инкубации икры: тайменя – 226-237 градусо-дней; ленка – 176-182, температурный режим (сумма тепла) всех рыбоводных процессов, режимы кормления этих видов.

7. Результатами исследования установлено, что состояние экосистемы р. Чулыма (в пределах территории Красноярского края, Тюхтетский район) благоприятно для обитания и размножения осетровых рыб и нельмы.

Подготовлено экологическое обоснование, легшее в основу принятия решения о создании первого в Красноярском крае ихтиологического заказника «Чулымский», который является продолжением государственного природного заказника областного значения «Осетрово-нельмовый», организованного на территории Томской области.

Рекомендации производству

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

- Для Белоярского рыбоводного завода рекомендуются работы по отбору рыбоводной икры стерляди на Енисее необходимо 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; 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 ФГБНУ «НИИЭРВ».

- С целью развития действующей «Схемы развития и размещения ООПТ» на территории Красноярского края необходимо провести комплекс ихтиологических 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 сига); 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 реках Бахта, Н. Имбак, Фатьяниха, Сухая Тунгуска, Северная в Туруханском районе.

Библиография

1. Абакумов, В.А. Контроль качества вод по гидробиологическим показателям в системе гидрометеорологической службы СССР / В.А. Абакумов // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Труды советско-английского семинара. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - С. 93-99.
2. Абакумов, В.А. Апробация систем биологической индикации качества вод на базе водного управления рек Северн и Трент Великобритании / В.А. Абакумов, Н.Л. Свирская // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Труды II советско-английского семинара. Л.: Гидрометеиздат. - 1981. - С. 71-80.
3. Абакумов, В.П. Перспективы рыбохозяйственного использования растительно-ядных рыб р. Волги / В.П. Абакумов // Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы. – Астрахань, 2003. - С. 21-23.
4. Адам, А.М. Особо охраняемые природные территории Томской области: Учебно-справочное пособие / А.М. Адам [и др.]. - Томск: Изд-во НТЛ, 2001. - 252 с.
5. Акимова, Н.В. Нарушения в развитии и функционировании репродуктивной системы осетровых рыб (Acipenseridae) р. Енисей / Н.В. Акимова, А.И. Панайоти-ди, Г.И. Рубан // Вопр. ихтиологии. - 1995. - Т. 35. - № 2. - С. 236-246.
6. Акимова, Н.В. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых (Acipenseridae) при антропогенном воздействии / Н.В. Акимова, Г.И. Рубан // Вопр. ихтиологии. - 1996. - Т. 36. - № 1. - С. 65-80.
7. Акимова, Н.В. Сравнительный анализ роста и гаметогенеза сибирского осетра р. Лены в природных и экспериментальных условиях / Н.В. Акимова, Л.И. Соколов, И.И. Смольянов, В.С. Малютин // Внутривидовая изменчивость в онтогенезе животных. - М.: Наука, 1980. - С. 167-176.
8. Алимов, А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию /А.Ф. Алимов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
9. Алимов, А.Ф. Сезонные и многолетние изменения биомассы зообентоса континентальных водоемов/ А.Ф. Алимов //Гидробиолгический журн.-1991.-Т. 27. -

№ 2. - С. 3-8.

10. Алимов, А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем/ А.Ф. Алимов. - Санкт-Петербург: Наука, 2001. - 147 с.
11. Алимов, А.Ф. Роль биологического разнообразия в экосистемах/ А.Ф. Алимов // Вестн. РАН. - 2006. - 76. - № 11. - С. 989-994.
12. Андрианова, А.В. Динамика развития енисейского зообентоса в нижнем бьефе Красноярской ГЭС/ А.В. Андрианова // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология, 2013. - № 1 (21). - С. 74-88.
13. Андриенко, А.И. Современное состояние популяций сиговых Нижнего Енисея / А.И. Андриенко// Третье Всесоюз. совещание по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Тюмень, 1985. - С. 182-185.
14. Андриенко, А.И. Сырьевая база водоёмов Красноярского края/ А.И. Андриенко, А.А. Куклин, Ю.В. Михалёв // Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. – Красноярск, 1978. - С. 140-147.
15. Андриенко, А.И. Рыбохозяйственная характеристика основных естественных водоемов Красноярского края / А.И. Андриенко, Н.А. Богданов, Г.И. Богданова [и др.] // Тр. ГосНИОРХ, 1989. - Вып. 296. - С. 3-19.
16. Андриенко, А.И. Состояние запасов и промысла рыб в низовьях реки Енисей / А.И. Андриенко, Г.И. Богданова/ / Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2003. - Вып. 4. - С. 256-262.
17. Андриенко, А.И. Состояние запасов рыб бассейна реки Пясины / А.И. Андриенко, Г.И., Богданова, С.В. Михалев/ / Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2003. - Вып. 4. - С. 263-267.
18. Анищенко, О.В. Изучение влияния гидрофизических факторов на фитопланктон двух малых эвтрофных водоемов с помощью флуоресцентного метода / О.В. Анищенко // 9 съезд Гидробиол. об-ва РАН. - Тольятти, Самара, 2006. - С. 16.
19. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / Под ред. Ю.С. Решетникова. - М.: Наука, 1998. - 220 с.

20. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т.1 / Под ред. Ю.С. Решетникова. - Т. 1. - М.: Наука, 2002. - 379 с. .
21. Бабаян, В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению/ В.К. Бабаян. - М.: изд-во ВНИРО, 2000. -192 с.
22. Багров, А.М. Осетровые хозяйства России: состояние, концептуальные подходы / А.М. Багров, В.К. Виноградов // Рыбоводство и рыболовство. - 1998. - № 2. - С. 8.
23. Багров, А.М. Что происходит с осетрами и вокруг них?/ А.М. Багров, В.М. Воронин // Рыбное хоз-во. - 2003. - № 5. - С. 42-46.
24. Балушкина, Е.В. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных / Е.В. Балушкина, Г.Г. Винберг // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер.- Л. 1979. - С. 58-79
25. Баринаова, С.С. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) / С.С. Баринаова, Л.А. Медведева. - Владивосток: Дальнаука, 1996. - 364 с.
26. Баринаова, С.С. Критерии достаточности видового состава для сравнительно-флористического анализа водорослей / С.С. Баринаова, О.В. Анисимова / Развитие сравнительной флористики в России: вклад школы А.И. Толмачева. Мат. УІ раб. сов. по сравнительной флористике (Сыктывкар, 2003). - Сыктывкар: Коми унив., 2004. - С. 180-185.
27. Баринаова, С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринаова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. - Тель-Авив, 2006. - 498 с.
28. Бахтин, Н.П. Оценка изменения гидрологического режима Енисея в результате антропогенного воздействия / Н.П. Бахтин // Природа Арктики в условиях межзонального перераспределения водных ресурсов. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - С. 45-46.
29. Бауер, О.Н. Паразиты рыб реки Енисея / О.Н. Бауер/ / Изв. ВНИОРХ, 1948. - Т. 27. - С. 97-156.
30. Безруков, Л.А. Экономическая оценка ущербов от негативного воздействия Ангарского каскада ГЭС на природу, хозяйство и население Иркутской области/

- Л.А. Безруков, А.Ф. Никольский // География и природные ресурсы. - 1995. - № 1. - С. 125-134.
31. Белов М.А., Заделёнов В.А. Состояние нерестовой части популяции нельмы *Stenodus leucichthys* (Güldenstädt, 1772) в р. Енисей / М.А. Белов, В.А. Заделёнов // Вестн. Том. гос. ун-та., 2013. - № 368. - С. 177-179.
32. Белоусов, А.Н. Значение искусственного воспроизводства в сохранении запасов ценных промысловых рыб России / А.Н. Белоусов, И.А. Баранникова // Рыбное хоз-во. - 2004. - № 1. - С. 50-54.
33. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л.С. Берг. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. - Ч. 1. - 466 с.
34. Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. – М.: Наука, 2007. – 403 с.
35. Биология Усть-Илимского водохранилища / Скрыбин А.Г. [и др.]. Новосибирск: Наука, 1987. 242 с.
36. Биргер, Т.И. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде / Т.И. Биргер. - Киев: Наукова думка, 1979. - 190 с.
37. Биоразнообразие экосистем Полярного Урала / Под ред. М.В. Гецен. - Сыктывкар, 2007. - 52 с.
38. Богданов, В.Д. Выклев и скат личинок сиговых рыб уральских притоков Нижней Оби / В.Д. Богданов // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. - С. 55-79.
39. Богданов, В.Д. Состояние воспроизводства и динамика генерации сиговых рыб Нижней Оби / В.Д. Богданов // Рыбов. и рыбное хоз-во, 2012. - № 5. - С. 3-8.
40. Богданов, В.Д. Оценка воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби / В.Д. Богданов // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование. - Екатеринбург, 2013. - С.17-20.
41. Богданова, В.А. Особенности полового созревания сиговых рыб в условиях индустриальной аквакультуры / В.А. Богданова // Садковое рыбоводство. Состояние и проблемы развития. - Петрозаводск, 2010. - С. 22-25.

42. Богданов, В.Д. Особенности воспроизводства сиговых рыб / В.Д. Богданов, Ю.С. Решетников // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. – Тюмень: Госрыбцентр, 2010. - С.78-82.
43. Богданов, Н.И. Биологические аспекты улучшения качества воды Пензенского водохранилища / Н.И. Богданов // Химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологической реабилитации нарушенных экосистем. – Пенза, 2003. - С. 22-23.
44. Богданов, Н.И. Роль растительноядных рыб в биологической мелиорации Пензенского водохранилища / Н.И. Богданов, В.К. Парамонов // Химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологической реабилитации нарушенных экосистем. – Пенза, 2003. - С. 21-22.
45. Богданов, Н.А. Запасы и промысел рыб в бассейне реки Хатанга/ Н.А. Богданов, Г.И. Богданова // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2003. - Вып. 4. - С. 271-273.
46. Болотова, Н.Л. Особенности популяций сиговых рыб на южной границе их ареала в Вологодской области / Н.Л. Болотова // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. - Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. - С. 22-27.
47. Бондаренко, Н.А. *Cyanophita* небольших водоемов Восточной Сибири (Россия) / Н.А. Бондаренко, Л.А. Щур // Альгология. - 2007. - Т.17. - № 1. - С. 26-41.
48. Буланов, Д.П. Опыт выдерживания производителей и сбора икры кубенской нельмы / Д.П. Буланов // Тр. ГосНИОРХ, 1974. - Вып. 12. - С. 10-14.
49. Буланов, Д.П. Выращивание сеголеток кубенской нельмы в прудах / Д.П. Буланов // Тр. ГосНИОРХ, 1976. - Вып. 118. - С. 3-22.
50. Буланов, Д.П. Биология развития и биотехника разведения кубенской нельмы (*Stenodus leucichthys nelma*, Pallas): автореф. дис. к.б.н. - Л., 1977. - 23 с.
51. Бурков Сергей. Нижнеангарскую ГЭС будем строить по норвежской технологии // Проекты большого края, 2007. - № 8. - С. 30-31.
52. Бурнев, С.Л. Опыт искусственного воспроизводства енисейской нельмы/С.Л. Бурнев//Междун. симпозиум «Холодноводная аквакультура». - СПб., 2003. - С. 130.

53. Бурнев, С.Л. Биопродуктивность, охрана и рациональное использование сырьевых ресурсов рыбохозяйственных водоемов Восточной Сибири / С.Л. Бурнев, В.А. Заделёнов // Улан-Удэ: ВостСибРыбНИИПроект, 1989. - С. 17.
54. Бурцев, И.А. Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра / И.А. Бурцев, И.И. Смольянов, А.Д. Гершанович, А.И. Николаев. - М.: Изд-во ВНИРО, 1984. -23 с.
55. Васильева, Л.М. Товарное осетроводство - единственная возможность сохранить ареал ценных рыб / Л.М. Васильева // Рыбоводство и рыболовство.- 1998. - № 1. - С. 24-25.
56. Васильева, Л.М. К вопросу сохранения и восстановления запасов осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне / Л.М. Васильева, Н.В. Смирнова, А.З. Юсупова // Юг России: экология, развитие, 2012. - №1. - С.73-76.
57. Вдовченко, М.А. Особенности биотехнологии получения личинок сибирского осетра и стерляди в условиях Тюменской области / М.А. Вдовченко, М.И. Рождественский // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. - Красноярск, 1999. - С. 162-167.
58. Вдовченко, М.А. Особенности получения личинок сибирской стерляди (*Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt) в условиях Абалакского осетрового завода (АОРЗ) /М.А. Вдовченко, М.И. Рождественский, Л.Л. Сергиенко [и др.] // Проблемы современного товарного осетроводства. Тез докладов 1 научно-практической конф. - Астрахань: «БИОС», 1999. - С. 21-22.
59. Веснина, Л.В. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев [и др.]. - Новосибирск: Наука, 1999. - 285 с.
60. Веснина, Л.В. Перспективы развития сиговодства в Алтайском крае / Л.В. Веснина // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. – Тюмень: Госрыбцентр, 2010. - С.205-207.
61. Вечканов, В.С. Питание, рост и энергетический баланс белого толстолобика в условиях прудового выращивания: автореф. дис. ... к.б.н. - М. 1976. - 22 с.

