

На правах рукописи

ТЯПТИРГЯНОВ Матвей Матвеевич

РЫБЫ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ ЯКУТИИ

(систематика, экология, воздействие антропогенных факторов)

Специальность: 03.02.08 -Экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора биологических наук

ЯКУТСК – 2017

Работа выполнена на кафедре Фундаментальной и прикладной зоологии Института естественных наук ФГАОУ ВО «Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова»

Научный консультант: **Решетников Юрий Степанович**, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории низших позвоночных, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова»

Официальные оппоненты:

Ильмаст Николай Викторович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологии рыб и водных беспозвоночных Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биологии» Карельского научного центра Российской академии наук, г. Петрозаводск

Смирнов Василий Васильевич, доктор биологических наук, главный научный сотрудник учреждения Российской академии науки Байкальского музея Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, р.п. Листвянка Иркутской области

Ядренкина Елена Анатольевна, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории зоологического мониторинга Федерального бюджетного учреждения науки Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный университет»

Защита состоится «11»мая 2017 г. в 10 час. на заседании диссертационного совета Д.212.306.03 при Северо-Восточном федеральном университете им. М.К. Аммосова по адресу: 677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58

E-mail: dsovet_nefu@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке СВФУ им. М.К. Аммосова по адресу: 677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58

Автореферат размещен на сайте www.s-vfu.ru

Автореферат разослан « » 2017 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,
доктор биологических наук

Данилова Н.С.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Якутия занимает огромную территорию (более 3 103 тыс. км²), обладает богатыми биологическими и природно-минеральными ресурсами. Начиная с конца 1960-х гг., идет интенсивный поиск новых залежей золота, алмазов и других ископаемых, освоение месторождений нефти и газа. Осваивается и развивается мощная промышленная инфраструктура часто без должного учета устойчивости природных экосистем и возрастающей техногенной нагрузки на водоемы, что, в конечном итоге, сказывается на животном и растительном мире всего северного региона Якутии, в том числе, оказывает негативное влияние и на структуру рыбного населения пресноводных водоемов.

Первая экологическая катастрофа в Якутии связана с годами Великой Отечественной войны, когда в результате массового перелова рыбы на основных нерестовых и нагульных участках крупных пресноводных речных систем: на рр. Лена, Яна, Индигирка и Колыма, вылавливалось до 68500 т рыбной продукции (1941-1945 гг.), в том числе только в 1943 г. в р. Лена было выловлено 10166 т, из которых сибирского осетра – 190, сиговых – 7205, в том числе муксуна – 3686 т.

Вторая экологическая катастрофа в Якутии, связана с химическим воздействием на водные биоты, произошла в 60-е годы прошлого столетия в результате массового сброса техногенных вод (в том числе и химических веществ) горно-обогатительных предприятий, бытовых и сельскохозяйственных стоков в пресноводные речные и озерные системы, а также в результате множества несанкционированных, аэротехногенных выбросов в атмосферу, как внутри, так и вне республики.

Из-за накладки первых двух катастроф, в начале 1980-х г., в результате смены доминирующих видов в составе рыбного населения, которая сопровождалась изменением основных биологических параметров популяций рыб, произошло сокращение биологического разнообразия во многих водоемах Якутии, тем самым определив третью экологическую катастрофу.

Мощное развитие энергетики, горноперерабатывающей промышленности, рост численности населения в XX веке, привели к общему увеличению количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, большей части и на пресноводные экосистемы. В результате перелова ценных промысловых рыб и

негативного сброса промышленных стоков запасы сибирского осетра и муксуна остались только в низовьях р. Лена, вылов которых составляет в настоящее время – 15-21 т и от 259 до 330 т соответственно.

Основными источниками загрязнения на территории региона по данным Министерства охраны природы Республики Саха (Якутия) ежегодно являются твердые, газообразные и жидкие вещества от 160 до 195 тыс. т. На первом месте стоит производство по распределению электроэнергии до 62 %, на втором – добыча полезных ископаемых или 26 %, на третьем-четвертом – обрабатывающие производства, транспорт и связь или 2 % и т.д. (Гос. доклад ..., 2004-2015 гг.). Как следствие, отмечается повышение уровня тяжелых металлов во многих озерах и пресноводных речных системах, расположенных на значительных расстояниях от источника загрязнения.

Одним из «центров экологического неблагополучия» Якутии является Мирнинский район, где расположена алмазодобывающая промышленность (г. Мирный и бассейн реки Виллюй) с мощным источником загрязнения окружающей среды окислами серы, бенз(а)пиреном, формальдегидом, диоксидом азота, взвешенными веществами и рядом тяжелых металлов (в первую очередь Ni, Cu, Zn и др.) (Раткин и Макарова, 1992; Бакланов и Макарова, 1992; Тяптиргянов, 1990, 1991, 1992, 2015, 2016).

Высокие темпы деградации пресноводных экосистем под влиянием антропогенных факторов являются одной из реальностей современной эпохи. Первоочередными становятся задачи по оценке состояния природной среды, определению её экологического резерва и критической нагрузки. Среди множества органических и неорганических веществ, загрязняющих окружающую среду, тяжелые металлы (ТМ) занимают особое место, т.к. они не разлагаются, токсичны, способны включаться в пищевые цепи и обладают потенциальной способностью аккумулироваться во многих живых организмах (Sorensen, 1992; Перевозников, Пономаренко, 1991; Кашулин и др., 2012; State ..., 2007 и др.). Известно, что показатели состояния популяций рыб отражают состояние окружающей среды, и могут быть использованы для ее оценки как биоиндикаторы закисления и загрязнения тяжелыми металлами (Решетников, 1988, 1991; Яковлев, 1990; Моисеенко и др., 1991; Лукин, 1992; Кашулин, 1992; Rosseland et al., 1979; Roch et al., 1982; Dallinger and Kautzky, 1985; Larsson et al., 1985 и др.).

Ихтиологические работы на внутренних водоемах Якутии в отдельных районах воздействия техногенной промышленности ранее не проводились или малоизученны, за исключением отдельных работ по видовому составу рыб, и по содержанию некоторых микроэлементов в органах отдельных видов рыб (Тяптиргянов, 1990, 1991, 1992, 2016; Тяптиргянов, Кривошапкин, 1990; Маршинцев, Тяптиргянов, Копылов, 1993; Тяптиргянов и др. 1992, Ньюкканов, 1996, 1997, 2003 б; Большакова и др., 1994, 1995, 2001; Ходулов, 2006, 2008; Кириллов и др., 2007; Тяптиргянов, Тяптиргянова, 2014 а, б, 2015 а, б, в; Тяптиргянова, Тяптиргянов, 2014).

В последние годы произошли большие изменения в составе рыбного населения Якутии, поэтому требовалось провести ревизию ихтиофауны по бассейнам рек с учетом изменений в составе рыбного населения, принимая во внимание последние изменения в таксономическом статусе многих пресноводных рыб (Атлас пресноводных рыб России, 2002; Рыбы в заповедниках России, 2011). Большие изменения в общей экологической ситуации в регионе и особенно возрастающее влияние антропогенного фактора вызывали необходимость новой оценки состояния рыбного населения в современных условиях, основных тенденций в его изменениях с выходом на экологическое прогнозирование. Поэтому выбранная нами тема представляется весьма актуальной и обусловлена необходимостью современной оценки экологического состояния водоемов Якутии, находящихся под влиянием различных антропогенных факторов.

Цель работы: Дать оценку динамики, современного и прогнозного состояния популяций ихтиофауны в основных модельных пресноводных водоемах Якутии, с учетом возрастающей антропогенной нагрузки и определить перспективы хозяйственного использования рыбных ресурсов.

Задачи исследования:

1) Провести инвентаризацию современной ихтиофауны в модельных пресноводных водоемах Якутии.

2) Проследить изменения условий обитания гидробионтов в водоемах Северо-Востока России, включая регион влияния алмазодобывающей промышленности, с 40-х годов XX века по настоящее время.

3) Исследовать динамику и современное распространение популяций рыб, особенности их откорма, роста и размножения; изменения размерно-возрастной и

половой структуры популяций промысловых рыб в процессе усиливающегося антропогенного воздействия, включая рыбный промысел.

4) На основании морфо-патологического анализа оценить состояние организма рыб в изученных водоемах и описать основные морфологические аномалии в жизненно важных органах рыб (печень, почки, жабры, гонады).

5) Изучить закономерности накопления тяжелых металлов и их распределение в организме рыб в исследованных водоемах.

6) Разработать рекомендации по оптимизации управления рыбными ресурсами пресноводных водоемов Якутии.

Положения, выносимые на защиту:

1. Проведена оценка динамики и современного состояния популяций ихтиофауны пресноводных водоемов Якутии, предложена новая схема их зоогеографического районирования. Установлено, что в настоящее время заметно ускорился процесс спонтанного проникновения (саморасселения) теплолюбивых видов в бассейны северных рек, по-видимому, в связи с антропогенным влиянием заводов по разведению рыб (р. Лена, Нерюнгринский рыбопроизводный завод).