62. Винберг, Г.Г. Токсический фитопланктон/ Г.Г. Винберг // Усп. соврем. биол., 1954. - Т. 38. - Вып. 2 (5). - С. 216-226.
63. Винберг, Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г.Г. Винберг. - Минск: изд-во Белгосун-та, 1956. - 153 с.
64. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.В., [и др.]. - Киев: Наук. Думка, 1989. - 608 с.
65. Вовк, Ф.И. Нельма р. Енисея (пром. ихтиологич. очерк) / Ф.И. Вовк.// Тр. СО ВНИОРХ. – Красноярск, 1948. - Т. 7. - Вып. 2. - С. 81-109.
66. Водный фонд Красноярского края и его рыбохозяйственное использование / Отчет о НИР, рук-ль А.В. Подлесный. Фонды ФГБНУ «НИИЭРВ». - Красноярск, 1970. -136 с.
67. Вотинов, Н.П. Состояние запасов осетра в реках Сибири и мероприятия по их увеличению / Н.П. Вотинов, В.Н. Злоказов, В.П. Касьянов, Р.И. Сецко. - Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1975. - 96 с.
68. Вышегородцев, А.А. Река Агул как резерват лососеобразных рыб / А.А. Вышегородцев // Проблемы и перспективы использования рыбных ресурсов Сибири. - Красноярск: Редакционно-издательский отд. КГПУ, 1999. - С. 30-35.
69. Вышегородцев, А.А. Рыбы Енисея / А.А. Вышегородцев. - Новосибирск: Наука, 2000. - 175 с.
70. Вышегородцев, А.А. Промысловые рыбы Енисея. Монография / А.А. Вышегородцев, В.А. Заделёнов. - Красноярск: СФУ, 2013. - 303 с.
71. Гавришов Н.А. Методика расчета комплексного рангового показателя качества воды/Н.А. Гавришов //Гидробиол. журн., 1981. – Т. 17. - № 1. – С. 95-98.
72. Гаевский, Н.А. Межгодовая и сезонная динамика фитопланктона высокоэвтрофного водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1 (Красноярский край)/ Н.А. Гаевский, С.М. Чупров, В.И. Колмаков [и др.] // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. - Минск: БГУ, 2007. - С. 48-49.
73. Гайденок, Н.Д. Исследование современного состояния популяции стерляди р. Енисея методом математического моделирования / Н.Д. Гайденок, В.А. Заделёнов, Г.М. Чмаркова // Окружающая среда, экология Сибири, Дальнего Востока и Арктики. – Томск, 2003. - С. 138-139.

74. Гайденок, Н. Д. О неоднородности популяции енисейской нельмы / Н.Д. Гайденок, О.М. Исаева, В.А.Заделенов // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2008. - Вып. 10. - С. 30-33.
75. Гербильский, Н.Л. Теория биологического прогресса осетровых и её применение в практике осетрового хозяйства / Н.Л. Гербильский // Учёные записки Ленинградск. ун-та. Сер. биол. наук. - 1962. - Вып. 48. - Ч. 2. - № 311. - С. 5-18.
76. Герман, Ю.К. Оценка эпидемиологической ситуации в водоемах бассейна Енисея / Ю.К. Герман, А.А. Вышегородцев // Вестник Красноярск. гос. ун-та, 2004. - Т. 7. - 2004. - С. 77-81.
77. Гершанович, А.Д. Экология и физиология молоди осетровых /А.Д. Гершанович, В.А. Пегасов, М.И. Шатуновский. - М.: Агропромиздат, 1987. - 216 с.
78. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. - М.: Госкомсанэпиднадзор России. - 1997. - Ч. 1. - 131 с.
79. Гидрологический ежегодник 1974 г. Бассейн Карского моря (Восточная часть). 1975. - Т. 7. - Красноярск: Красноярск. упр. гидрометеор. службы. - 423 с.
80. Гиляров, А.М. Соотношение биомассы и видового разнообразия в планктонном сообществе / А.М.Гиляров // Зоол. журнал. - 1969. - Т. 48. - № 4. - С. 27-35.
81. Гладышев, М.И. Биоманипуляция как инструмент управления качеством воды в континентальных водоемах (обзор литературы 1990-1999 гг.) / М.И. Гладышев // Биол. внутренних вод. - 2001. - № 2. - С. 3-15.
82. Гладышев, М.И. Биоманипуляция в обход трофического каскада на небольшом водохранилище / М.И. Гладышев, С.М. Чупров, В.И. Колмаков [и др.]. // ДАН. - 2003. - Т. 390. - № 2. - С. 276-277.
83. Гладышев, М.И. Биоманипуляция “top-down” в небольшом сибирском водохранилище без дафний / М.И. Гладышев, С.М. Чупров, В.И. Колмаков // Сибирский эколог. журн. - 2006. - Т. 13. - № 1. - С. 55-64.
84. Гладышев, М.И. Биоманипуляция “TOP-DOWN” в обход трофического каскада на небольшом сибирском водоеме/ М.И. Гладышев, С.М. Чупров, В.И. Колмаков [и др.].// Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами. - Т. 1. Улан-Удэ: изд-во БНЦ СО РАН, 2004. - С. 139.

85. Глазырина, Е.И. Биологические ресурсы водоемов бассейна реки Чулым / Е.И. Глазырина, А.Н. Гундризер, Н.А. Залозный. - Томск: изд-во ТГУ, 1980. -165 с.
86. Головкин, В.И. Рыбы реки Турухан: автореф. дис. ... к.б.н. - Томск, 1971. - 20 с.
87. Гольд, В. М. Опыт использования флуоресценции для дифференциальной оценки содержания хлорофилла у планктонных водорослей/ В.М.Гольд, Н.А. Гаевский, И.Ю. Шатров и др. // Гидробиол. журн. - 1986. - Т. 22. - № 3. - С. 80-85.
88. Гольд, З.Г. Оценка качества воды Красноярского водохранилища по биологическим критериям / З.Г. Гольд // Биологические процессы и самоочищение Красноярского водохранилища. - Красноярск: КрасГУ, 1980. - С. 175-189.
89. Гольд, З.Г. Словарь терминов и понятий по водным экосистемам (биологическая структура, качество вод, охрана) / З.Г. Гольд, И.И. Морозова. - Красноярск: КрасГУ, 2004. - 94 с.
90. Голубцов, А.С. Очерк ихтиофауны республики Алтай: систематическое разнообразие, распространение и охрана / А.С. Голубцов, Н.П. Малков. - М.: КМК, 2007. - 165 с.
91. Гончаров, Б.Ф. Опыт применения синтетических аналогов люлиберина для индукции созревания половых продуктов у осетровых рыб/ Б.Ф. Гончаров // Осетровое хозяйство водоёмов СССР. - Астрахань: изд-во ЦНИОРХ, 1984. - С. 94-95.
92. Гончаров, Б.Ф. Новый способ получения зрелых половых продуктов от производителей осетровых рыб / Гончаров, Б.Ф. // Фундаментальные науки – народному хозяйству. - М.: Наука, 1990. - С. 297-300.
93. Гост 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 14 с.
94. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши за 1960-1989 гг. - Красноярск, 1962-1990. - Т. 1. - Вып. 12.
95. Грезе, В.Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисея и их использование/ В.Н. Грезе // Изв. ВНИОРХ. - Т.41 - М.: Пищепромиздат, 1957. - 235 с.
96. Грезе, В.Н. Биологическая продуктивность р. Енисея и её рыбохозяйственное значение / В.Н. Грезе // Тр. Томского ун-та. - Томск. - 1953. - Т. 125. - С. 55-62.

97. Громов, Б.В. Микроорганизмы – паразиты водорослей: автореф. дис. ... докт. биол. наук. - Л.: ЛГУ, 1972. - 51 с.
98. Гулимов, А.В. Антропогенное воздействие на популяцию енисейской стерляди / А.В. Гулимов, В.А. Заделёнов // 1 Всерос. Конгресс ихтиологов. Тезисы докладов. - М.: изд-во РАН, 1997. - С. 148.
99. Гундризер, А.Н. Организация Чулымского государственного регионального осетрово-нельмового заказника в Томской области / А.Н. Гундризер, Г.И. Литосов // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. - Томск: ИПФ ТПУ, 1996. - С. 17-19.
100. Данилов, И.Д. Формирование криогенной экосистемы Арктического океана / И.Д. Данилов, А.Ю. Власенко, Д.С. Луковкин // Геоэкология. - 2000. - № 3. - С. 197-206.
101. Данченко, А.Д. Поликультура растительноядных рыб как метод интенсификации прудового рыбоводства: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калининград, 1974. - 24 с.
102. Детлаф, Т.А. Развитие осетровых рыб / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен. - М.: Наука, 1981. - 224 с.
103. Досаева, В.Г. Основные проблемы искусственного воспроизводства ценных видов рыб в Волго-Каспийском регионе / В.Г. Досаева // Естест. науки, 2012. - № 2. - С. 164-167.
104. Дрягин, П.А. Биология сибирского осетра, его запасы и рациональное использование / П.А. Дрягин // Изв. ВНИОРХ. - 1949. - Т. 29. - С. 3-51.
105. Дрюккер, В.В. Гидробиологический и гидрохимический режим водохранилищ р. Енисей / В.В. Дрюккер, Н.В. Авдеев, Н.В. Башенхаева // Тезисы докладов. – Куйбышев, 1986. – Ч. 2. - С. 48-50.
106. Дюбин, В.П. Состояние репродуктивной системы у белорыбицы *Stenodus leucichthys* (Salmoniformes, Coregonidae) при завершении полового цикла в условиях рыбоводного завода / В.П. Дюбин // Вопр. ихтиологии. - 2007. - 47. - № 4. - С. 537-541.
107. Егоров, А.Г. Промысел красной рыбы на р. Ангаре / А.Г. Егоров. - Иркутск: ОГИЗ, 1943. - 39 с.

108. Егоров, А.Г. Состояние и перспективы развития осетрового хозяйства в системе Байкала и р. Ангары / А.Г. Егоров// Осетровое хозяйство в водоёмах СССР. - М.: изд-во АН СССР, 1963. - С. 188-195.
109. Егоров, А.Г. Краткое сообщение об ангарской стерляди/ А.Г. Егоров// Изв. Биол.-геогр. НИИ при Иркутск. ун-те. - 1967. - Т. 20. - С. 299-312.
110. Егоров, А.Н. Термический и гидрологический режим оз. Таймыр / А.Н. Егоров, М.А. Науменко// География озёр Таймыра. - Л.: Наука, 1985. - С. 32-49.
111. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1989. - Т.1. - Вып. 12. - Красноярск: Сибирь. - 328 с.
112. Емелин, М.В. Формирование искусственных маточных стад шипа – один из способов сохранения биологического разнообразия экосистемы Каспийского моря / М.В. Емелин, В.Н. Шевченко, Р.Х. Мендгалиев// Естественные и инвазионные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: тез. докл. Междунар. науч. конф. - Ростов-на-Дону, 2007. - С. 118-120.
113. Ершова, Л.М. Изменение ледово-термического режима Енисея и Ангары под влиянием хозяйственной деятельности / Л.М. Ершова// Гидрологические исследования и мелиорация в Сибири. - Красноярск: изд-во СибНИИГиМ, 1980. - С. 3-10.
114. Ефремов, В.В. Популяция как природоохранная единица и единица природопользования у позвоночных животных / В.В. Ефремов // Журн. общей биол. - 2007. - 68. - №3. - С. 205-220.
115. Жукинский, В.Н. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши/ В.Н. Жукинский, О.Н. Оксийук, Г.Н. Олейник, С.И. Кошелева // Гидробиол. журн. - 1981. - Т. 17. - № 3. - С. 38-49.
116. Журавлева, О.Л. Изменение линейной и весовой структуры нерестовой части популяции русского осетра р. Волга под воздействием промысла, уровня воспроизводства и условий нагула / О.Л. Журавлева, Л.А. Иванова // Рыбное хоз-во.- 2007. - № 4. - С. 75-77.
117. Заворуев, В.В. Экспрессные люминесцентные методы анализа экологического состояния водных экосистем/ В.В. Заворуев, А.М. Кузнецов // Исследования эколого-географических проблем природопользования для обеспечения террито-

риальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России. - Нижневартовск: Приобье, 2000. - С. 205-209.

118. Заворуев, В.В. Исследование корреляционных зависимостей физиологического состояния фитопланктона с флуоресцентными откликами на основе использования его максимального и стационарного параметров/ В.В. Заворуев, А.Д. Апонасенко, В.Н. Лопатин, С.В. Качин// Экология и рациональное природопользование: Записки СПб горного института. - 2001. - Т. 149. - С. 71-74.

119. Заворуев, В.В. Экологическое состояние и оценка качества воды водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1/ В.В. Заворуев, В.А. Заделенов, А.В. Андрианова [и др.]. // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2005. - Вып. 7. - 2005. - С.51-56.

120. Заделенов, В.А. Опыт подращивания молоди енисейских осетра и стерляди в условиях бассейнового тепловодного хозяйства / В.А. Заделенов // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. - Томск: изд-во ТГУ, 1996. - С.68-69.

121. Заделенов, В.А. Опыт эксплуатации модульного осетрового комплекса на р. Енисей/ В.А. Заделенов // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. - Томск: ТГУ, 1998а. - С. 226-228.

122. Заделёнов, В.А.. Оценка изменения условий обитания и воспроизводства осетровых в бассейне Енисея / В.А. Заделенов // Биологическое разнообразие животных Сибири. - Томск: Изд-во Томского гос. ун-та, 1998б. - С. 194-195.

123. Заделёнов В.А. Состояние и перспективы осетроводства на Енисее/ В.А. Заделёнов // Проблемы экологии и экологического образования: состояние, пути решения. Тез. докл. Всероссийской науч.-практич. конфер. - Красноярск: изд-во КГПУ, 1998в. - С. 58-59.

124. Заделёнов, В.А. Состояние осетроводства в бассейне р. Енисея/ В.А. Заделенов // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. - Красноярск: изд-во КГПУ, 1999а. - С. 173-179.

125. Заделёнов, В.А. Характеристика структуры нерестового стада и условий воспроизводства енисейской нельмы / В.А.Заделенов // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. - Красноярск: изд-во КГПУ, 1999б. - С. 41-46.
126. Заделёнов, В.А. Характеристика биоценозов малых водотоков Красноярского края, используемых при разработке россыпных месторождений золота/ В.А. Заделенов // Сохранение биоразнообразия Приенисейской Сибири. - Красноярск: изд-во Красноярск. ун-та, 2000а. - С. 93-94.
127. Заделёнов, В.А. Современное состояние популяций осетровых рыб (Acipenseridae) и их кормовой базы в бассейне р. Енисей /Заделенов, В.А. // Сибирский эколог. журнал. - 2000б. - № 3. - С. 287-291.
128. Заделёнов, В.А. О необходимости экологической адаптации искусственно выращиваемой молоди осетровых/ В.А.Заделенов // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы. Мат-лы междунар. конф. - Томск: ТГУ, 2000в. - С. 106-108.
129. Заделёнов, В.А. Развитие осетроводства в бассейне Енисея/ В.А. Заделенов // Научно-технический симпозиум «Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов». - СПб., 2000г. - Т. 4. - С. 162-164.
130. Заделёнов, В.А. Ленок, популяция, обитающая в верховьях р. Чулым, бассейн р. Оби *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773)/ В.А. Заделенов. Красная Книга Красноярского края. – Красноярск, 2000д. - С. 45-46.
131. Заделёнов, В.А. Соотношение полов в нерестовом и нагульном стаде енисейской стерляди и её созревание/В.А. Заделёнов // Мат-лы конф. «Проблемы гидробиологии Сибири». - Томск: изд-во ТГУ, 2001а. - С. 90-91.
132. Заделёнов, В.А. Влияние антропогенных факторов на популяцию стерляди р. Енисея/ В.А. Заделенов// Мат-лы Всерос. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных экосистем. Проблемы и перспективы гидробиологии и ихтиологии в XXI веке». – Саратов, 2001б. - С. 66-69.
133. Заделенов, В.А. Эколого-биологические основы увеличения численности осетровых рыб в бассейне р. Енисея: автореферат диссер... к.б.н. - Красноярск: КрасГАУ, 2002а. - 22 с.

134. Заделёнов, В.А.. Получение и подращивание молоди осетровых рыб на базе бассейновых тепловодных хозяйств г. Красноярска / В.А. Заделенов // Научно-технические технологии – краевой экономике (каталог инновационных проектов). - Красноярск: ГУ «ЦНТИ», 2002б. - С. 87-92
135. Заделенов, В.А. Методические аспекты сохранения тайменя *Hucho taimen* (Pallas) в водоёмах Красноярского края/ В.А. Заделенов // Мат-лы Междунар. симпозиума «Холодноводная аквакультура: старт в XXI век». - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. - С. 174-175.
136. Заделёнов, В.А. Стерлядь бассейна р. Енисей: естественное и искусственное воспроизводство / В.А. Заделенов // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. - М.: Экономика и информатика, 2004. - С. 77-93.
137. Заделёнов, В.А. Соотношение полов в нерестовом и нагульном стаде енисейской стерляди/ В.А. Заделенов // Проблемы гидробиологии Сибири. - Томск: Дельтаплан, 2005. - С. 109-112.
138. Заделёнов, В.А. Эколого-биологическая характеристика и оценка состояния запасов рыб в зоне влияния Ванкорского месторождения/ В.А. Заделенов // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: Изд-во КНИИГиМС, 2007а. - Вып. 9. - С. 65-74.
139. Заделёнов, В.А. Сохранение биологического разнообразия ценных видов рыб в водоемах Красноярского региона/ В.А. Заделенов // Биологические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири. - Томск: изд-во ООО Лито-Принт, 2007б. - С. 104-109.
140. Заделёнов, В.А. Пищевая обеспеченность молоди осетровых рыб в р. Енисее в районе естественных нерестилищ / В.А. Заделенов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2007в. - № 2. - С. 24-29.
141. Заделёнов, В.А. Сохранение и воспроизводство стерляди енисейской популяции – перспективного объекта осетрового хозяйства России / В.А. Заделенов // Рыбное хозяйство. – 2007г. - № 1. - С. 86-89.
142. Заделёнов, В.А. Стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus бассейна р. Енисей (библиографический обзор) / В.А. Заделёнов // Осетровое хозяйство, 2008, № 2. - С. 61-68.

143. 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. Межд. конф. - Красноярск: ИПК СФУ, 2010. - С. 514-518.
144. Заделёнов, В.А. Устройство для инкубации икры рыб / В.А. Заделёнов, В.П. Ягин // Патент РФ № 2159542. - 14 с.
145. Заделёнов, В.А. Влияние разработок россыпных месторождений на продукционные характеристики и ихтиофауну горных рек центральной части Красноярского края / В.А. Заделёнов, С.Л. Бурнев, В.О. Клеуш [и др.]. // Изв. ГосНИОРХ, 1989. - Т. 296. - С. 113-120.
146. Заделёнов, В.А. Рост и рационы молоди енисейского осетра при выращивании на живых и искусственных кормах / В.А. Заделёнов, В.А. Морозов // Изв. ГосНИОРХ, 1989. - Т. 296. - С.42-49.
147. Заделёнов, В.А. Выращивание осетровых на рыбоводных хозяйствах предприятий г. Красноярска / В.А. Заделёнов, Э.А. Костромин, Г.Н. Арасланова // Актуальные проблемы биологии. - Красноярск: КГУ, 1994. - С. 37.
148. 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.
149. Заделёнов, В.А. Технология искусственного воспроизводства енисейских осетровых в условиях бассейнового хозяйства / В.А. Заделёнов, А.А. Куклин // Междунар. симпозиум «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре». – Краснодар, 1996. - С. 80-81.
150. Заделёнов, В.А. Искусственное воспроизводство осетровых на Енисее/ В.А. Заделёнов, А.А. Куклин // I Всерос. конгресс ихтиологов. - М.: изд-во РАН, 1997. - С. 313.

151. Заделенов, В.А. Концепция развития осетроводства в Красноярском крае/ В.А.Заделёнов, А.А. Куклин // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. - Томск: ТГУ, 1998а. - С.228-229.
152. Заделенов, В.А. Особенности питания осетровых Енисея/ В.А. Заделенов, М.А. Трофимова // Биологическое разнообразие животных Сибири. - Томск: изд-во Томского гос. ун-та, 1998б. - С. 136-137.
153. Заделенов, В.А. Опыт использования нового инкубационного аппарата для икры осетровых рыб / В.А. Заделенов, И.Б. Ивашкин// Проблемы современного товарного осетроводства. Тез. докл. 1 науч.-практич. конф. - Астрахань: «БИОС», 1999а. - С. 32-34.
154. 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 Томск. ГУ. – 2001а. - № 274. - С. 130-132.
155. Заделёнов, В.А. Основные виды техногенного воздействия на водные биоресурсы при освоении минерально-сырьевой базы / В.А. Заделёнов, М.А. Трофимова, И.В. Космаков // Вестник Томск. ГУ. – 2001б. - № 274. - С. 133-135.
156. Заделёнов, В.А. Весенненерестующие лососевидные рыбы Центральной Сибири / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин// Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС. - Вып. 4. - 2003. - С. 244-254.
157. Заделенов, В.А. Питание белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС-1/ В.А. Заделенов, А.В. Андрианова, В.В. Заворуев [и др.]. // Вестник КрасГАУ. - № 9. – 2005а. - С. 142-147.
158. 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: Дельтаплан, 2005б. - С.113-117.
159. Заделенов, В.А. Организация ихтиологического заказника краевого значения «Чулымский» / В.А. Заделенов, К.И. Распопин [и др.]. // Пробл. использ. и охраны природ. ресур. Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2005в. - Вып. 7. - С. 69-72.

160. Заделенов, В. А. К структуре популяции сибирского осетра р. Енисей / В.А. Заделенов, Н.Д. Гайденок // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Мат-лы докл. 4 Международ. научн.-практ. конф. - М., 2006. - С. 199-202.
161. Заделёнов, В.А. Воспроизводство енисейских осетровых / В.А. Заделёнов, Ю.В. Михалёв // Рыбоводство. - 2006. - № 3-4. - С. 33-35.
162. Заделенов, В.А. Исследование питания белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС-1 флуоресцентным методом / В.А. Заделенов, В.В. Заворуев, С.М. Величко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2006. - Вып. 4. - С. 59-65.
163. Заделенов, В.А. Антропогенное влияние на нельму *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) енисейской популяции / В.А. Заделенов, М.А. Белов // Мат-лы межд. конф. «Современное состояние водных биоресурсов». – Новосибирск, 2008. - С. 228-233.
164. Заделёнов, В.А. Состояние рыбного хозяйства в водохранилищах Ангара-Енисейского каскада / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин, П.М. Долгих // Рыбное хоз-во, 2008. - № 6. - С. 66-69.
165. Заделенов, В.А. Результаты вселения леща в бассейн р. Енисея / В.А. Заделёнов, П.М. Долгих // X съезд Гидробиологического общества при РАН. Владивосток, 2009. С. 143.
166. Заделенов, В.А. Влияние рыбы-сестофага белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* на состояние фитопланктона в Берешском водохранилище (Красноярский край) / В.А. Заделенов, Л.А. Щур // Вестник КрасГАУ. - № 8. - 2009. - С. 89-97.
167. 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. Межд. конф – Тюмень: Госрыбцентр, 2010. - С.113-117.
168. Заделёнов, В.А. Характеристика состояния любительского рыболовства в Красноярском крае / В.А. Заделёнов, Е.Н. Шадрин Е.Я Мучкина // Инновации в науке и образовании: опыт, проблемы, перспективы развития. Мат-лы Всерос. очно-заочной науч.-практич. конф. с межд. участием. - Красноярск, 2010: КрасГАУ. - С. 351-355.
169. Заделёнов, В.А. Искусственное воспроизводство тайменя *Hucho taimen* (Pallas, 1773) бассейна р. Енисей на базе временного рыбоводного комплекса/

- В.А. Заделенов, М.И. Кривцов, Е.Н. Шадрин // Современное состояние водных биоресурсов. Мат-лы Медунар. конф. - Новосибирск, 2014:НГАУ. – С.
170. Закон Российской Федерации «Об особо охраняемых природных территориях». -1995.
171. Закон Красноярского края от 28.09.95 г. № 7-175 «Об особо охраняемых природных территориях в Красноярском крае».
172. Закон Красноярского края от 28.06.96 г. № 10-301 «О Красной книге Красноярского края».
173. Зиновьев, В.П. Экспресс-методы определения качества вод по зообентосу в реках Восточной Сибири/ В.П. Зиновьев // Методы индикации и биотестирования природных вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 160 с.
174. Иванова, Е.А. Роль литорали водохранилищав инициации «цветения» воды синезелеными водорослями/ Е.А. Иванова // Сиб. экол. журн. - 2006. - 13. - № 1. - С. 105-113.
175. Иванова, Н.В. Естественное воспроизводство печорской нельмы в условиях запретного режима/ Н.В. Иванова // Третье Всесоюз. совещание по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Тюмень, 1985. - С. 199-201.
176. Игнатьева, Г.М. Ранний эмбриогенез рыб и амфибий/ Г.М. Игнатьева. -М.: Наука, 1979. - 175 с.
177. Изменение климата и биоразнообразие России / Под ред. Д.С. Павлов, В.М. Захаров. - М.: Акрополь, 2007. - 96 с.
178. Исаева, О.М., Заделёнов В.А., Белов М.А., Политов Д.В., Балдина С.Н., Гордон Н.Ю. Морфология и генетическая структура популяций нельмы р. Енисей / О.М. Исаева, В.А. Заделёнов [и др.]. // Мат. Всерос. конф. «Биологическое разнообразие и продуктивность водных экосистем Севера». - Якутск: ЯФ ФГУП Госрыбцентр, 2012. - С. 147-154.
179. Исаченко, В.Л. Рыбы Туруханского края, встречающиеся в Енисее // Материалы по исследованию р. Енисея в рыбопромысловом отношении. Красноярск. 1912. Т.1. Вып. 6. 111 с.