2. Установлено, что под воздействием антропогенных факторов (загрязнения водоемов, промысел и др.) изменяется общая структура рыбной части сообщества, что проявляется в смене доминирующих видов в составе рыбного населения и сопровождается изменением основных биологических параметров популяций рыб (размерно-возрастной структуры, режима воспроизводства и питания), образование заморных, безрыбных зон (Хрома, Вилюйское водохранилище) и сокращение нагульных и нерестовых площадей; сокращение численности сибирского осетра, лососевых, сиговых рыб и в обеднении видового состава фауны рыб и водных беспозвоночных. В итоге, это привело к сокращению биологического разнообразия во многих реках, таких как – р. Хрома, Вилюй, Колыма, Индигирка и др.

3. Популяции рыб в условиях Северо-Востока России, особенно сиговых и лососевых, при мощном антропогенном воздействии переходят в состояние депрессии. У рыб снижается репродуктивная способность, что сказывается на их численность, а также проявляются различные морфологические аномалии. Употребление рыбы в пищу становятся опасным для здоровья человека. В связи с этим особое значение приобретают химико-токсикологические исследования в ветеринарно-санитарной экспертизе рыбы и рыбопродуктов.

4. Обосновывается положение о том, что рациональное управление рыбными запасами может осуществляться на основании следующих принципов: постоянный мониторинг за популяциями сиговых рыб; мониторинг антропогенного влияния на водные экосистемы и прогноз возможных экологических последствий, а также целенаправленная программа развития рыбного хозяйства во внутренних водоемах.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые проведена современная таксономическая ревизия ихтиофауны основных речных бассейнов Северо-Востока России и уточнены границы существующих зоогеографических районов. Выверены современные списки видов по регионам, которые даются с учетом последних таксономических новшеств, для доминирующих видов рыб приводятся основные морфометрические (меристические) признаки. Впервые указаны сроки экологических катастроф в водоемах Якутии, их влияние на рыбное население и биологическое разнообразие. Это во-первых, перепромысел хозяйственно важных промысловых рыб, во вторых – производственных сбросов в пресноводные водоемы, аэротехногенных переносов сопутствующих солей тяжелых металлов, сельскохозяйственных и хозяйственно-бытовых стоков. В третьих – совокупность первых двух экологических катастроф, в настоящее время, вызывает чрезмерную промысловую нагрузку, приводит весьма быстро к биологическому и экономическому перелому: снижению среднего размера и возраста вылавливаемых рыб, падение величины вылова на единицу усилия и общего вылова, промысел становится нерентабельным. Увеличение численности населения в эти годы в бассейнах рек приводит к возрастанию доли неучтенного лова. Все это приводит к сокращению мест нагула и нереста рыб, возможным зимним заморам и появлению в реках безрыбных зон (Вилюйское водохранилище). Хозяйственное освоение бассейнов небольших рек Севера (Хрома), показывает, что сукцессионные изменения в структуре рыбной части населения возникают на протяжении первых 10 лет, а в крупных (Лена, Вилюй, Индигирка, Колыма) – 25-30 лет. Впервые отмечены случаи захода обыкновенной щуки и речного окуня в солоноватых эстуарных частях рек (Колыма, Индигирка, Лена) Якутии. На примере сиговых (*Coregonidae*), щуковых (*Esocidae*) и окуневых (*Percidae*) Якутии, с использованием метода оценки благополучия рыбной части сообщества, проведен сравнительный морфо-патологический анализ состояния организма рыб, обитающих в водоемах Якутии (Колыма) и испытывающих различные антропогенные нагрузки. Впервые в

водоемах Якутии выявлено негативное влияние тяжелых металлов от алмазодобывающей промышленности на популяции рыб в бассейне р. Вилюй, золотодобычи – в верховьях р. Колымы. В условиях Якутии выявлено, что смены температурных, гидрологических и скоростных режимов вызывают более поздний по срокам нерест у налима (февраль-март) в Вилюйском водохранилище. Впервые обозначены изменения сукцессионного порядка в промысловой части уловов рыбных запасов в р. Хрома и Вилюйского водохранилища. На основе сравнительного анализа микроэлементов (Pb, Cd, Hg) в водоемах Якутии показаны особенности их накопления и распределения в организме рыб. Доказано, что в зависимости от времени и типа загрязнения в организме разных групп рыб появляются патологии сходного или общего характера: отеки, экссудаты и кровоизлияния. Реакция на воздействие токсикантов проявляется в виде возникновения различных аномалий и патологий (типа нефрокальцитоза, аномалий в строении жабр, плавников и внутреннего скелета, черепа). Показано, что для рыб, обитающих в зоне сильного техногенного воздействия в условиях Севера, происходит снижение их численности, нерестового потенциала (сибирский осетр, лососевые и сиговые рыбы) или даже их полное вытеснение с привычных мест обитания (сибирский хариус и налим). Впервые для пресноводных водоемов региона разработаны пути рационального управления рыбными ресурсами, включающие организацию мониторинга сиговых рыб, оценку воздействия хозяйственной деятельности на водные экосистемы, составление экологического прогноза и определение возможностей и перспектив развития рыбного хозяйства. Последнее предусматривает: развитие товарного сиговодства, разведение ценных видов рыб, создание нерестово-вырастных хозяйств (НВХ) и выращивание сибирского осетра, сиговых и других видов рыб на теплых водах промышленных предприятий.

Практическая значимость работы. Результаты исследований используются при экологическом прогнозировании возможных изменений водных экосистем в бассейнах рек Лена, Вилюй, Амга, Буотама, Яна, Хрома, Индигирка и Колыма. На их основании произведена оценка воздействия строительства алмазодобывающей промышленности на рыбное население рек Лена и Вилюй; а также при строительстве каскада ГЭС на реках Вилюй и Колыма. Рекомендовано снижение промысловых размеров сибирской ряпушки до 24 см в бассейне реки Хрома. Нарботанные материалы позволили оценить экологические последствия и

рассчитать ущерб, наносимый рыбному хозяйству региона при проведении конкретных работ на рыбохозяйственных водоемах (взрывные работы, строительство мостов, дноуглубительные работы, прокладка газопровода по дну реки, добыча песчано-гравийных смесей, сейсмоударные волны, поиск, разведка и добыча полезных ископаемых, сброс в водоемы загрязняющих веществ и многое другое). Выполнены рыбоводно-биологические обоснования (РБО) работ по следующим направлениям: «Разработка рыбоводных работ по пеляди ...» (2005, 2006), «Разработка рыбоводных работ по пеляди в Намском улусе ...» (2011-2013 гг.). Результаты исследований имеют практическое значение и были использованы при определении зоны распространения выбросов на окружающую среду и обосновании необходимости их снижения в ходе реконструкции предприятий. Показано, что загрязнение водоемов ТМ является основной причиной наблюдаемых негативных последствий. Рекомендованные показатели оценки (в виде индексов) могут быть использованы в программах мониторинга при оценке качества окружающей среды в других регионах Якутии при загрязнении водоемов ТМ. Основные научные выводы используются при чтении лекций по курсу: «Ихтиология», «Рыбные ресурсы Якутии», «Водная токсикология с основами биотестирования» студентам III и IV курсов в Институте естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова.

Апробация работы. Результаты исследований по теме диссертации представлены на V-VIII Международных симпозиумах по биологии и развитию сиговых рыб (Германия, 1994; Германия, 1996; Финляндия, 2000; США, 1998); на VII Международном симпозиуме по биологии и развитию окуневых рыб (США, 1997); AMAP International Symposium on Environmental Pollution of the Arctic and The Third International Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic (Tromsø, Norway, 1997); Всероссийском совещании «Вопросы воспроизводства рыбных запасов в г. Ростов-на-Дону» (Москва, 2002); Международной научно-практической конференции «Прикладная экология Севера: опыт проведенных исследований, современное состояние и перспективы» (Якутск, 2003); Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы бассейнов крупных рек» (Тольятти, 2008); VII Международном научно-производственном совещании (ГОСРЫБЦЕНТР) «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб» (Тюмень, 2010); Международной научно-практической конференции «Дельты

рек Евразии: происхождение, эволюция, экология и хозяйственное освоение» (Улан-Удэ, 2010); IV Международном симпозиуме по инвазийным видам в Борке (Россия, Борок, 2013) и на II Международном симпозиуме «Ртуть в биосфере: Эколого-геохимические аспекты» (Новосибирск, 2015).

Публикации. Результаты исследований отражены в более 140 публикациях, из них в списках ВАК – 23, в 11 монографиях, в том числе 8 коллективных.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из Введения, 8 глав, Заключения, Выводов и Списка литературы. В тексте имеется 11 рисунков и 74 таблицы, часть таблиц вынесена в Приложение. Список литературы включает 1321 названий, в том числе работ на иностранных языках – 165. Общий объем работы – 502 страницы.