180. Исаченко, В.Л. К вопросу о питании рыб бассейна р.Енисея/ В.Л.Исаченко // Мат-лы по исслед. р.Енисея в рыбопром. отношении. – Красноярск, 1916. -Вып. 16. - 88 с.
181. Исаченко, В.Л. Новый вид сига из бассейна р. Енисея/В.Л.Исаченко// Тр. Сибирск. ихтиол. лаборатории. – Красноярск, 1925. - Т. 2.- Вып. 2. -С. 1-19.
182. Исследования видов рыб, занесённых в Красную книгу Красноярского края / В.А.Заделёнов [и др.] // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: изд-во КНИИГиМС, 2001б. - Вып. 3. - С. 170-180.
183. Каев, А.М. Заводское разведение лососей в Сахалинской области/ А.М.Каев, Ю.И. Игнатьев// Рыбное хоз-во. - 2007. - № 6. - С. 57-60.
184. Каев, А.М. Горбуша Сахалина: взгляд через путину – 2007/ А.М.Каев// Рыбное хоз-во. - 2008. - № 2. - С. 50-52.
185. Каев, А.М. Значение заводского разведения горбуши и кеты для их промысла в Сахалинской области / А.М. Каев // Рыбное хоз-во, 2010. - № 5. - С. 57-61.
186. Карпюк, М.И. Развитие аквакультуры – важный фактор сохранения водных биоресурсов Каспийского моря / М.И.Карпюк, М.В. Михайлова, А.Ю. Мажник // Рыбное хоз-во. - 2004. - № 6. - С. 16-18.
187. К воспроизводству весенне-нерестующих лососевидных рыб в бассейне р. Енисея / В.А. Заделёнов [и др.] // Мат-лы Межд. конф. «Современное состояние водных биоресурсов». – Новосибирск, 2010. – 240-243.
188. Кильдюшкин, В.А. Биопродуктивность, охрана и рациональное использование сырьевых ресурсов рыбохозяйственных водоемов Восточной Сибири / В.А.Кильдюшкин, В.В.Шуба. - Улан-Удэ: ВостСибРыбНИИПроект, 1989. -С. 39.
189. Кириллов, М.В. География Красноярского края и история развития его природы / М.В. Кириллов. - Красноярск: изд-во КГПИ, 1970. - 210 с.
190. Китаев, С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон / С.П. Китаев.- М.: Наука, 1984. - 204 с.
191. Кожова, О.М. Фитопланктон и продукционно-деструкционные процессы в Братском водохранилище / О.М. Кожова // Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. - Минск: БГУ, 1973. - С. 71-82.

192. Колмаков, В.И. К вопросу о возможности применения *Hypophthalmichthys molitrix* для предотвращения «цветения» воды в сибирских водоемах-охладителях / В.И. Колмаков // Сибирский экол. журн. - 2006. - Т. 13. - № 1. - С. 65-71.
193. Комлев, В.Г. Количественные изменения зообентоса р. Енисей на участке г. Красноярск - устье р. Ангара / В.Г. Комлев // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып. 2. Элементы биотического круговорота. - Иркутск. - 1981. - С. 44.
194. Коновалов, А.Ф. Биоманипуляционный аспект акклиматизации судака в крупные озера Вологодской области / А.Ф.Коновалов // Трофические связи в водных сообществах и экосистемах: Мат-лы Международ. конф. - Борок: ИБВВ, 2003. - С. 55-56.
195. Константинов, А.С. О возможностях использования белого толстолобика для депрессии развития цианобактерий / А.С.Константинов, В.С. Вечканов// Тез. докл. Всес. совещ. по совершенств. биотехники прудового рыбоводства. - М.: ВНИИПРХ, 1980. - С. 132-133.
196. Кончиц, В.В. Выращивание сеголетков белого толстолобика в БССР / В.В.Кончиц/ // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии. - Минск, 1972. - С. 34-38.
197. Корнева, Л.Г. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика фитопланктона волжских водохранилищ/ Л.Г.Корнева, С.И. Генкал // Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги. - Ярославль: ЯГТУ, 2000. - С. 5-112.
198. Корытный, Л.М. Реки Красноярского края / Л.М. Корытный. - Красноярск: Красноярское книжное изд-во, 1991. - 157 с.
199. Космаков, И.В. Термический и ледовый режим в верхних и нижних бьефах высоконапорных гидроэлектростанций на Енисее / И.В.Космаков. - Красноярск: Изд-во «Кларентиум», 2001. - 144 с.
200. Космаков, И.В. Некоторые особенности гидрологического режима глубоководного Красноярского водохранилища в период нормальной эксплуатации / И.В.Космаков, М.В. Петров, Т.Г. Андреева // Биологические процессы и самоочищение Красноярского водохранилища. - Красноярск: Ред.-изд. отдел КГПУ, 1980. - С. 3-26.
201. Космаков, И.В. Воздействие изменения ледового режима Енисея ниже плотины Красноярской ГЭС на ихтиофауну реки / И.В. Космаков, В.М. Петров, В.А. Заделенов // Геориск, 2011. - №1. - С. 32-36.

202. Костюничев, В.В. Нельма, как перспективный объект аквакультуры / В.В. Костюничев // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. – Тюмень, 2010. – Госрыбцентр. – С.215-218.
203. Кошелев, Б.В. Экология размножения рыб / Б.В. Кошелев. – М.: Наука, 1984. – 307 с.
204. Кравчук, Е.С. Эколого-физиологические аспекты «цветения» воды синезелеными водорослями в двух разнотипных водохранилищах (район Красноярск): автореф. дис. к.б.н. – ИБВВ РАН. – 2004. – 21 с.
205. Красиков, С.П. Техническая база промышленного рыболовства и показатели рыбного промысла по бассейнам рек Красноярского края / С.П.Красиков // Тр. Красноярского отделения СибНИИРХ, 1967. – Т. 9. – С. 246-260.
206. Красикова, В.А. Биология и промысел чира *Coregonus nasus* (Pallas) р. Пясины / В.А.Красикова, С.М. Сесягин// Тр. Красноярского отд-ния сибирск. НИИ рыбного хоз-ва, 1967. – Т. 9. – С. 231-245.
207. Красикова, В.А. Тугун *Coregonus tugun* (Pallas) из Норильских озер/ В.А. Красикова // Вопр. ихтиологии, 1967. – Т. 7. – Вып. 4. – С. 601-608.
208. Красикова, В.А. Материалы по биологии сига-валька [*Coregonus cylindraceus* (Pallas et Pennandt)] из Норильской озерно-речной системы/ В.А. Красикова // Вопр. ихтиологии, 1968. – Т. 8. – Вып. 2 (49). – С. 377-380.
209. Красная книга Иркутской области / Отв. редактор В. В. Попов. – Иркутск: ООО «Время странствий», 2010. – 480 с.
210. Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / Е.Е. Сыроечковский, Э.В. Рогачёва. – Красноярск: Красноярск. книжн. изд-во, 1995. – 408 с.
211. Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / Е.Е. Сыроечковский, Э.В. Рогачёва, А.П. Савченко [и др.]. – Красноярск: изд-во Красноярск. гос. ун-та, 2000. – 248 с.
212. Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. – Красноярск: изд-во института физики СО РАН, 2004. – 248 с.

213. Красная книга Красноярского края: В 2 т. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / А.П. Савченко, А.А. Баранов, В.А. Заделёнов [и др.]. - Красноярск: СФУ, 2012. - 205 с.
214. Красная книга Российской Федерации (животные). - Москва: изд-во Астрель, 2000. - 863 с.
215. Красная Книга Томской области. - Томск: изд-во Томск. ГУ, 2002. - 402 с.
216. Красная книга Республики Тыва. Животные / Путинцев Н.И., Аракчаа Л.К., Забелин В.И. [и др.]. - Новосибирск: СО РАН; Филиал «Гео», 2002. - 168 с.
217. Красная книга Республики Хакасия Животные / Анюшин В.В., Савченко А.П., ... Заделёнов В.А. [и др.]. - Новосибирск: Наука, 2004. - 320 с.
218. Красная книга Республики Хакасия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / Савченко А.П., Баранов А.А., Емельянов В.И., Смирнов М.Н., Заделёнов В.А. [и др.]. 2-е изд. - Красноярск-Абакан: СФУ, 2014. - 354 с.
219. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации или зон экологического бедствия / Утв. Мин. экологии. - М., 1992. - 50 с.
220. Крохалевский, В.Р. Как спасти сибирского осетра?/ В.Г. Крохалевский и др // Рыбоводство и рыболовство. - 1996.- № 2. -С. 8-9.
221. Крохалевский, В.Р. Проблемы организации и регулирования промысла сиговых видов рыб в Обь-Иртышском бассейне / В.Р. Крохалевский // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. - Тюмень: Госрыбцентр, 2010. - С.171-173.
222. Кудерский, Л.А. Состояние рыбного населения и создание сети особо охраняемых водных объектов в северном сегменте территории России / Л.А.Кудерский, Л.П. Петрова// Экологическое состояние континентальных водоемов северных территорий: Труды Межд. конф. - СПб., 2005. - С. 237-247.
223. Куклин, А.А. Ихтиофауна водоемов бассейна Енисея: изменения в связи с антропогенным воздействием / А.А. Куклин // Вопр. ихтиологии. - 1999. -Т. 39. -№ 4. - С. 478-485.

224. Куклин, А.А. Структура нерестовой части популяции енисейской нельмы / А.А.Куклин, В.В. Лопатин // Биологические проблемы Севера. Тезисы 10 Всесоюз. симпозиума. – Магадан, 1983. - Ч. 2. - С. 187-188.
225. Курбатский, А.А. К современной характеристике размерно-возрастной и половой структуры популяции сибирского осетра в бассейне Енисея / А.А. Курбатский, В.А. Заделенов, Е.Я.Мучкина // Вестник КрасГАУ, 2009. - №12. - С.119-123.
226. Лазарев, В.Т. Что имеем, не храним – потерявши – плачем / В.Т.Лазарев // Рыбное хоз-во. - 2007.- № 4. -С. 78.
227. Левенко, Б.А. Использование переменной флуоресценции для индикации физиологического состояния фитопланктона Белого моря / Б.А.Левенко, Д.Н. Маторин, П.С. Венедиктов // Биол. науки. - 1990. - № 5. - С. 46-52.
228. Левич, А.П. Управление структурой фитопланктонных сообществ (эксперимент и моделирование) : автореф. дис. докт. биол. наук. - М.:МГУ, 2000. - 41 с.
229. Летичевский, М.А. Воспроизводство белорыбицы / М.А.Летичевский. - М.: Легкая и пищевая пром, 1983. - 112 с.
230. Лопатин, В.Н. Сохранение биологического разнообразия редких и исчезающих видов рыб в водоемах Красноярского края / В.Н.Лопатин, В.А. Заделёнов // Рыбное хозяйство. - 2006. - № 5. - С. 43-46.
231. Лукин А.А., Решетников Ю.С., Терещенко В.Г. Динамика рыбного населения озера Имандра под влиянием загрязнения и перелова / А.А. Лукин, Ю.С. Решетников, В.Г. Терещенко // Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России. - СПб: ГосНИОРХ, 2011. - С. 217-221.
232. Лукьянчиков, Ф.В. Рыбы системы реки Хатанги/ Ф.В.Лукьянчиков// Тр. Красноярск. отд. ВНИОРХ. - 1967. - Т. 9. - С. 11-93.
233. Магомаев, Ф.М. Развитие осетроводства в Дагестане / Ф.М. Магомаев, В.Г. Чипинов // Юг России: экология, развитие, 2012. -№ 1. - С.103-109.
234. Макаренко, А.А. Промысел красной рыбы на р. Ангаре /А.А.Макаренко. - СПб., 1902. - 62 с.