Личный вклад. Вклад автора заключается в обосновании и разработке программ научных исследований, участие в полевых исследованиях – более 23 лет, в том числе на Хроме – 2275, Вилюе – 2997, Колыме – 942, Индигирке – 730, Амге – 310, Яне – 222, Буотама – 146 человека-дней, сборе и обработке биологических, морфологических данных, анализе и интерпретации полученных результатов 46 летних (1970-2016 гг) исследований автора по структуре сообществ и анализу изменений в рыбном населении Якутии. Постановка проблемы, расчеты, интерпретация и научные выводы диссертационной работы полностью принадлежат автору.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе представлены анализ влияния антропогенного фактора на популяции пресноводных рыб, краткие сведения о тяжелых металлах, их распространение в водной среде и основных источниках поступления в организм пресноводных рыб и других гидробионтов – ртути, свинца и кадмия. Наблюдается сокращение жизни (преобладающее у рыб младших возрастных групп), снижение темпа роста, уменьшение средних размеров, раннее половое созревание, а также растянутый период наступления половой зрелости.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основой работы послужили материалы исследований, собранные автором на разнотипных водоемах Якутии: бассейнах рек Лена (Буотама, Амга, Вилюй), Яна, Хрома, Индигирка и Колыма.

Объектами наших исследований являлись рыбы из водоемов Якутии,

обитающие в условиях антропогенного загрязнения. Для всех рыб проводился полный общебиологический анализ (морфометрия, размерно-возрастной состав, оценка численности), у меньшей части рыб проводили оценку аномалий методом патолого-анатомического анализа и лишь для небольшой части особей применялся биохимический анализ (анализ крови и определение концентрации тяжелых металлов (ТМ) в органах и тканях рыб).

Контрольный лов рыбы осуществлялся в основном на нижнем и среднем течении бассейнов рек Якутии с июня по декабрь 1970-2016 гг. В качестве орудий лова использовали ставные жаберные сети длиной 25-30 м, высотой 1,5-6,0 м и шагом ячеи 10-100 мм; мальковый невод длиной 25 м, с шагом ячеи 10 мм в мотне, 30 мм в крыльях. За период наблюдений отловлено и промерено более 32 тыс. экз. рыб. Биологический анализ проведен по следующим показателям: длина, вес, стадии зрелости, вес гонад, жирность и питание рыб. На полный морфометрический анализ отобрано более 1000 экз. рыб, из них более 700 экз. сиговые. В табл. 1 показано общее число рыб, собранных и обработанных по разным направлениям работ.

Ихтиологические исследования по бассейнам рек Якутии анализировались на основании промысловой статистики (Лузанская, Савина, 1956), отчетных данных Якутрыбвода, ФГУЗ Якутрыбцентра и собственных уловов. Гематологические показатели определяли по стандартным методикам (Голодец, 1955; Головиной, 1979; Инструкции..., 1986). Взятие крови производили у живых рыб после отсечения хвоста. Кровь отбирали капилляром от гемометра Сали из гемального канала хвостового стебля (для определения содержания гемоглобина, эритроцитов, реакции СОЭ).

Содержание тяжелых металлов определялось в чешуе, жабрах, мышцах, скелете, половых гонадах, печени и почках рыб. Первичная обработка органов и тканей рыб (взвешивание, высушивание до постоянного веса при температуре 105 °С) и определение содержания металлов (Pb, Hg, Cd) проводились в «Санитарно-гигиенической лаборатории» ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РС (Я)». Результирующий раствор анализировался атомно-абсорбционным спектрофотометром (AAS-3, Perkin-Elmer) в воздушно-пропановом (Pb, Hg, Cd) пламени. Все концентрации металлов выражены в миллиграммах на килограмм (мг/кг) сухого веса. Из озер нижнего течения р. Хрома в 2006 году (июле, ноябре) были доставлены 10 экземпляров щуки для проведения токсикологических

Общий объем собранного и обработанного автором материала

Виды анализов	Районы работ	Периоды проведения исследований, гг.; человека-дней		Количество собранного материала (экз., шт.), проб и обработано
Общебиологический анализ рыб	Виллой	1972-1996; 2400 ч-д	2009-2010; 120 ч-д	11120*
	Колыма	1997; 1998; 90 ч-д	2004-2010; 500 ч-д	1162*
	Индигирка	1982-1992; 300 ч-д	2006, 2010; 120 ч-д	840*
	Хрома	1970-1994; 1560 ч-д	1998-2008; 150 ч-д	17030*
	Яна	2008; 60 ч-д	2011; 27 ч-д	527*
	Буотама	2009; 56 ч-д		465*
	Амга	1991-1993; 180 ч-д	2012; 30 ч-д	368*
	Лена	1986-1998; 426 ч-д	2001-2016; 450 ч-д	1100*
Патолого-анатомический анализ рыб	Виллой	2009-2010; 120 ч-д		536*
	Колыма	2005-2010; 180 ч-д		667*
	Индигирка	2006; 60 ч-д		405*
	Хрома	2006; 15 ч-д		212*
	Яна	2008; 30 ч-д		130*
	Буотама	2009; 30 ч-д		95*
Биохимический анализ рыб	Виллой	2010; 30 ч-д		12*
	Колыма	2007; 30 ч-д		10*
	Индигирка	2006; 30 ч-д		16*
	Хрома	2006; 15 ч-д		14*
	Яна	2008; 20 ч-д		10*
	Буотама	2009; 15 ч-д		11*
Микроэлементный анализ содержания ТМ в теле рыб	Виллой	2010; 40 ч-д		30*
	Колыма	2007; 40 ч-д		30*
	Индигирка	2006; 40 ч-д		30*
	Хрома	2006; 20 ч-д		29*
	Яна	2008; 40 ч-д		29*
	Буотама	2009; 30 ч-д		25*
Химический состав вод	Виллой	1972-1996; 160 ч-д	2009-2010; 10 ч-д	21**
	Колыма	1997; 1999; 20 ч-д	2005-2010; 30 ч-д	16**
	Индигирка	1982-1993; 110 ч-д	2006, 2010; 10 ч-д	18**
	Хрома	1970-1994; 420 ч-д	2006-2008; 10 ч-д	8**
	Яна	2008; 15 ч-д	2011; 10 ч-д	14**
	Буотама	2009; 15 ч-д		25**
	Амга	1991-1993; 45 ч-д	2012; 10 ч-д	32**
	Лена		2012-2016; 30 ч-д	21**
Гидробиологические пробы	Виллой	1972-1996; 72 ч-д	2009-2010; 45 ч-д	3000***(+180; ++1800; ++1020)
	Колыма	1997; 1999; 12 ч-д	2005-2010; 40 ч-д	50***(+8; ++32; +++10)
	Индигирка	1982-1992; 30 ч-д	2006; 30 ч-д	75***(+20; ++37; +++18)
	Хрома	1970-1972; 75 ч-д	2006; 10 ч-д	192***(+57; ++96; +++39)
	Яна	2009; 10 ч-д	2011; 10 ч-д	12***(+3; ++6; +++3)
	Амга	1991-1993; 35 ч-д	2012, 10 ч-д	46***(+6; ++25; +++15)
	Лена		2012-2016; 30 ч-д	50***(+19; ++21; +++10)

* – количество проанализированных рыб; ** – количество проведенных анализов;

*** – количество проанализированных проб (+ фито-, ++ зоопланктон, +++ бентос)

Описание клинических и патологоанатомических симптомов интоксикации рыб проводилось в течение первого часа после отлова рыбы (Аршаница, Лесников, 1987; Решетников и др., 1999; Лукин, Моисеенко, 1999). Оценка количественных и качественных изменений во внешнем строении и внутренних органах рыб измерялась в баллах, по фенотипическим и другим показателям проводилась по общепринятым методикам (Решетников, 1994; Савваитова и др., 1995; Решетников и др., 1999; Лукин, Москаленко, 1999 и др.).

На озерах Белое, Эбэ, Кыдайи и Туора-Кюель Намского района бонитировочные исследования по оценке запасов карасей, по вселению личинок пеляди и рациональному их использованию выполнялись в периоды с 2011 по 2016 гг. Сбор материала проводился в летне-осенний и зимний сезоны года, соответственно в качестве орудий лова использовались зимние закидные невода. Рыбу на анализ из промысловых уловов в период открытой воды брали один раз в квартал, в зимний период – два раза в месяц (в случае наступления заморных явлений – ежемесячно). Всего на биологический анализ взято более 1000 экз. золотого карася и озерного гольяна.

Глава 3. ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМОВ ВОДОЕМОВ ЯКУТИИ

В данной главе проведен краткий анализ тех изменений, которые произошли в водных экосистемах за последние годы и их современный трофический и рыбохозяйственный статус. Освоение минерально-сырьевых ресурсов региона и разработка месторождений на территории крупных речных систем Якутии обусловили интенсивное антропогенное воздействие.

В верховьях р. Хрома расположена сеть мощных Тенкелинских оловорудных предприятий Депутатского ГОКа. На р. Вилюй – алмазодобывающая промышленность, Вилюйская ГЭС I и II, а также Вилюйское водохранилище 1 и 2. В верховьях р. Колыма – золотая промышленность, два крупных Колымских ГЭС и водохранилища.

На берегах рр. Вилюя, Амги и Колымы проживает около 30 % населения республики, развивается сельское хозяйство, для нужд республики используются крупнотоннажные речные суда. Эти реки используются для лесосплава, в интересах

рыбного хозяйства (рыболовство и рыбоводство), для полива растений и рекреации.

Сточные воды горноперерабатывающих производств, которые в своем составе содержат взвешенные вещества, минеральные соли, тяжелые металлы и токсические органические соединения (флотореагенты) изменяют физико-химические параметры водоемов и создают новое качество – токсичность среды обитания (Моисеенко, Яковлев, 1990; Бажина и др., 2005). Для гидрохимической и гидробиологической характеристик водоемов с антропогенным загрязнением нами проведен анализ воды и биоты р. Амга, как наиболее чистой и близкой к природным показателям поверхностных водоисточников, чтобы на их примере показать влияние промышленных разработок полезных ископаемых на водную экосистему.

3.1. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристики бассейна реки Вилюй. Гидрохимия. Результаты исследования в р. Вилюй показали, что сброс минерализованных вод, из временного накопителя и дренажных полигонов, оказывает определенное влияние на формирование гидрохимического режима в притоках Вилюя – Ирелях, Малая Ботуобуя, Далдын и Марха. Химический состав их вод находится под прямым воздействием высокоминерализованных сбросов. Наибольшие изменения минерального состава воды, вызванные сбросом, характерны для р. Ирелях, здесь минерализация превысила фоновые показатели в 14 раз и составила 3,5 ПДК. В результате химический состав воды изменился с гидро-карбонатно-кальциевого на хлоридно-натриевый. На р. Ирелях, Далдын, Марха и Малая Ботуобуя минерализация воды против фона возросла в 1,5-20 раз, составив 2,7-20 ПДК. Тип воды оказался смешанным (Кириллов и др., 1979; Лабутина, 1985; Саввинов, Тяптиргянов и др., 1993; Тяптиргянов, 2016). По р. Вилюй (от пос. Чернышевский до г. Верхневиллюйска) серьезных изменений в химическом составе микрокомпонентов не наблюдалось. Лишь на единичных станциях (п. Светлый, с. Сюльдюкар, с. Верхневиллюйск) только по нитритам в июле отмечались превышения ПДК. Однако содержание фенолов остается высоким, на уровне предыдущих лет (5 ПДК против фона 203 ПДК). На участках же, приуроченных к поселкам, содержание летучих фенолов достигает 15 ПДК (Саввинов, Тяптиргянов и др., 1993).

Зоопланктон. Синхронные изменения происходят и в биоте. Наблюдается процесс постоянного понижения уровня количественного развития планктонных организмов (фито- и зоопланктон) в результате многолетнего сброса

высокоминерализованных вод. Их действие специфично по отношению к отдельным видам. Эффект воздействия наблюдается в нарушении соотношения образующих его групп, вплоть до выпадения отдельных видов, как это было отмечено, например, в р. Марха, где в настоящее время не обнаружены ранее обитавшие в ней синезеленые водоросли. В зоне влияния повышенной солености вод – рр. Ирелях, Тымтыйдах, Малая Ботуобуя, Далдын, Марха – обнаружены ранее не отмеченные солоноватоводные виды. Здесь же зафиксировано преобладание диатомовых водорослей из реофильного комплекса (Кириллов и др., 1979; Саввинов, Тяптиргянов и др., 1993). В зимний период в пробах, взятых из рек Ирелях, Марха, Малая Ботуобуя, Далдын и из Сытыканского водохранилища, а также в пробах фильтрационных вод обогатительной фабрики № 9 зафиксированы крайне низкая численность и биомасса зоопланктона, а в отдельных случаях – их полное отсутствие. Так, по сравнению с 1958 г. численность зоопланктонных групп на участке р. Марха снизилась по ветвистоусым ракам – с 18500 до 25 экз./м³, веслоногим с 4300 до 35 экз./м³, коловраткам – с 60000 до 175 экз./м³ (Кириллов и др., 1979; Тяптиргянов, 2016).

Бентос. Наблюдается качественное и количественное изменение в структуре бентосных организмов. Так если в 1958 г. в р. Виллой было зарегистрировано 93 систематические группы, то в 1993 г. – лишь 16. Основу зафиксированных биоценозов составляли виды, относящиеся к холодному оксифильному комплексу. Наиболее многочисленными из них были представители эврибионтных видов – хирономиды подсемейства ортокладиины, личинки поденок, веснянок и ручейников. На наиболее загрязненных участках (р. Тымдайдах) обнаружены личинки мух – эфедры и их куколки, обычно обитающие только в водоемах с высоким содержанием солей (Кириллов и др., 1979; Саввинов, Тяптиргянов и др., 1993; Тяптиргянов, 2016).

3.2. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристики бассейна Хромской губы. Гидрохимия. На р. Хрома определялся температурный режим, величины *pH*, содержание кислорода, CO₂ и биогенных элементов. Летом газовый режим стабильный и характеризуется следующими показателями: содержание растворенного в воде кислорода составляет 9,65-15,66 мг/л. Столь незначительное расхождение в насыщении кислородом по горизонтам объясняется довольно частым ветровым перемешиванием водной массы. Содержание свободной углекислоты на

поверхности колеблется от 1,70 до 5,28 мг/л. Реакция среды для всего бассейна кислая и pH воды изменяется от 6,2 до 6,8. Содержание биогенных элементов не превышает в среднем 0,05 мг/л (Тяптиргянов, 2016).

Зоопланктон. Проведенные нами исследования показали, что зоопланктон беден не только в видовом, но и количественном отношении и представлен всего 62 формами при средней биомассе 45,9 мг/л³. Наличие в его составе *Keratella cluciformis kamtschatica* – формы, известной для Камчатки и Японии, *Limnocalanus joganseni* – для побережья Аляски, *Eurytemora raboti* – для Чукотского полуострова свидетельствует о сложных путях формирования фауны беспозвоночных бассейна р. Хромы и других рек, впадающих в Хромскую губу. Биомасса зоопланктона достигает 3,6 мг/м³ по ветвистоусым и 2,2 мг/м³ по веслоногим ракообразным. За прошедшие годы экологическая обстановка в низовьях реки Хрома значительно улучшилась: уменьшился сброс твердого стока промышленных вод оловорудной промышленности; биомасса зоопланктона увеличилась с 13,2 мг/м³ в 1998 г. до 19,8 мг/м³ в 2008 г.; отметим, что в прошлом (1978 г.) было 4,2 мг/м³ (Тяптиргянов, Соколова, Огай, 1974; Тяптиргянов, 2016).

Зообентос. Средняя биомасса в р. Хроме составляет 2,04 г/м² при численности 338 экз/м². Наибольшим показателем биомассы бентоса характеризуется р. Урюнг-Улах – 16,41 г/м². Основа бентоса – личинки хирономид, олигохеты и моллюски. Биомасса зообентосных организмов в реке Хрома в 2008 г. была 2,97-3,61 г/м² при численности 481-562 экз/м². Основу составляли личинки хирономид, олигохеты и моллюски (Тяптиргянов, Соколова, Огай, 1974; Тяптиргянов, 2016).

3.3. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристики реки Колыма. Гидрохимия. Нами обследован участок р. Колыма в пределах Среднеколымского и Нижнеколымского районов. Температурный режим р. Колымы довольно жесткий. У г. Среднеколымска поверхностная температура воды выше 10 °С держится 2-2,5 месяца, а в некоторые годы температура воды вообще не достигает 10 °С.

По химическому составу вода р. Колымы на обследованном участке принадлежит к сибирскому типу (Чеваник, Веселовский, 1974). По минеральному составу вода р. Колымы относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция, второму типу. Значения pH колеблются от 6,4 до 7,3. Содержание кислорода в воде

колебалось в пределах от 7,6 до 10,3 мг/дм³, достигая 120 % насыщения.

Максимальные показатели железа (1,02-11,00 мг Fe/дм³) отмечались во все годы наблюдений в летне-осенний период, что десятки раз превышает ПДК, как для питьевого, так и для рыбохозяйственного водопользования (Государственный доклад..., 2005-2016).

Многолетние наблюдения в низовьях Колымы показали хорошо выраженную сезонную динамику. Среднегодовые концентрации фенолов достигали 1,6-10,0 ПДК, легко и трудноокисляемые вещества (по БПК₅ и ХПК) от нулевой до 9,9 ПДК, соединений меди – 2-24 ПДК, цинка - 1,6 ПДК, марганца – 1,3 ПДК, нефтепродуктов – на уровне 3 ПДК, железа - в пределах 2 ПДК, ртути 1-3 ПДК (Государственный доклад..., 2005-2016 гг.).