235. Маляревская, А.Я. Влияние синезеленых водорослей на некоторые показатели обмена веществ окуня / А.Я.Маляревская, Т.И. Биргер [и др.]. // Цветение воды. – Киев, 1969. - Вып. 2. - С. 244-265.
236. Маляревская, А. Я. К изучению метаболических связей между синезелеными водорослями и рыбами / А.Я.Маляревская, Т.И. Биргер [и др.]. // Гидробиол. журн. -1972. - Т. 8. - № 3. - С. 47-55.
237. Маляревская, А. Я. Влияние на рыб синезеленых водорослей при применении их в качестве корма /А.Я. Маляревская, Т.И. Биргер [и др.]. // Влияние синезеленых водорослей на обмен веществ у рыб. -Киев: Наукова думка,1973. - 195 с.
238. Мамонтов, А.М. Размещение и численность рыб в Окинской части Братского водохранилища /А.М.Мамонтов // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. – М., 1970а. - С. 190-194.
239. Мамонтов, А.М. Стерлядь р. Ангары и Братского водохранилища /А.М.Мамонтов // там же. - М., 1970б. - С. 195-212.
240. Мамонтов, А.М. Рыбы Братского водохранилища/ А.М.Мамонтов. - Новосибирск: Наука, 1977. - 248 с.
241. Матковский, А.К. Основные закономерности динамики численности муксуна *Coregonus muksun* реки Обь / А.К.Матковский // Вопр. рыбол., 2006а. - Т. 7. - №3. - С. 505-521.
242. Матковский А.К. Изучение динамики численности нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) Обь-Иртышского бассейна /А.К. Матковский // Вопр. рыбол., 2006. - Т. 7. - №4. - С. 568-583.
243. Матковский А.К. Изучение особенностей формирования запасов и динамики численности обского чира (*Coregonus nasus* Pallas) // Вопр. рыболовства, 2009б. - Т.10. - №2. - С. 326-341.
244. Маторин, Д.Н. Использование флуоресцентных методов измерения активности фотосистемы II при биомониторинге фитопланктона/ Д.Н.Маторин// Биофизика. - 2000. - Т. 45. - Вып. 3. - С. 491-494.
245. Международный кодекс зоологической номенклатуры, принятый на XV Международном зоологическом конгрессе. - М.-Л.: Наука, 1966. -100 с.

246. Мельничук, Г.Л. Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчёта рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоёмах / Г.Л.Мельничук. - Л.: ГосНИОРХ, 1978. - 22 с.
247. Меньшиков, М.И. К систематике сибирской стерляди (*Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt) /М.И. Меньшиков // Изв. Биол. НИИ при Пермском ун-те. -1937.- Т. 11. - Вып. 3-4. - С. 55-75.
248. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам. - Приложение к приказу Росрыболовства от 25.11.2011 N 1166. - 74 с.
249. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. -М.: Наука, 1974. - 209 с.
250. Методики изучения биогеоценозов внутренних водоемов. - М.: Наука, 1975. -240 с.
251. Методические указания по заводскому воспроизводству кубенской нельмы. Л.: ГосНИОРХ, 1979.- 20.
252. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. – Л.: Гидрометео-издат, 1989. - Вып. 2. – 280 с
253. Мильштейн, В.В. Осетроводство / В.В.Мильштейн. - М.: Пищ. пром-сть, 1982. - 151 с.
254. Михайлова, М.В. Искусственное воспроизводство рыбных запасов и его эффективность / М.В. Михайлова, В.Е. Федяев// Рыбное хоз-во, 2011. - № 3. - С. 76-78.
255. Михалев, Ю.В. К биологии и регулированию промысла проходного осетра р. Енисея / Ю.В. Михалев // Рыбы и кормовые ресурсы бассейнов рек и водохранилищ Восточной Сибири. - Красноярск: КО СибНИИРХ, 1967. -Т.9. -С. 104-107.
256. Михалев Ю.В. Воспроизводство енисейского осетра // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири. Иркутск: изд-во Лимнол. ин-та АН СССР. 1969. С.104-107.
257. Михалёв, Ю.В. Водный и рыбохозяйственный фонд Красноярского края и Тувинской АССР / Ю.В.Михалев // Тр. ГосНИОРХ, 1989. - Вып. 296.- С. 100-112.
258. Михалёв, Ю.В. О биологических показателях состояния популяций осетра и стерляди Енисея / Ю.В.Михалёв, Т.В. Михалёва // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. - Красноярск, 1999. - С. 63-72.

259. Михалёв, Ю.В. О питании стерляди Енисея собственной икрой/ Ю.В.Михалёв, Т.В. Михалёва // Тезисы докл. 8 съезда ГБО РАН. - Калининград: АтлантНИРО, 2001. -Ч. 1. - С. 125-126.
260. Михеева, Т.М. Антропогенные изменения экосистем малых озёр (причины, последствия, возможность управления) / Т.М.Михеева//Матер. Всесоюз. совещ. - СПб., 1990-1991. - Кн. 2. - С. 241.
261. Михеева, Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог/ Т.М. Михеева. -Минск: БГУ, 1999. - 396 с.
262. Мицукова, Л.Д. Состояние и проблемы осетрового хозяйства в Красноярском крае/ Л.Д. Мицукова, В.А. Заделёнов, Ю.В. Михалёв // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. –Красноярск, 2000. - С. 81-90.
263. Мицукова, Л.Д. Концепция программы сохранения и устойчивого использования осетровых рыб в Красноярском крае / Л.Д.Мицукова, В.А. Заделёнов, Ю.В. Михалёв // Мат-лы 8 съезда Гидробиол. Общ-ва РАН. - Калининград: изд-во АтлантНИРО, 2001. - Т. 1. - С. 127-128.
264. Моисеенко, Т.И. Водные ресурсы Евро-Арктического региона и ключевые проблемы изменения их качества / Т.И. Моисеенко // Природопользование в Евро-Арктическом регионе: опыт XX века и перспективы. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2001. - С. 23-39.
265. Моисеенко, Т.И. Теория критических нагрузок и ее приложение к определению воздействия загрязняющих веществ на поверхностные воды Севера / Т.И. Моисеенко // Тр. КНЦ РАН. Т. 1. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. - С. 337-346.
266. Моисеенко, Т.И. Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики / Т.И. Моисеенко. - Апатиты: Изд. КНЦРАН, 1997. - 261 с.
267. Монастырский, Г.И. О типах нерестовых популяций у рыб / Г.И.Монастырский // Зоол. журнал. - 1949. - Т. 28. - Вып. 6. - С. 535-544.
268. Мордухай-Болтовской, Ф.Д. Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов (обзор) / Ф.Д. Мордухай-Болтовской //Экология организмов водохранилищ-охладителей. - Л.: Наука, 1975. - С. 7-69.

269. Морозова, О.Г. Факторы эвтрофикации экосистемы водоемов-охладителей и принципы оптимизации качества воды для технологических целей и аквакультуры/ автореф. ... д.б.н. Красноярск: КГПУ, 2003. - 50 с.
270. Мыслович, В.О. Влияние цианофага АМ-1 на лизис синезеленой водоросли *Microcystis aeruginosa*/В.О.Мыслович // Мат-лы V Всесоюз. науч. симпозиума по соврем. проблемам самоочищения и регулирования качества воды. -Таллин: 1975. - С. 99-103.
271. Мухачев, И.С. Сиговому хозяйству – поддержку государства /И.С. Мухачев // Рыбоводство и рыболовство. - 1998. - № 3-4. - С. 21-22.
272. Мухачев, И.С. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди / И.С. Мухачев. - Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. -176 с.
273. Негоновская, И.Т. О результатах и перспективах вселения растительоядных рыб в естественные водоемы и водохранилища СССР/ И.Т. Негоновская// Вопр. ихтиологии. -1980. - Т. 20. - Вып. 4. - С. 702-712.
274. Негоновская, И.Т. Проектная, фактическая и потенциальная рыбопродуктивность водохранилищ / И.Т. Негоновская // Тр. ГосНИОРХ. Л.,1986. Т. 242. С. 4-28.
275. Нефедов, С.А. О состоянии популяции обского осетра и необходимости формирования его продукционного стада в условиях промышленных рыбоводных хозяйств / С.А.Нефедов, Е.А. Федосеева, И.В. Нефедова // Межд. науч.-практич. конф. «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке». - Астрахань, 2007. - С. 251-253.
276. Никаноров, А.М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А.М.Никаноров, А.В. Жулидов. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 309 с.
277. Николаев, И.И. Определение качества вод озер по гидробиологическим показателям/ И.И. Николаев // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Труды II советско-английского семинара. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. - С.43-57.
278. Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. - М.: Пищ. пром-сть. 1980. 182 с.

279. Никоноров, С.И. Проблемы искусственного воспроизводства белорыбицы и сохранения её генетического разнообразия с применением криотехнологии / С.И.Никоноров, В.И. Ананьев, Т.С. Голованова// Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. - Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. - С. 113-118.
280. Новоселов, А.П., Лукин А.А. Современное состояние сиговых рыб Европейского Северо-Востока России и разработка путей их рационального использования / А.П. Новоселов, А.А. Лукин // Рыбное хоз-во, 2013. - № 4. - С. 16-21.
281. Оксийук, О.Н. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.Н.Оксийук, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский и др. // Гидробиол. журн., 1993. - Т. 29.- № 4. - С. 62-76.
282. Олышанская, О.Л. О случаях неежегодного нереста енисейской стерляди / О.Л. Олышанская // Биологические основы рыбного хозяйства. - Томск: изд-во Томск. ун-та, 1959. - С. 64-67.
283. Осинев, А.Г. Встречное расселение, вторичный контакт и видообразование у ленков рода *Brachymystax* (Salmonidae, Salmoniformes) / А.Г.Осинев // Генетика. - 1993. - Т. 29. - № 4. - С. 654-668.
284. О состоянии окружающей природной среды Красноярского края в 1999 году / Ежегодный доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Красноярского края. - Красноярск, 2000. -192 с.
285. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2007 году / Государственный доклад. - Красноярск: КФ ФГУП «Госцентр «Природа», 2008. - 266 с.
286. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2012 году / Государственный доклад. - Красноярск: КФ «НИИП центр «Природа», 2013. - 314 с.
287. Основные гидрологические характеристики. Т. 16. Ангара-Енисейский район. - Вып. 1. - Енисей. - Л.: Гидрометеиздат, 1995. - 388 с.
288. Остапенко, В.А. Биологические особенности осетра и карпа при выращивании по малоотходной технологии в индустриальном хозяйстве: автореф. дис... к.б.н. - Новосибирск, 2002. - 23 с.

289. Остроумов, Н.А. Рыбы и рыбный промысел реки Пясины/ Н.А.Остроумов // Тр. Полярн. комис. -1937. -Вып. 30. -С. 3-115.
290. Оценка современного состояния экосистемы водоема-охладителя Берёзовской ГРЭС-1, Красноярский край / А.В. Андрианова, В.В. Заворуев, В.А. Заделёнов [и др.] // Водные ресурсы, 2006. - Т. 37. - № 2. - С. 176-186.
291. Павлов, Д.С. Покатная миграция рыб через плотины ГЭС/ Д.С.Павлов, А.И. Лупандин, В.В. Костин. -М.: Наука,1999. -255 с.
292. Перепелин, Ю.В. Многолетняя динамика биологических показателей нерестового стада омуля *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1876) низовьев реки Енисея / Ю.В. Перепелин, В.А. Заделёнов, Е.Я. Мучкина // Вестник КрасГАУ, 2010. - № 9. - С. 125-129.
293. Перепелин, Ю.В. Современное состояние рыбохозяйственного комплекса Енисейского рыбохозяйственного района / Ю.В. Перепелин, В.А., Заделёнов, А.Н. Гадинов // Вопр. рыболовства, 2012. - Т. 13. - №2. - С. 227-238.
294. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях /Ю.А. Песенко. - М.: Наука, 1982. - 286 с.
295. Петкевич А.Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства в Обь-Иртышском бассейне: автореф. дисс... д.б.н. - Томск, 1972. - 66 с.
296. Петкевич, А.Н. Осетр верхней и средней Оби/ А.Н. Петкевич и др. // Тр. Барабинск. отд. ВНИОРХ. – Новосибирск,1950. -Т. 4. - С. 3-54.
297. Петлина, А.П. Редкие и малочисленные виды рыб бассейна Нижней Оби/ А.П. Петлина, Т.В. Юракова // Популяционная экология животных: Мат. Межд. конф. – Томск, 2006. - С. 505-507.
298. Петров, И.М. Влияние сброса вод ГЭС на экологию Красноярского края/ И.М.Петров, М.Н. Петров // Фундам. исслед., 2006. - №9. - С. 45.
299. Петрова, Т.Г. Предварительные рекомендации по биотехнике товарного выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием тёплых вод / Т.Г.Петрова. - М.: ВНИИПРХ, 1977. - 22 с.
300. Пирожников, П.Л. Сиговые рыбы сибирских рек / П.Л. Пирожников // Изв. ВНИОРХ, 1949. - Т. 44. - С. 97-179.