Фитопланктон. Проведенные исследования водоемов р. Колымы показали, что в видовом составе фитопланктона определено 77 таксонов водорослей, где доминировали, как и ранее, диатомовые водоросли (Тяптиргянов и др., 2016; Тяптиргянов, 2016).

Зоопланктон. Фаунистический состав зоопланктона исследуемых водоемов Нижней Колымы в августе-сентябре 2009 г. состоял из 63 видов, из которых 35 видов относились к коловраткам, 16 – к ветвистоусым и 12 – к веслоногим рачкам. По количественные показатели зоопланктона Нижней Колымы в исследованный период характеризовались как относительно высокие для северных рек, их численность колебалась в пределах от 17090 до 121535 экз./м³, а биомассы 183,42 – 3339,45 мг/м³ (Тяптиргянов, 2016).

Бентос. По результатам исследований, проведенных в июле – августе 2006 г., средняя биомасса бентоса в р. Колыма составляла 4,56 г/м², при плотности заселения 427 экз/м². В прибрежье по плотности и биомассе преобладали хирономиды. Далее по значению шли моллюски и олигохеты, а также обнаружены гаммарусы и пиявки (Тяптиргянов, 2007, 2016; Тяптиргянов и др., 2016).

3.4. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристики бассейна реки Амга. Гидрохимия. Вода гидрокарбонатно-кальциевая, прозрачная, без запаха. Показатели *pH* находятся в пределах нормы (7,24-8,19). Содержание кислорода на станции у п. Харбалах достаточно высокое (10,28 мг/л; 126% насыщения). Диоксид углерода в этот период не обнаружен, что закономерно связано с процессами фотосинтеза. Минерализация исследуемого участка средняя

(221,13-278,62 мг/л). В солевом составе преобладает катион кальция (28,66-46,09 мг/м). Ион магния составляет 9,72-17,01 мг/л. Ионы натрия и калия содержатся в небольших количествах. Жесткость воды на исследуемых участках невысокая (2,81-3,55 мг-экв/л) (Саввинов и др., 1992, 1995; Тяптиргянов, 2016).

Зоопланктон. В летний период 1993 г. в р. Амга обнаружено 22 вида зоопланктона, из них – 14 видов ветвистоусых рачков, 5 – вида веслоногих и 3 вида коловраток. Общая численность зоопланктона на разных участках реки колеблется от 2 до 16 тыс. экз/м³, лишь временами достигая 20 тыс./м³. Биомасса в протоках была 5-180 мг/м³, в нижнем течении реки – 180-970 мг/м³. Основу биомассы во многих местах составляли веслоногие ракообразные (Саввинов и др., 1995; Тяптиргянов, 2016).

Зообентос. Средняя биомасса бентоса в верхнем течении в июле составляла 2,97 г/м², при численности 2017 экз/м²; в среднем течении – 1,90 г/м², при численности 387 экз/м²; в нижнем течении - 1,12 г/м², при численности 135 экз/м² соответственно (Саввинов и др., 1995; Тяптиргянов, 2016).

Глава 4. ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ ИХТИОФАУНЫ ЯКУТИИ

4.1. Состав ихтиофауны. Современный состав ихтиофауны Якутии сформировался после окончания последнего оледенения. Она носит черты как типичной арктической фауны, так в ней имеются и элементы Понто-Каспийского, Китайского и Американского происхождения.

Основной сток пресной воды шел не на север, а на юг: в систему бассейнов Аральского моря и Понто-Каспия, и далее в Средиземное море. По этой системе в Якутию пришла плотва, а из Восточной Азии – сиговые рыбы. Уральские горы явились естественным барьером, который сдерживал продвижение европейской ихтиофауны на восток, а сибирской - на запад.

Мы придерживаемся точки зрения Ю.С.Решетникова (1980, 1983, 2010), что «центр возникновения» сиговых рыб как самостоятельной группы находился в горных водоемах Северной амфицифической суши (в Берингии), прилегавшей к Тихому океану, где в олигоцене и произошло разделение исходных предков лососеобразных рыб на сиговых, лососевых и хариусовых рыб, они существовали уже с начала неогена.

Последние сводки по рыбам Якутии приводятся в работах А.С.Новикова (1966), Ф.Н.Кириллова (1972), М.М. Тяптиргянова (1980), А.Ф. Кириллова (2002),

А.Ф. Кириллова, В.В. Ходулова, И.Г. Собакина и др. (2007) и Е.В. Иванова (2011). Нами был составлен современный список пресноводных видов рыб Якутии с учетом современных данных по таксономии. Список представлен 2 классами, 10 отрядами, 14 семействами, 29 родами и 43 видами и подвидами круглоротых и рыб (табл. 2) (Тяптиргянов, 2016)

4.2. Основные изменения в систематике рыб Якутии. Отметим, что среди рыб есть виды относительно стабильные, среди которых не отмечаются разнообразные экологические формы (щука, налим, окунь, тугун и другие), и есть виды со сложной таксономической структурой, представленной не только подвидами, но множеством экологических форм (арктический голец, сиг, арктический омуль, муксун). Виды со сложной внутривидовой структурой типа надвида (*superspecies*) в ихтиологии рассматриваются как виды-комплексы (Решетников, 1980; Савваитова, 1989) или полнокомплексные таксономические виды (Мина, 1986, 2010) с группировками разного иерархического уровня с размытыми границами.

Внутривидовое разнообразие выступает как механизм поддержания экологического разнообразия и более полного освоения невысокой по биомассе и изменчивой по сезонам кормовой базы рыб северных водоемов. Полиморфизм и эврифагия – характерные черты ихтиофауны водоемов Севера Европы и Азии. Сложность структуры северных экосистем Европы и Сибири достигается не за счет разнообразия числа видов (как это наблюдается в Северной Америке или в Африке), а за счет разнообразия внутривидовых форм, которые в энергетическом отношении эквивалентны самостоятельным видам (Решетников, 1980, 1986, 1994, 1995; Тяптиргянов, 2016).

Наши исследования показали, что: **сибирская минога** раньше рассматривалась в ранге подвида японской миноги (Берг, 1948; Новиков, 1966; Кириллов, 1972), теперь она идет как самостоятельный вид (Аннотированный каталог, 1998; Атлас пресноводных рыб России, 2002; Рыбы в заповедниках России, 2010; Тяптиргянов, 2016).

Сибирский осётр ранее разбивался на 4 подвида: западно-сибирский (Обь-Иртыш), восточно-сибирский (крупные реки Сибири), якутский (Хатанга-Колыма) и байкальский. Однако сейчас доказано, что практически различий между подвидами нет, изменчивость имеет клинальный характер, а в крупных реках различия между популяциями верхних и нижних участков превышают различия между популяциями

Распределение ихтиофауны в бассейнах рек Якутии

Вид	Анабар	Оленек	Лена	Яна	Хрома	Индигирка	Алазея	Колыма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сем. <u>Petromyzontidae</u> Bonaparte, 1831 – <u>Миноговые</u>								
1. <i>L. kessleri</i> (Anikin, 1905) – сибирская минога	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. <u>Acipenseridae</u> Bonaparte, 1831 – <u>Осетровые</u>								
2. <i>Acipenser baerii</i> Brandt, 1869 – сибирский осетр	+	+	+	+	-	+	-	+
Сем. <u>Salmonidae</u> Jarock & Schinz, 1822 – <u>Лососевые</u>								
3. <i>Brachymystax lenok</i> (Pallas, 1773) – ленок	+	+	+	+	-	+	-	+
4. <i>Hucho taimen</i> (Pallas, 1773) – обыкновенный таймень	+	+	+	+	-	-	-	-
5. <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792) – горбуша	-	-	-	+	-	+	-	+
6. <i>Oncorhynchus keta</i> (Walbaum, 1792) – кета	-	-	+	+	-	+	-	+
7. <i>Salvelinus alpinus</i> (Linnaeus, 1758) – арктический голец	-	-	+	+	-	+	-	+
8. <i>Salvelinus czerskii</i> Drajagin, 1932 – голец Черского	-	+	+	+	-	+	+	+
9. <i>Salvelinus jacuticus</i> Borisov, 1932 – якутский голец	-	+	+	-	-	-	-	-
10. <i>Salvelinus malma</i> (Walbaum, 1792) – мальма	-	-	-	-	-	-	-	+
Сем. <u>Coregonidae</u> Bonaparte, 1845 – <u>Сиговые</u>	+	+	+	+	+	+	+	+
11. <i>Coregonus autumnalis</i> (Pallas, 1776) – омуль	+	+	+	+	+	+	+	+
12. <i>Coregonus lavaretus</i> (Linnaeus, 1758) – сиг-пыжьян	+	+	+	+	+	+	+	+
13. <i>Coreginus muksun</i> (Pallas, 1814) – муксун	+	+	+	+	+	+	+	+
14. <i>Coregonus nasus</i> (Pallas, 1776) – чир	+	+	+	+	+	+	+	+
15. <i>Coregonus peled</i> (Gmelin, 1789) – пелядь	+	+	+	+	+	+	+	+
16. <i>Coregonus sardinella</i> Valenciennes, 1848 – сибирская ряпушка	+	+	+	+	+	+	+	+
17. <i>Coregonus tugun</i> (Pallas, 1814) – тугун	+	+	+	+	-	-	-	-
18. <i>Prosopium cylindraceum</i> (Pallas, 1784) – обыкновенный валец	+	+	+	+	-	+	+	+
19. <i>Stenodus leucichthys</i> (Guldenstadt, 1772) – нельма	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. <u>Thymallidae</u> Gill, 1885 – <u>Хариусовые</u>								
20. <i>Thymallus arcticus</i> (Pallas, 1776) – сибирский хариус	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. <u>Osmeridae</u> Regan, 1913 – <u>Корюшковые</u>								
21. <i>H. olidus</i> (Pallas, 1814) – малоротая корюшка	-	-	-	-	+	-	+	+
22. <i>O. mordax</i> (Mitchill, 1815) – азиатская зубатая корюшка	+	+	+	+	-	+	+	+

Вид	Анабар	Оленек	Лена	Яна	Хрома	Индибирка	Алазея	Колыма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сем. Esoxidae Rafinesque, 1815 – Щуковые								
23. <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758 – обыкновенная щука	+	+	+	+	+	+	+	++
Сем. Cyprinidae Rafinesque, 1815 – Карповые								
24. <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758) – серебряный карась	+	+	+	+	-	+	+	+
25. <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) – золотой карась	+	+	+	+	-	+	+	+
26. <i>Gobio soldatovi</i> Berg, 1914 – пескарь Солдатова	-	-	+	-	-	-	-	-
27. <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758) – язь	+	+	+	-	-	-	-	-
28. <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758) – елец	+	+	+	+	-	+	+	+
29. <i>Phoxinus czekanowski</i> Dybowski, 1869 – голянь Чекановского	+	+	+	+	-	+	+	+
30. <i>P. lagowskii</i> Dybowski, 1869 – амурский голянь	-	-	+	-	-	-	-	-
31. <i>Phoxinus phoxinus</i> (Pallas, 1814) – озерный голянь	+	+	+	+	-	+	+	+
32. <i>P. phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный голянь	+	+	+	+	-	+	+	+
33. <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) – плотва	+	+	+	-	-	-	-	-
Сем. Catostomidae Agassiz, 1850 – Чукучановые								
34. <i>C. catostomus</i> (Forster, 1773) – обыкновенный чукучан	-	-	-	-	-	+	-	+
Сем. Balitoridae Swainson, 1839 – Балиториевые								
35. <i>Barbatula toni</i> (Dybowski, 1869) – сибирский голец-усач	+	+	+	+	-	+	+	+
Сем. Cobitidae Swainson, 1838 – Вьюновые								
36. <i>Cobitis melanoleuca</i> Nichols, 1925 – сибирская щиповка	+	+	+	+	-	+	+	+
Сем. Lotidae Jordan et Evermann, 1898 – Налимовые								
37. <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758) – налим	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Gasterosteidae Bonaparte, 1831 – Колюшковые								
38. <i>Pungitius pungitius</i> (Linnaeus, 1758) – девятииглая колюшка	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Percidae Rafinesque, 1815 – Окуневые								
39. <i>G. cernuus</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный ерш	+	+	+	+	-	+	+	+
40. <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758 – речной окунь	+	+	+	+	+	+	+	+
Сем. Cottidae Bonaparte, 1831 – Керчаковые								
41. <i>Cottus poecilopus</i> Heckel, 1836 – пестроногий подкаменщик	+	+	+	+	-	+	+	+
42. <i>Cottus sibiricus</i> Wagreichowski, 1889 – сибирский подкаменщик	+	+	+	-	-	-	-	-
43. <i>Myoxocephalus quadricornis</i> (Linnaeus, 1758) – четырехрогий бычок	+	+	+	+	-	+	+	+

разных речных бассейнов, что делает выделение подвидов необоснованным (Рубан, 1999; Рыбы в заповедниках России, 2010; Тяптиргянов, 2016). В настоящее время запасы сибирского осетра подорваны, и его численность падает во многих водоемах.

Карповые рыбы. Возникли большие таксономические сложности с серебряным карасем. Ранее его разделяли на два подвида: *C. auratus auratus* (Linnaeus, 1758) – китайский карась или золотая рыбка и *C. auratus gibelio* (Bloch, 1782) – серебряный карась, который живет в естественных водоемах. В последнем виде он и идет во всех руководствах (Берг, 1949; Аннотированный Каталог, 1998; Атлас пресноводных рыб России, 2002; Рыбы в заповедниках России, 2010; Тяптиргянов, 2016).

Описанный Ф.Н. Кирилловым подвид якутского карася – *C. carassius jacuticus* Kirillov, 1972, считается невалидным.

Для выделения язя Якутии в особое *patio* (Кириллов, 1972), нет оснований. Этот вид имеет лишь два подвида: аральский и обычный (на всем остальном ареале) (Атлас пресноводных рыб России, 2002; Рыбы в заповедниках России, 2010).

У ельца принято считать, что имеется два подвида. В европейской части обитает обычный подвид ельца *L. leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758), а в Сибири – подвид *L. leuciscus baikalensis* (Dybowski, 1874). В зависимости от условий обитания елец способен образовывать формы, известные как высокотелая и низкотелая.

Автором рода *Phoxinus* согласно постановлению Международного Комитета по Кодексу Зоологической номенклатуры принято считать К. Рафинеске (смотри Богуцкая, Насека, 2004).

Систематика гольяна Чекановского плохо изучена. Вслед за Л.С. Бергом некоторые авторы выделяют три подвида, из которых два встречаются в водах России: *P. czekanowskii czerskii* Berg, 1912 – гольян Черского из бассейна оз. Ханка и северных водоемов Сибири и *P. czekanowskii suifunensis* Berg, 1932 – суйфунский гольян из приморских рек (Никольский, 1956). Таксономический статус вида требует дополнительных исследований (Решетников и др., 1997; Аннотированный каталог, 1998; Рыбы в заповедниках России, 2010).

В Якутии обитает номинативный подвид амурского гольяна – *P. l. lagowskii* Dybowski, 1869. Систематический статус озерного и обыкновенного гольянов остался прежним, лишь были небольшие изменения в написании видов, но сейчас

все вернулось к прежнему состоянию (Рыбы в заповедниках России, 2010).

Что касается **балиториевых и вьюновых рыб**, то отметим, что систематический статус видов и даже их ареалы еще пока точно не установлены, поэтому они даются в трактовке по последней сводке России (Рыбы в заповедниках России, 2010).

Щука, налим, ёрш и окунь имеют самое широкое распространение в России, но их внутривидовая структура сравнительно проста, нет подвидов и каких-либо особых выделяемых форм.

Корюшковые. У малоротой корюшки подвидов, скорее всего, нет. Азиатская зубатая корюшка теперь выделяется в самостоятельный вид *O. mordax* (Mitchill, 1814), в котором отмечены 3 подвида, но в наших водах обитает только один – *O. mordax dentex* Steindachner, 1870 – азиатская корюшка, или огуречник ("зубатка"). Два других подвида живут в Северной Америке.

Сиговые рыбы. Ледовитоморский **омуль** часто рассматривается как *S. autumnalis* complex (McPhail, 1966; Решетников, 1980; Бодали и др., 1994; Атлас пресноводных рыб России, 2002; Рыбы в заповедниках России, 2010), куда включают омуля реки Пенжина *S. subautumnalis* Kaganowsky, 1932, ирландский вид *S. pollan* Thompson, 1838, а также близкие американские виды – *S. laurettae* Bean, 1882 и *S. alascanus* (Scofield, 1899).

Среди ледовитоморского омуля различают стада печорское, енисейское, хатангское, ленское, индигирское и колымское.

Самым сложным по своей структуре является **обыкновенный сиг** *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758). Для вида описаны более 30 подвидов (Берг, 1948; Правдин, 1954), но затем их число в России сокращено до 6 (Решетников, 1980, 1995), а затем отменены все подвиды (Рыбы в заповедниках России, 2010). Вид *S. lavaretus* sensu lato образует много экологических форм, отличающихся друг от друга рядом признаков, местами и сроками нереста.

В Якутии обитают только малотычинковые сизи, которые ближе к подвиду пыжьяна (но без разных форм, *patio* и т.п.).

Что касается **муксуна, чира, пеляди и тугуна**, то тут особых таксономических сложностей нет; это хорошие виды, без подвидов и форм.

Сибирская ряпушка (*S. sardinella*) не имеет четко выраженных подвидов.

Обыкновенный валёк (*Prosopium cylindraceum*) не имеет подвидов.