301. Плохинский, Н.А. Математические методы в биологии / Н.А. Плохинский. - М.: изд-во МГУ, 1978. - 265 с.
302. Подлесный, А.В. Морфологические и биологические черты ленка и речного сига р. Ангары / А.В.Подлесный // Тр. ВГБО, 1953. - Т. 5. - С. 275-282.
303. Подлесный, А.В. Осетр Енисея / А.В.Подлесный // Вопр. ихтиологии, 1955. - Вып. 4. - С. 21-40.
304. Подлесный, А.В. Рыбы р. Енисей, условия их обитания и использование/ А.В.Подлесный // Изв. ВНИОРХ, 1958. - Т. 44. - С. 97-178.
305. Подлесный, А.В. Братское водохранилище / А.В.Подлесный // Водохранилища СССР и их рыбохозяйственное значение. - Л.: Наука, 1961. - С. 225-233.
306. Подушка С.Б. Прижизненное получение икры у осетровых рыб / С.Б.Подушка // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. - Тюмень: изд-во Сибрыбниипроект, 1996. - С. 115-116.
307. Подушка, С.Б. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей / С.Б. Подушка // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. - СПб: изд-во ИНЭНКО, 1999а. - Вып. 2. - С. 4-19.
308. Подушка, С.Б. Ускоренное формирование маточных стад осетровых в рыбноводных хозяйствах / С.Б.Подушка // Пробл. современ. товарного осетроводства. - Астрахань: изд-во «БИОС», 1999б. - С. 71-73.
309. Покровский, И.И. Рыбный промысел р.Ангары и его роль в экономике края / Покровский, И.И. // Тр. Сибирск. научн. рыбохоз. станции. – Красноярск, 1929. -84 с.
310. Пономарев, С.В. Рост осетровых рыб при интенсивной технологии выращивания / С.В. Пономарев, Н.В. Болонина // Международ. отраслевая науч. конф. - Астрахань, 2010. - Т.1. - С. 67.
311. Попков, В.К. Рыбы бассейна Средней Оби /В.К.Попков //Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. - М.: ВНИРО, 2006. -С. 225-233.
312. Попков, В.К. Структура популяции осетровых в бассейне Средней Оби и комплекс мероприятий по увеличению их запасов / В.К.Попков, В.В. Дроздов// Рыбоводство и рыбное хозяйство, 2008. - № 3. - С. 8-14.

313. Попков, В.К. Особенности экологии леща *Abramis brama* (L.) и последствия его акклиматизации в бассейне Средней Оби/ В.К. Попков, Л.А. Попкова, А.И. Рузанова // Вестник Томск. ГУ, 2008. - № 306. - С. 154-157.
314. Попков, В.К. Конкурентные взаимоотношения акклиматизированного леща с местными рыбами-бентофагами в бассейне Средней Оби / В.К.Попков, А.И. Рузанова // Рыбоводство и рыбное хоз-во, 2008. - № 7. - С. 15-19.
315. Попов, В.А. К изучению биологии рыб р. Нижней Тунгуски /В.А. Попов // Вопр. географии Сибири. -Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1983. - Вып. 14. - С. 89-97.
316. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. - М., 1966. - 376 с.
317. Приложение к Красной книге Красноярского края. Животные / А.П. Савченко [и др.]. - Красноярск: изд. центр Красн. ун-та, 2002. - 186 с.
318. Приложение к Красной книге Красноярского края. Животные/ А.П. Савченко [и др.]. - Красноярск: изд. центр Красн. ун-та, 2004. - 147 с.
319. Прокопкин, И.Г. Математическое моделирование трофо-метаболических взаимодействий в популяции и сообществе гидробионтов в биоманипуляционных исследованиях: автореферат...к.ф.-м.н. - Красноярск, 2003. -21 с.
320. Прокопкин, И.Г. Феноменологическая математическая модель влияния биоманипуляции (удаления планктонядных рыб) на биомассу цианобактерий в небольшом пруду/ И.Г. Прокопкин, В.Г. Губанов, М.И. Гладышев// ДАН, 2003. - Т. 6. - С. 847-849.
321. Прокопкин, Г.И. Математические модели в теории и практике биоманипулирования “top-down” (обзор) / Прокопкин, Г.И. // Биол. внутренних вод, 2004. - № 1. - С. 3-11.
322. Пронин, Н.М. Рыбы и ихтиопатологическая ситуация в нижнем течении Ангары/ Н.М. Пронин, С.В. Пронина, Н.А. Руднева // Биоразнообразие Байкальской Сибири. - Новосибирск: Наука, 1999. - С. 99-120.
323. Пушкарь, В.Я. Синезелёные водоросли в питании растительноядных рыб / В.Я.Пушкарь, А.М. Стыгар // Актуальные проблемы биологии синезелёных водорослей. - М.: Наука, 1974. - С.119-126.
324. Разнообразие рыб Таймыра / Под редакцией Д.С. Павлова, К.А. Савваитовой. - М.: Наука, 1999. - 207 с.

325. Разработка современного метода формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада енисейской нельмы - объекта искусственного воспроизводства»: Отчет о НИР ФГБНУ «НИИЭРВ» (заключительный)/ рук-ль В.А. Заделёнов. – Красноярск, 2007. – 27 с. Фонды ФГБНУ «НИИЭРВ».
326. Регулирование нереста осетровых рыб при поддержании оптимального температурного режима и использовании витаминов / Е.Н. Пономарева [и др.] // Естеств. науки, 2010. - № 4. - С. 68-74.
327. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 16. Ангара-Енисейский район. – Вып. 1. Енисей. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 723 с.
328. Решетников, Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб / Ю.С. Решетников. - М.: Наука, 1980. - 300 с.
329. Решетников, Ю.С. Сиговые рыбы в водоемах Арктики/ Ю.С.Решетников// Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. - Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. - С. 144-148.
330. Решетников, Ю.С. Динамика рыбной части сообщества в изменяющихся условиях среды обитания (на примере оз. Имандра) / Ю.С. Решетников, В.Г. Терещенко, А.А. Лукин // Рыбное хоз-во, 2011. - № 6. - С.48-51.
331. Решетников, Ю.С. Особенности воспроизводства сиговых рыб / Ю.С. Решетников, В.Д. Богданов // Вопр. ихтиологии, 2011. - 51. - № 4. - С. 502-525.
332. Романенко, В.Д. Метаболические механизмы взаимодействия высших водных растений и синезеленых водорослей- возбудителей «цветения» воды/ В.Д.Романенко, А.И. Сакевич, О.М. Усенко // Гидробиол. журн. -2005. -Т. 41.- № 3.- С. 45-57.
333. Романова, Г.П. Питание рыб в Нижнем Енисее/ Г.П.Романова // Труды СО ВНИОРХ. - Красноярск, 1948. -Т. 7. - Вып.2. - С. 151-203.
334. Романов, В.И. Ихтиофауна / В.И.Романов // Природа Хантайской гидросистемы. -Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1988. - С. 199-236.
335. Романов, В.И. Ихтиофауна плато Путорана/ В.И.Романов// Фауна позвоночных животных плато Путорана. - М.: Россельхозакадемия, 2004. - С. 29-91.
336. Романов, В.И. Видовой состав и структура аборигенной фауны лососевидных рыб юга Западной Сибири и сопредельных территорий / В.И.Романов, Н.А. Бочкарев// Фун-

- даментальные проблемы охраны окружающей среды и экологии природно-территориальных комплексов Западной Сибири. - Горно-Алтайск, 2000. - С. 166-168.
337. Романов, Н.С. Гидрографическая, гидрологическая и гидробиологическая характеристики бассейна оз. Таймыр / Н.С.Романов, М.А. Тюльпанов // География озер Таймыра.- Л.: Наука,1985. - С. 139 – 142.
338. Россолимо, Л.Л. Антропогенное евтрофирование водоемов, его сущность и задачи исследования/ Л.Л.Россолимо // Гидробиол. журн., 1971. -Т. 7. - № 3. - С. 98-109.
339. Россолимо, Л.Л. Задачи изучения и регулирования антропогенного евтрофирования водоемов в СССР/ Л.Л.Россолимо // Водн. ресурсы, 1972. - № 2. - С. 171-172.
340. Россолимо, Л.Л. Загрязнение вод и антропогенное евтрофирование внутренних водоемов/ Л.Л. Россолимо // Гидробиол. журн., 1975. - № 1. - С. 5-11.
341. Рост осетровых рыб при использовании технологии интенсивного выращивания /С.В. Пономарев [и др.] // Рыбное хоз-во, 2010. № 1. С. 77-85.
342. Рубан, Г.И. О структуре вида сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt (Acipenseridae) / Г.И.Рубан // Вопр. ихтиологии, 1998а. -Т. 38. - № 3. - С. 307-327.
343. Рубан, Г.И. Структура вида и экология сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt: автореф. дисс. ... д. б. н. - М.:МГУ, 1998б. - 49 с.
344. Рубан, Г.И. Сибирский осётр *Acipenser baerii* Brandt (структура вида и экология) / Г.И.Рубан.- М.: ГЕОС, 1999. -236 с.
345. Рузский, М.Д. О рыбах верхнего течения р. Енисея / М.Д.Рузский // Изв. Томск. ун-та, 1916. - Т. 65. - С. 1-18.
346. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239 с.
347. Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб / под ред. В.К. Виноградова. - М.: ВНИИПРХ, 2000. - 212 с.
348. Рыбы в заповедниках России: в 2 т.Т. 1. Пресноводные рыбы / под ред. Ю.С. Решетникова. - М.: Т-во научных изд-ний КМК, 2010. - 627 с.
349. Савина, Р.А. Питание и рост белого толстолобика в прудах/ Р.А.Савина// Вопросы прудового рыбоводства. - М., 1965. - С. 47-54.

350. Савина, Р.А. Питание белого толстолобика/ Р.А.Савина // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. - М.: Наука, 1966. - С. 67-70.
351. Савина, Р.А. Питание белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* Val. в прудах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Рыбное, 1968. - 22 с.
352. Савина, Р.А. Питание сеголетков растительноядных рыб и карпа при совместном выращивании / Р.А.Савина // Акклиматизация растительноядных рыб в водоёмах СССР. - Кишинёв: Штиинца, 1972. - С. 106-109.
353. Садчиков, А.П. Экология прибрежно-водной растительности / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. - М.: НИИ Природа. РЭФИА, 2004. - 220 с.
354. Сакс, В.Н. Условия образования донных осадков в арктических морях СССР/ В.Н.Сакс // Тр. НИИГА. - Л.-М., 1952. - 140 с.
355. Самарский, В.Г. Нужны ли нам в России лососевые рыбозаводы?/ В.Г. Самарский // Тр. ВНИРО, 2010. - № 148. - С. 16-20.
356. Сафроненков, Б.П. Состояние лососеводства в Северном Охотоморье и пути его развития на ближайшую перспективу/ Б.П.Сафроненков, Л.Л. Хованская, В.В. Волобуев// Рыбное хоз-во, 2005. - № 1. - С. 43-47.
357. Сечин, Ю.Т. Биоресурсы пресных водоемов России: состояние, тенденции, перспективы развития/ Ю.Т.Сечин, А.М. Багров // Рыбное хоз-во, 2012. - № 4. - С. 99-102.
358. Сиделев, Г.Н. Ихтиофауна крупных озер/ Г.Н.Сиделев// Озера северо-запада Сибирской платформы. - Новосибирск: Наука, 1981. - С. 151-171.
359. Сиренко, Л.А. «Цветение» воды и евтрофирование / Л.А.Сиренко, М.Я. Гавриленко. - Киев: Наукова думка, 1978. - 232 с.
360. Скопцов, В.Г. О возможности оптимизации структуры ихтиоценоза Красноярского водохранилища за счет вселения хищного вида – енисейской нельмы / В.Г.Скопцов [и др.] // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 1999. - Вып.1. - С. 188-198.
361. Смольянов, И.И. Развитие ленка *Brachymystax lenok* (Pallas)/И.И. Смольянов // Вопр. ихтиологии, 1961. -Т. 1. -Вып. 1 (18). - С. 136-138.