Нельма имеет два подвида: *S. l. leucichthys* (Güldenstädt, 1772) – белорыбица из бассейна Каспийского моря и *S. l. nelma* (Pallas, 1773) – нельма из рек Северного Ледовитого океана.

Сибирский хариус (*Th. arcticus*) имеет сложную внутривидовую структуру: помимо 9 подвидов он образует несколько экологических форм (озерные, озерно-речные, речные, ручьевые), различающихся длительностью жизненного цикла (Зиновьев, 2005).

Изменения коснулись и хариусов в бассейне Лены, где выделяются 2 формы хариусов – нижнеленская и верхнеленская, различающиеся генетически и морфологически (Книжин и др., 2007; Книжин, 2009). Нижнеленская форма относится к типичному *Th. arcticus*, а верхнеленскую форму можно бы рассмотреть в ранге подвида *Th. arcticus baicalensis*. Пока мы рассматриваем хариуса Лены в ранге вида без выделения подвидов.

Ленок (*Brachymystax lenok*) имеет сложную внутривидовую структуру, было выделено несколько подвидов и, кроме того, ленок имеет острорылую и тупорылую формы. Позже статус подвидов был пересмотрен, и ленки были разделены на 2 вида: *B. lenok* (Pallas, 1773) – острорылый ленок и *B. savinovi* Mitrofanov, 1959 – тупорылый ленок. Однако в дальнейшем были найдены переходные формы (Алексеев, Кириллов, 1985), а также установлено, что они различаются на молекулярном уровне (Рыбы в заповедниках России, 2010). Подвид восточносибирского ленка (Кириллов, 1972) сейчас не считается валидным.

По **тайменю** существенных изменений в систематике нет.

Горбуша и кета в Якутии встречаются до устья Лены и Оленька, никаких отличительных признаков от рыб основного их места обитания в реках Якутии не отмечено.

Гольцы рода *Salvelinus* в водах Якутии представлены 4 видами. Арктический голец представляет собой сложно-комплексный вид. К нему относятся 9 видов в Сибири (боганидский, Черского, Дрягина, якутский, паляя, нейва, таймырский, Таранца и есейская паляя); все вместе они рассматриваются как *S. alpinus complex* (Савваитова, 1989; Аннотированный каталог, 1998). Подвид восточносибирского гольца (Кириллов, 1972) сейчас не признается валидным, как и особая форма гольца из оз. Лабынкыр (Рыбы в заповедниках России, 2010). Эндемичные виды гольцов (голец Черского и якутский) пока оставлены в ранге вида без изменений.

На Чукотке перекрываются ареалы арктического гольца и мальмы, ареал мальмы доходит до Колымы (Берг, 1949; Черешнев, 1996, 1998; Атлас пресноводных рыб России, 2002).

Девятиглая колюшка (*Pungitius pungitius*) ранее была разделена на 4 подвида, из которых амурская и сахалинская колюшки выделены в самостоятельные виды, из двух оставшихся подвигов в России обитает номинативный подвид *P. pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758), а подвид *P. pungitius laevis* (Cuvier, 1829) живет в Западной Европе (Аннотированный каталог, 1998; Атлас пресноводных рыб России, 2002; Рыбы в заповедниках России, 2010). Вид имеет циркумполярное распространение.

Подкаменщики рода *Cottus* в Якутии представлены 3 видами (пестроногий, сибирский и четырехрогая рогатка). Пестроногий подкаменщик имеет сложную структуру и является полиморфным видом.

Восстановлена валидность видов: *C. altaicus* – верховья Иртыша (Алтай); *C. kuznetzovi* – бассейн р. Лена; *C. szanaga* – бассейн р. Амур, реки Приморья, о. Сахалин; *C. volki* – реки Приморья (Сиделева, Гото, 2009; Рыбы в заповедниках России, 2010).

4.3. Фаунистический и зоогеографический анализы ихтиофауны. Основу фауны рыб составляют рыбы арктические (28 %) и арктобореальные (17 %), которые в сумме дают около половины списка видов (45 %). Типично арктическими видами являются сиговые рыбы, гольцы и четырехрогий бычок. За ними по числу видов следует Бореальный равнинный комплекс (30 %); рыб Бореально-предгорного (9 %) равнинного комплекса значительно меньше (это ленок и таймень, сибирский хариус и сибирский усатый голец). Сравнительно много представителей китайского равнинного комплекса (9 %), к которым мы относим пескарей, озерного гольяна и амурского гольяна.

Для Якутии, как и для всей Арктики, характерно малое число монотипических родов (нельма, налим), хорошо представлены виды с широким, почти циркумполярным ареалом (омуль, нельма, сиг, арктический голец, щука, окунь, ёрш) и со сложной внутривидовой структурой (омуль, сиг, гольцы, ленок).

Наряду с большими озерами и реками рыбы осваивают и мелкие водоемы арктической тундры, где бывает дефицит кислорода, а зимой они могут промерзнуть до дна. Как одно из приспособлений для жизни в этих условиях можно

рассматривать такие свойства как зарывание в ил на зиму (два вида) карасей – *Carassius auratus* и *C. carassius*, озерный голянь – *Phoxinus phoxinus*) или даже образование своеобразной капсулы у молоди миног.

По характеру питания преобладают бентофаги (40 %) и эврифаги (29 %), сравнительно мало хищников-ихтиофагов (19 %) и зоопланктофагов (10 %), и всего один вид из детритофагов (сибирская минога – 2 %).

По характеру размножения (тип нерестилищ и способ откладки икры) все рыбы разделены нами на IV группы. Большинство видов откладывает икру на песок (I – 24 %) или на каменисто-галечный грунт (II – 21 %), что характерно для многих лососевых, сиговых, хариусовых, миноги, осетра и некоторых карповых рыб (амурский голянь и пескарь Солдатова). Большинство же карповых откладывает икру на растительность (III– фитофаги – 19 %). Особую группу составляют рыбы, которые проявляют заботу о потомстве (IV – 17 %). Лососевые рыбы (ленок, горбуша, кета, голец) роют в грунте углубления, подкаменщики выбирают место для гнезда под камнями, самцы девятииглой колюшки строят гнездо из травы.

Заново составив видовые списки рыб Якутии и откорректировав латинские написания видов согласно последним сводкам (Рыбы в заповедниках России, 2010), которые представлены в табл. 2, мы добавили к ним виды рыб из Оби, Енисея и Анадыря и провели сравнение фауны рек по коэффициенту фаунистического сходства Серенсена (Андреев и Решетников, 1978 а):

$$L = \frac{2d}{R_1 + R_2},$$

где L – индекс сходства по составу видов рыб районов R₁ и R₂;
R₁ – число видов рыб в районе R₁;
R₂ – число видов рыб в районе R₂;
d – число общих видов рыб для двух районов.

В предыдущем районировании (Андреев и Решетников, 1978а; 1982; Решетников, 1980) отрицалось деление Л.С. Бергом (1949) Сибирского округа на Западно-Сибирский участок (Обь и Енисей) и Восточно-Сибирский участок (все реки на восток от Лены). Сибирский округ был единым по составу фауны от Оби до Лены, несколько самостоятельное положение занимала Колыма. Река Анадырь и мелкие реки Чукотки выделялись в Берингийский округ, причем Анадырь имел больше фаунистического сходства с реками Аляски, Макензи, и Андерсон-Бак, чем

с Колымой.

Результаты нашего анализа представлены на рис. 1. В отличие от данных Ю.С. Решетникова (1980) у нас данные по Сибири представлены большим числом рек: добавлены реки Анабар, Оленек, Яна, Хрома, Индигирка и Алазея. По составу ихтиофауны все реки разбиваются на 4 кластера: первый – это Обь и Енисей

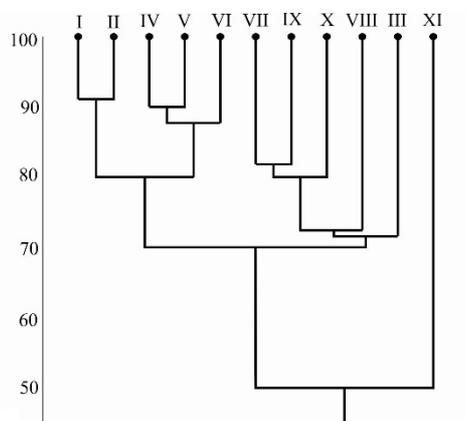


Рис. 1. Дендрограмма сходства по Серенсену ихтиофауны 11 рек Сибири. Примечание: I - Обь, II - Енисей, III - Анабар, IV - Оленек, V - Лена, VI - Яна, VII - Хрома, VIII - Индигирка, IX - Алазея, X - Колыма, XI - Анадырь.

(Западная Сибирь), второй – реки западнее Верхоянского хребта (Оленек, Лена, Яна); третий – реки восточнее Верхоянского хребта (Колыма, Индигирка и Анабар); к ним же примыкают более мелкие реки, расположенные в этом водоразделе – Хрома и Алазея; четвертый – обособленный кластер с рекой Анадырь. В целом рис. 1 неплохо отражает особенности распространения рыб в Сибири.