362. Смольянов, И.И. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах / И.И. Смольянов. - М.: изд-во ВНИИПРХ, 1987. - 35 с.
363. Соет, Ю.Е. Влияние промышленных предприятий на окружающую среду/ Ю.Е. Соет, Т.Л. Онищенко. - М.: Наука, 1987. - С. 101.
364. Соколов, Л.И. Стерлядь / Л.И.Соколов// Атлас пресноводных рыб России: В 2-х томах. - Т. 1. - М.: Наука, 2002, - С. 46-47.
365. Соромотин, А.В. Экологические проблемы нефтедобычи в Ханто-Мансийском автономном округе/ А.В.Соромотин // Пробл. регион. экологии, №3. - 2006. - С. 24-30.
366. Соромотин, А.В. Техногенная трансформация природных экосистем таежной зоны в процессе нефтегазодобычи (на примере Тюменской области): автор. дисс... д.б.н. -Тюмень: ТюмГУ, 2007. - 48 с.
367. Состояние запасов и искусственного воспроизводства ценных видов рыб Сибири / С.М.Семенченко [и др.] // Рыбное хоз-во.- 2006. - №5. - С. 46-49.
368. Спасский А.А. Фауна трематод, цестод и скребней рыб верховьев Енисея/ А.А. Спасский, В.А. Ройтман // Вопр. ихтиологии, 1960. - Вып. 15. - С. 183-192.
369. Сущенко, Л.М. Использование первичной продукции планктона в последующих звеньях пищевой цепи/ Л.М.Сущенко// Первичная продукция морей и внутренних вод. - Минск: Мин-во образ. БССР, 1961. - С. 386-396.
370. Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов /Под ред. П.А. Заянчкаускаса и др. - Вильнюс: «Пяргале», 1978. - Ч. 3. -142 с.
371. Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов / Под ред. В.Л. Контримавичюс и др. - Вильнюс: Типография «Мотеюс Шумаускас», 1985. - Ч.4. - 147 с.
372. Тишков, А.А. Теория и практика сохранения биоразнообразия. К методологии охраны живой природы в России /А.А.Тишков //Экол. вестн. России, 2006. - №10. - С.9-12.
373. Тодераш, И.К. Функциональное значение хирономид в экосистемах водоемов Молдавии/ И.К.Тодераш. - Кишинев: Штиинца, 1984. -181 с.

374. Топачевский, А.В. Антропогенное евтрофирование водохранилищ, «цветение» воды и методы его регулирования / А.В.Топачевский, Л.А. Сиренко, Я.Я. Цееб // Водн. ресурсы, 1975. - № 1. - С. 48-60.
375. Трифонова, И.С. Экология и сукцессия озёрного фитопланктона / И.С. Трифонова.- Л.: Наука, 1990. -180 с.
376. Тугарина, П.Я. Влияние техногенного загрязнения на воспроизводство хариусовых рыб в водотоке Восточной Сибири/ П.Я.Тугарина, Н.М. Пронин // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2006. -2 . - С. 100-103.
377. Тугарина, П.Я. Ихтиофауна реки Селенги /П.Я.Тугарина, Н.И. Козлова // Ихтиологические исследования на внутренних водоемах: Мат. Международ. науч.конф. – Саранск, 2007. - С.172-173.
378. Тургенева, О.Г. Видовой состав фитопланктона Пензенского водохранилища в первые годы биологической мелиорации/ О.Г.Тургенева, Н.И. Богданов, О.В. Косова // Мат-лы Всерос. науч. -практич. конф. Химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологической реабилитации нарушенных экосистем. – Пенза, 2003. -С. 163-164.
379. Убаськин, А.В. Ихтиофауна водоемов Павлодарской области (Казахстан)/ А.В. Убаськин // Рыбоводство и рыбное хозяйство, № 3. - 2008. - С. 15-18.
380. Уитон, Ф. Техническое обеспечение аквакультуры / Ф.Уитон. - М.: Агропромиздат, 1985. - 528 с.
381. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. Издание третье. Приложение 1. Индикаторы сапробности. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. - М.: СЭВ, 1977. -С. 3-141.
382. Усынин, В.Ф. Экология стерляди р. Чулым/ В.Ф.Усынин// Вопр. ихтиологии, 1978. - 18. - Вып.4. - С. 624-635.
383. Усынин, В.Ф. Морфологическая разнокачественность стерляди Обь-Иртышского бассейна/ В.Ф.Усынин// Вопросы экологии водоемов и интенсификации рыбного хозяйства Сибири. - Томск: изд-во Томск. гос. ун-та, 1986. - С. 40-43.

384. Фарберов, В.Г. Способы борьбы с биологическими загрязнениями прудов-охладителей ТЭС и АЭС / В.Г.Фарберов [и др.]. // Теплоэнергетика, 2004. - № 6. - С. 45-48.
385. Федеральный закон [от 17 февраля 1995 года N 16-ФЗ](#). - Собрание законодательства Российской Федерации, 1995. - N 8, ст. 601.
386. Филатов, А.Ю. Изменения состава ихтиоценоза Средней Оби/ А.Ю.Филатов// Современные проблемы гидробиологии Сибири. - Томск: Изд-во ТГУ, 2001. - С. 156-157.
387. Финогенова, Н.П. Оценка степени загрязнения вод по составу донных животных/ Н.П.Финогенова, А.Ф. Алимов // Методы биологического анализа пресных вод. - Л.: Зоологический ин-т АН СССР, 1976. - С. 95 - 106.
388. Шадрин, Е.Н. Изменение структурно-функциональных характеристик зообентоса правобережных притоков Енисея /Е.Н. Шадрин// Молодежь Сибири – науке России. Сборник матер. Ч. 2. - Красноярск: СИБУП; КРО НС «Интеграция», 2003.- С. 334-338.
389. Шадрин, Е.Н. Эколого-трофическая характеристика сибирского хариуса (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) бассейна р. Енисея: автор. дис... к.б.н. - Красноярск: КрасГАУ, 2006. - 20 с.
390. Шахматова, Р.А. Анализ структуры сообществ макрозообентоса городских озер с различным уровнем химического загрязнения / Шахматова Р.А., Гелашвили Д.Б., Безруков М.Е., Кравченко А.А. // Биология внутренних вод, 2000. - № 1. - С. 92-101.
391. Шевченко, В.Н. Бассейновое выращивание осетровых/ В.Н. Шевченко, А.А. Попова, А.П. Сливка // ВНИЭРХ. Серия: Аквакультура. Технология бассейнового выращивания осетровых рыб. - Москва: ВНИЭРХ, 1998. - С. 1-37.
392. Шестаков, А.В. Некоторые итоги исследований покатной миграции личинок сиговых рыб в реке Анадырь/ А.В. Шестаков // Четвертое Всесоюзное совещание по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Л., 1990. С. 74-75.
393. Шубина В.Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала / В.Н. Шубина. - Л.: Наука, 1986. – 158 с.
394. Шубина, В. Н. Влияние эксплуатации газопровода СРТО-Торжок на сообщества гидробионтов лососевых рек Северного Урала/ В.Н.Шубина, Ю.П. Шубин//

Водные организмы в естественных и трансформированных экосистемах Европейского Северо-Востока. – Сыктывкар, 2002. - С. 114-125.

395. Шуйский, В.Ф. Тепловое воздействие на макрозообентос песчаной литорали водоема-охладителя Рязанской ГРЭС/ В.Ф.Шуйский, И.И. Евдокимов, Е.И. Домпальм// Сб. науч. трудов ГосНИОРХ.- СПб., 1995. - Вып. 314. - С. 70-81.

396. Шунтов, В.П. Дальневосточная лососевая путина: ожидаемый рекордный результат/ В.П.Шунтов, О.С. Темных, Е.В. Куренкова // Рыбное хоз-во, 2008. - № 2. - С. 46-49.

397. Щур, Л.А. Исследование зависимости дисперсности фитопланктона природного водоема от сапробности воды (на примере бассейна Енисея) / Л.А.Щур, А.Д. Апонсенко, В.Н. Лопатин и др. // Водные ресурсы, 1998. -Т. 25. - № 6. - С. 678-682.

398. Щур, Л.А. Качество вод малых рек Красноярского края в зоне деятельности золотодобывающих предприятий/ Л.А.Щур, Л.В. Бажина, Н.И. Волкова и др. // Водн. ресурсы.- 2003. -Т. 30. № 1. -С. 80-88.

399. Характеристики донной фауны р. Енисея и его притоков / А.А. Куклин, С.Л. БУрнев, В.А. Заделёнов [и др.]// Тез. докл. VI съезд ВГБО. Мурманск. 1991. Ч.1. С. 141-143.

400. Хохлова, Л.В. Рыбохозяйственный очерк реки Чулыма/ Л.В. Хохлова// Тр. Томск. гос. ун-та, 1953. - Т. 125. -Томск: ТГУ. - С. 45-54.

401. Хохлова, Л.В. Стерлядь р. Енисея /Л.В.Хохлова// Вопр. ихтиологии, 1955. - Вып.4. - С.41-56.

402. Хохлова, Л.В. Перспективы воспроизводства осетровых в Братском водохранилище/Л.В. Хохлова// Биологические основы рыбного хозяйства на водоёмах Средней Азии и Казахстана. - Алма-Ата, 1966. - С. 329-332.

403. Черняев, Ж.А. Воспроизводство байкальского омуля /Ж.А.Черняев. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. - 128 с.

404. Чигринская, Ю.Н. Потребление синезелёных водорослей белым толстолобиком и особенности его питания: автореф. дис. ... канд. биол. наук.- М., 1975. - 20 с.

405. Чмаркова, Г.М. К экологии и промыслу популяции стерляди бассейна р. Енисея/ Г.М.Чмаркова, В.А. Заделёнов, А.М. Мамонтов и др.// Роль науки и образова-

- ния в решении проблем водного транспорта. Мат. Всерос. научно-практич. конф. - Красноярск: КФ НГАВТ, 2003. - С. 49-54.
406. Чупров, С.М. Оценка состояния ихтиофауны Красноярского водохранилища/ С.М.Чупров, А.В. Котельников, Ю.К. Герман и др. //Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. - Красноярск: КНИИГиМС, 2001. - Вып. 3. - С. 144-152.
407. Экология и хозяйственное значение рыб МНР. - М.: Наука, 1985. -200 с.
408. Янюшкин, С.А. Проблемы оптимального природопользования (на примере Приангарья) / С.А.Янюшкин // Вестн. КрасГАУ. -2006.- № 13. - С. 212-216.
409. Adams, C.E. Conservation and management of the Arctic charr: A forward view/ C.E.Adams, C.W. Bean, D. Fraser, P.S. Maitland P.S. // Ecol. Freshwater Fish. -2007. - 16. #1. - P. 2-5.
410. Bitterlich, G. Digestive processes in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) studied in vitro/ G.Bitterlich// Aquaculture. -1985. - V.50. -№ 1-2. - P.123.
411. Boguerouk, A.K. Aquaculture as a factor of conservation of biodiversity and dilating of production assortment of fish-breeding enterprises/ A.K.Boguerouk// International Conference «Lessons from the Past to Optimise the Future» Eur. Aquacult.Soc.Spec. Publ.. -2005. #35. - P. 141-142.
412. English, T.S. Primary production in the Central North Polar Sea Drifting station Alpha/ T.S. English//Preprints Intern. Oceanogr. Congress, ed. Mary Sears. 1957-8. P. 838-849.
413. Ersanli, Elif. Astudy on the phytoplankton of Lake Simenit, Turkey/ Elif Ersanli, Arif Gönüloğlu// Criptogamie. Algol. -2006. -27. -#3. -P. 289-305.
414. Fagan, William F. Quantifying rarity, losses, and risk for native fishes of the lower Colorado River basin: implications for conservation listing/ William F.Fagan, Christina M. Kennedy, Peter J. Unmack// Conserv. Biol. -2005. -19. #6. - P. 1872-1882.
415. Finney, Sam T. Colorado pikeminnow (*Ptychocheilus lucius*) upstream of critical habitat in the Yampa River, Colorado/ Sam T. Finney // Southwest. Natur. -2006. -51. #2. -P. 262-263.
416. Fujiwara, Makoto. Distribution and growth of juvenile pink salmon in the coastal waters of eastern Hokkaido determined with otolith-marking/ Makoto Fujiwara, Yasuyuki Miyakoshi,

Daisei Ando and other // 2 International Workshop on Factors Affecting Production of Juvenile Salmon: Survival Strategi of Asian and North American Juvenile Salmon in the Ocean. Sapporo. NPAFC Techn. Rept., 2006. -# 7. -P. 37-39

417. Foyn, Lars. Eutrophication, for better or for worse: Can it be controlled?/ Lars Foyn, Eugeniusz Andrulewicz, Victor N. de Jonge //ICES Annual Report for 2001. Copenhagen. -2002. - P. 41-42.

418. Guildford, S.J. Tracing cyanobacterial blooms in three Grand River basin reservoirs/ S.J. Guildford, L.A.Chiavaroli, Y.I.Kozlov, S.J. Yakabowski// 49 Annual Conference of the Internat. Association for Great Lakes Research "Great Lakes in a Changing Environment". -Windsor, 2006. Abstracts. Ann Arbor (Mich.). -2006. - P. 71.

419. Gustafson, Richard G. Pacific salmon extinctions: Quantifying lost and remaining diversity/ Richard G.Gustafson, Robin S.Waples, James M.Myers and other // Conserv. Biol. -2007.- 21. -#4. - P. 1009-1020.

420. Hart, Deborah R. When do marine reserves increase fishery yield?/ Deborah R. Hart// Can. J. Fish. and Aquat. Sci. -2006. -63. -#7. -P. 1445-1449.

421. Hietala, Jaana. Community resistance and change to nutrient enrichment and fish manipulation in vegetated lake littoral/ Jaana Hietala, Kirsi Vakkilainen, Timo Kairesalo // Freshwater Biol. -2004. -49. -№ 12. - H. 1525-1537.

422. Hodgson, Jay Y.S. A trophic cascade synthesis. Review of top-down mechanisms regulating lake ecosystems/ Jay Y.S.Hodgson // Bios (USA). - 2005. -76. -№3. - P. 137-144.

423. Ingram, W.H. Toxic fresh-water algae/ W.H. Ingram, G.W.Prescott// Amer. Mid-land Natur. -1954. -V.52. -P.75-87.

424. Isaeva, O.M. Ecological differentiation of spawning inconnu in the Yenisey River /O.M. Isaeva, V.A. Zadeleyonov, M.A. Belov // 10th Int. Symp. On the Biology and Management of Coregonid Fishes (Winnipeg, Manitoba, Canada, August 25-29, 2008). - Winnipeg, 2008. - P. 30.

425. Isaeva, O.M. Acclimatization and disperse of bream in the Yenisei River basin/ O.M. Isaeva, A.N. Gadinov, W.A. Zadelenov, A.A. Wishegorodcev // *The IV Interna-*

- tional Symposium* invasion of alien species in holarctic (Borok – 4). - Publisher's bureau “Филигрань”, Yaroslavl, 2013. - P. 64.
426. Jiang, Zhi-Gang. Shengtai xuebao //Acta Ecol. Sin. -2005. -25. #5. - P. 1205-1212.
427. Kim, Baik-Ho. Phitoplankton preferences of young silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, in hypereutropic mesocosms during a warm season/ Baik-Ho Kim, Min-Kyu Choi, Noriko Takamura // J. Freshwater Ecol. -2003. -18. -№ 1. - P. 69-77.
428. Kuznetsov, A.M. Analysis of river water by bioluminescent biotests/ A.M.Kuznetsov, E.K. Rodicheva, S.E.Medvedeva// Luminescence. -1999. -14. -№ 5. - P. 263-265.
429. Lamarque, P. Acipenser baeri en elevage a Donzacg (Landes)/ P.Lamarque // Bull. Cent. d'etud et rech. sci Biaritz. -v.12. -N 3. -1979. - S. 545.
430. Lazzaro, Xavier. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs?/ Xavier Lazzaro, Marc Bouvy, Rinaldo A. Ribeiro-Filho and other// Freshwater Boil., 2003. - 48. - № 4. - P. 649-668.
431. LeBlanc, S. Fall cyanobacterial blooms in oligotrophic-to-mesotrophic temperate lakes and the role of climate change/ S.LeBlanc, F.R.Pick, P.B.Hamilton: 30 Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Montreal, 2007 // Int. Ver. Theor. Und angew. Limnol. Verh. -2008. -30. -#1. - P. 90-94.
432. Liu, Qi-gen. Study on the possible cause of water blooming and the bloom-prevention technology in Lake Quandaohu/ Qi-gen Liu, Ma-kang Chen, He-yi Tong and other //Agr.Sci. China. - 2004/ - 3, № 8. - P. 627-633.
433. Li, Xiu-Ling. Wuhan zhiwuxue yanjiu/ Li Xiu-Ling [and al] //J. Wuhan Bot. Res., 2005. -23. -№1. - P. 53-57.
434. Li, Yuan. Yunnan daxue xuebao. Ziran kexue ban / Li Yuan, Zhang Mei, Wang Ruo-nan //I. Yunnan Univ. Natur. Sci. -2005. -27. -#3. - P. 272-276.
435. Li, G. Iron regulation of bloom forming cyanobacteria abundance/ G. Li, L.A. Molot, D. Findlay, S.B. Watson // 50 Annual Conference of the International Association for Great Lakes Research “50 Years of Great Lakes Research: Past, Present, and Future”. Books of Abstracts. Ann Arbor (Mich.). -2007. - P. 112.

436. Long, Jonathan W. Geologic influences on Apache Trout habitat in the White Mountains of Arizona/ Jonathan W. Long, Alvin L. Medina, Aregai J. Tecle // J. Ariz.-Nev. Acad. Scien. -2006. -38. -#2. - P. 88-101.
437. Lyons, K.G. Rare species and ecosystem functioning/ K.G. Lyons, C.A. Brigham, B.H. Traut, M.W. Schwartz // Conserv. Biol. -2005. -19. -#4. - P. 1019-1024.
438. Maitland, P.S. The status of Arctic charr *Salvelinus alpinus* in Britain and Ireland/ P.S. Maitland, I.J. Winfield, I.D. McCarthy, F. Igoe // Ecol. Freshwater Fish. -2007. -16. -#1. - P. 6-12.
439. Margalef R. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment/ R. Margalef // Oceanol. Acta. -1978. -v. 1. - № 4. - P. 493-509.
440. McClanahan, T.R. Comparing the management effectiveness of a marine park and multiple-use collaborative fisheries management area in East Africa/ T.R. McClanahan, E. Verheij, J. Maina // Aquat. Conserv.: Mar. And Freshwater Ecosist. -2006. -16. -#2. - P. 147-165.
441. Nack, Christopher C. Contribution of wild origin chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) to the spawning run in the Salmon River, New York / Christopher C. Nack, [and al] // J. Freshwater Ecol., 2011. – 26. - # 1. - P. 25-31
442. Naughton-Treves, Lisa. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods/ Lisa Naughton-Treves, Margaret Buck Holland, Katrina Brandon // Annual Review of Environment and Resource. Palo Alto (Calif.). -2005. - P. 219-252.
443. Ocock, J. Mongolian Red List of Fishes/ Ocock J., Baasanjav G., Baillie J.E.M., Erdenebat M., Kottelat M., Mendsaikhan B., Smith K.. - London: Zoological Society of London, 2006. - 69 p.
444. Ocock, J. Summary Conservation Action Plans for Mongolian Fishes/ Ocock J., Baasanjav G., Baillie J.E.M., Erdenebat M., Kottelat M., Mendsaikhan B., Smith K.. - London: Zoological Society of London, 2006. - 37 p.
445. Ostrowska, M. Variability of the specific fluorescence of chlorophyll in the ocean. Part 2. Fluorometric method of chlorophyll a determination/ M. Ostrowska, D.N. Matorin, D. Ficek // Oceanologia. -2000. -V. 42. - P. 203-219.

446. Percins, R.G. Partial recovery of a eutrophic reservoir through managed phosphorus limitation and unmanaged macrophyte growth/ R.G.Percins, G.J.C. Underwood // *Hydrobiologia*. - 2002. -481.- №1. - P. 75-87.
447. Peretyayko, Anatoly. Impact of macrophytes on phytoplankton in eutrophic peri-urban ponds, implications for pond management and restoration/ Anatoly Peretyayko, Jean-Jacques Symoens, Ludwig Triest // *Belg. J. Bot.* -2007. -140.- # 1. - P. 83-99.
448. Prescott, G.W. Objectionable algae with reference to the killing of fish and other animals/ G.W. Prescott // *Hydrobiologia*. -1948. - № 1. - P. 1-13.
449. Poulan-Beaudelin, Patricia. Poissons migrants: Une course semée d'embûches/ Patricia Poulan-Beaudelin // *Adour Garonne: Rev. Agence eau*. -2006.- # 94. - P. 10-11.
450. Radke, Robert J. Effects of filter-feeding fish [*Hypophthalmichthys molitrix* (Val.)] on phyto- and zooplankton in a mesotrophic reservoir. Results from an enclosure experiment/ Robert J.Radke, Uwe Kahl // [International Symposium on Food Web Effects of Fish in Lake Ecosystems: Research Progress, Water Quality and Fisheries Management, Rheinsberg, 31 May-3 June, 2000]. - *Freshwater Biol.* - 2002. - 47. -№ 12. - P. 2337-2344.
451. Rajagopal, S. Control of modiolid mussels in cooling water systems by continuous chlorination /S. Rajagopal, V.P.Venugopalan, G. van der Velde, H.A. Jenner // *Arch. Environ. Contam. And Toxicol.* -2006. -51. -#2. - P. 215-222.
452. Salomon, Marc. Speciation centres and sustainable development/ Marc Salomon // *J. Biogeogr.* -2004.- 31. -#4. - P. 675-678.
453. Schwartzkopf, S.H. A comparative analysis of the relationship between phytoplankton standing crops and environmental parameters in four eutrophic prairie reservoirs/ S.H. Schwartzkopf, G.L. Hergenrader // *Hydrobiologia*. -1978.- V. 59. -№3. - P. 261-273.
454. Schreiber, U. Applications of Chlorophyll Fluorescence/U. Schreiber, C. Neubauer, C. Klughammer // *Lichtenthaler H.K. (Ed.). Amsterdam: Kluwer*. -1988. - P. 63-69.
455. SCOR – UNESCO. Determination of photosynthetic pigments in seawater. Paris: Unesco, 1996. -12 p.

456. Simis, Stefan G.H. Optical changes associated with cyanobacterial bloom termination by viral lysis/ Stefan G.H.Simis, Marjolijn Tijdens, Hans L.Hoogveld, Herman J. Gons // J.Plancton Res. - 2005. - 27. -№9. - P. 937-949.
457. Sladeček, V. System of water quality from the biological point of view/ V. Sladeček // Arch. Hydrobiol. -1973. -V. 7. - 218 p.
458. Smit, D.W. The feeding selectivity of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Val./ D.W. Smith // J. Fish. Biol. -1989. - V.34. -N 6. - P.819-828.
459. Song Hai-liang, Lu Xi-wu // Anguan yu huanjing gongcheng = Safety and Environ. Eng. 2004. 11. №3. P. 35-39.
460. Steffens, Werner. Aquatische genetische Ressourcen müssen geschützt und erhalten werden/ Werner Steffens // Fischer und Teichwirt. -2007. -58. -#4. - P. 134-136.
461. Stem, Carolina. Monitoring and evaluation in conservation: A review of trends and approaches/ Carolina Stem, Ricahrd Margoluis, Nick Salafsky, Marcia Brown // Conserv. Biol. -2005. -19. -#2. - P. 295-309.
462. Steyn, D.G. Poisoning of animals and human beings by algae/ D.G. Steyn // S. Afr. J. Sci. -1945. - V. 41. - P.48–53.
463. Sun, Liwei. The effects of filter-feeding planktyvorous fish of protozoa and carbon flow from protozoa to zooplankton in a eutrophic lake/ Liwei Sun, Norico Takamura, Baik-Ho Kim, Micho Fukushima, Megumi Nakagawa, Akira Otsuki // J. Freshwater Ecol. -2004. -19. -№ 3. - P. 363-373.
464. Tang, Huijuan. Changes in the phytoplankton community of Lake Donghu since the 1980s/ HuijuanTang, Ping Xie, Liu Hong // J. Freshwater Ecol. -2005.- 20. -№ 3. - P. 591-594.
465. Tiwari, O.N. Biodiversity of cyanobacteria in Lktak Lake and rise fields of Manipur, India having acidic properties/ O.N. Tiwari, H. Tombi Singh // Proc. Nat. Acad. Sci. India. -B. -2005. -75. -#3. - P. 209-213.
466. Van de Bund, W.J. Responses of phytoplankton to fish predation and nutrient loading in shallow lakes: A pan-European mesocosm experiment/ W.J. Van de Bund, S. Romo, M.J. Villena, M. Valentin, E. Van Donk, E.Vicente, K.Vakkilainen, M. Svens-

- son, D. Stephen, A. Stahl-Delbanco, J. Rueda, B. Moss, M.R. Miracle, T. Kairesalo, L.-A. Hansson // *Freshwater Biol.*, 2004.- 49. - 12. - P. 1608-1618.
467. Wang Qian, Yang Guang, Wu Xiaobing, Xu Xinronq, Lai Chunmiao, Ning Yun, Luo Jin-fu. Yingyong shengtai xuebao = *Chin.J. Appl. Ecol.* 2006. #9. P. 1715-1720.
468. Warwick, R.M. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance / biomass relationships in disturbed benthic communities/ R.M. Warwick, K.R. Clarke // *Mar. Biol.* - 1994. -V.118. -№ 4. - P. 739-744.
469. Wegl, R. Index für die Limnosaprobitat/ R. Wegl// *B. Gewass.*, 1983. - B. 26. - P. 128-173.
470. Winternans, I.F.G.M. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and pheophytins in ethanol/ I.F.G.M. Winternans., A. De Mots // *Biochem Biophys. Acta.* -1969. -V. 109. - P. 448-453..
471. Xie, P. Practical success of biomanipulation using filter-feeding fish to control cyanobacteria blooms/ P. Xie, J. Liu// *The Scientific World.* -2001. - 1. - P. 337-356.
472. Zagajewski, Pawel. Water blooms and their toxicity in public swimming areas of lakes in the Poznan district: 25 International Phycological Conference “Algae and their Changes over Time”/ Pawel Zagajewski, Ryszard Goldin, Michal Fabis // *Oceanol. And Hydrobiol. Stud.* -2007. - 36. - P. 181-187.