В первом кластере (только в реках Обь и Енисей) обитает по 38 видов и подвидов рыб в каждой реке, спецификой кластера являются виды стерлядь, обыкновенный пескарь, линь, южная малая колюшка, каменная широколобка; далее Енисея на восток они не идут.

Второй кластер (Оленек, Лена, Яна) включает реки, отделенные естественным географическим барьером – Верхоянским хребтом, куда входит окруженный хребтами и янский водораздел. Специфичными рыбами являются голян Лаговского и якутский голец; Яна - крайняя восточная граница ареала пескаря Солдатова, язя, плотвы, сибирской щиповки, тайменя и тугуна.

Третий кластер (Колыма и прилегающие малые реки) тоже вполне обоснован за исключением реки Анабар. Мы полагаем, что его включение произошло не по сходству ихтиофауны, а по её бедности (всего 26 видов и подвидов), такой же малый состав фауны рыб у рек Хрома (18 видов и подвидов) и Алазея (22 вида и подвида). Если Анабар не принимать во внимание, то специфика этого региона (Хрома, Индигирка, Алазея, Колыма) заключается в том, что здесь уже нет камчатской миноги, плотвы, язя, тайменя. Колыма явилась тем пограничным рубежом, далее которого на восток не прошли все осетровые, многие карповые и все окуневые рыбы. Только здесь в реках Колыма, Алазея и Индигирка появляется первый представитель американской фауны – чукучан, в Колыме появляется мальма

– *Salvelinus malma* (это самая западная граница ее ареала), более часты заходы тихоокеанских лососей на нерест (горбуша и кета в Индигирке и Колыме).

Четвертый кластер – река Анадырь по составу ихтиофауны резко отличается от всех рек Сибири. Уже отмечалось, что ихтиофауна Анадыря, Пенжины и водоемов Чукотки носит промежуточный характер между ихтиофауной Азии и Америки (Берг, 1948, Решетников, 1980; Тяптиргянов, 2016).

Глава 5. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ПРЭСНОВОДНЫХ РЫБ БАССЕЙНА РЕК ЯКУТИИ

5.1. Ртуть. Проведен анализ результатов накопления тяжелых металлов – ртути в органах и тканях пресноводных рыб в водоемах Якутии. На основании полученных результатов у хищных – щуки и окуня, у мирных – карась, плотва и елец, наиболее часто попадающие в уловах и употребляемых человеком в пищу, выявлено превышение норм МДУ от 1 до 3, большей части в алмазо- и золотодобывающей промышленных зонах.

Не секрет, что в 1980-х годах подсчитано, что соотношение золота и ртути в амальгаме составляет 1:1 (Шрекингер, 1989). Концентрация ртути распределяется в теле карася из озер республики неравномерно. При сравнении средних показателей содержания ртути, ее уровень можно проследить в следующей последовательности: мышцы > печень > жабры > кишечник > кости. Неравномерное распределение концентрации ртути в этих органах, очевидно, обусловлено соответствующей дифференциацией клеток, в которых неодинаково протекают процессы обмена веществ (Кочарян, 1989).

В организме типичного представителя хищных рыб – окуня из рек Вилюя и Индигирки уровень содержания ртути различен и значительно выше в сравнении с другими видами рыб, их местообитания, что связано с особенностями питания окуня (МДУ 0,6 мг/кг) (Нюкканов, 2004; Тяптиргянов, Тяптиргянова, 2015 а).

У крупных особей окуня и щуки в возрасте 4+ - 7+ лет, из рр. Вилюй, Хрома, Индигирка и Колыма в летний период в мышцах накапливается от 2,1 до 3,1, в печени до 1,2, в мышцах до 1,5 МДУ, а в зимнее время – до 1,4 в мышцах и 1,2 МДУ в печени. Эти значения превышают МДУ для хищных пресноводных рыб в 2-3 раза, что является опасным для населения, употребляющего в пищу такую рыбу (рр. Вилюй, Хрома, Индигирка, Колыма).

Из нехищных рыб летом у плотвы и ельца рр. Вилюй и Индигирка в

возрасте до 2+ лет, содержание ртути в мышцах в летний период составило до 0,584 мг/кг. В зимний период у плотвы в возрасте от 6+ до 8+ лет концентрация ртути составила в мышечной ткани 0,721 мг/кг, а в печени – 0,982 мг/кг, что является самым высоким содержанием у нехищных рыб, подвергшихся анализу (Нюкканов, 2004; Тяптиргянов, Тяптиргянова, 2015 а).

В зимний период превышение ртути у мелких особей плотвы содержание ртути в мышцах обнаруживалось в пределах до 0,494 мг/кг, а у крупных – 0,712 мг/кг, что превышает значения МДУ для нехищных рыб пресноводных водоемов (Нюкканов, 2004; Тяптиргянов, 2016).

5.2. Кадмий. Каких-либо данных о содержании кадмия в организме пресноводных рыб Якутии очень мало (Нюкканов, 2004; Тяптиргянов, Тяптиргянова, 2014 а).

По кадмию у крупных особей окуней из рек Вилюй в печени в летний и зимний периоды МДУ составляла 2,1 раза. У мелких окуней в печени содержание кадмия в летний период равнялась до 0,165 мг/кг, зимой – до 0,079 мг/кг. Распределение в органах и тканях окуней из р. Вилюй в следующей последовательности: печень>жабры>мышцы>кишечник>кости. В печени щуки р. Хрома превышения МДУ составило 0,313 мг/кг, что превышает МДУ в 1,04 раза. У крупных чиров р. Хрома выявлено превышение МДУ в зимний период в 1,6 раз и составила 0,375 мг/кг. По степени накопления кадмия органы и ткани карасей Верхневилуийского района располагаются в следующей последовательности: печень>жабры>мышцы>кости>кишечник. Полученные данные показывают, что больше всего кадмия накапливаются в организме взрослых окуней, особенно в печени и жабрах. На этом основании следует ограничить использование населением окуневой печени в пищу (Нюкканов, 2004; Тяптиргянов, Тяптиргянова, 2014 а; Тяптиргянов, 2016).

5.3. Свинец. Полученные результаты исследований свидетельствуют о незначительном уровне содержания свинца в органах и тканях, как растительноядных, так и хищных рыб. Лишь в некоторых органах у отдельных видов рыб содержание свинца превышает МДУ (Нюкканов, 2004; Тяптиргянов, Тяптиргянова, 2014 а; Тяптиргянов, 2016).

У молодых особей щуки из реки Хромы содержание в печени свинца (летом) приближается к максимально допустимому уровню и равняется 0,97 мг/кг, в то

время как у взрослых особей в мышцах в летнее время его содержание составило 1,28 мг/кг, в зимнее – 1,16 мг/кг, в печени летом – 1,54 мг/кг, зимой – 1,66 мг/кг, что превышает МДУ в мышцах щуки от 1,2 до 1,3 раза, в печени – 1,5-1,7 раз. Превышение МДУ также проявляются в жабрах у взрослых особей в летнее время до 1 раза и в костных образованиях от 1,3 до 2,0 раз, у молодых – до 1,1 раза.

В реке Индигирка у взрослых окуней в печени превышение МДУ составило 1,29 мг/кг, что в 1,3 раза больше значений МДУ.

У окуня из реки Колыма, наблюдалось незначительное превышение МДУ свинца в печени крупных особей в летний период исследования, которое составило 1,21 мг/кг, из реки Индигирка данный показатель составил 1,29 мг/кг, как и в исследованиях А.Н. Нюкканова (2004).

У крупных особей плотвы из реки Вилюй в возрасте от 4+ до 6+ лет в печени количество свинца незначительно превышало максимально допустимые уровни – 1,11 мг/кг.

Глава 6. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ В ВОДОЕМАХ ЯКУТИИ

Бассейн р. Лена является одним из основных рыбохозяйственных водоемов Якутии, в нем вылавливается 52 % рыбы из общей добычи по региону. В реке Яна основу промышленного рыболовства составляет сибирская ряпушка, вылов которой достигает 28%. Река Колыма по общему вылову сиговых рыб занимает третье место или 42% от общего их вылова в Якутии. Основные промысловые рыбы реки Индигирки: омуль, ряпушка и чир, вылов – 29% (от общего вылова этих видов в водоемах республики.) В реке Анабар, в настоящее время, основу промысла составляют сиговые рыбы: муксун, омуль, ряпушка, чир, сиг, пелядь, их вылов достигает до 59 тонн. Степень промышленного освоения и интенсивность лова в бассейне Анабара невелики и равняется 0,001 %.

Общий вылов рыбы на протяжении десятилетий держится в пределах 4992 тыс. тонн в год. Но качество уловов за последние двадцать лет изменилось существенно (табл. 3).

Причины изменения качества уловов кроются не только во влиянии антропогенных загрязнений водоемов, но и в воздействии промышленного и любительского промысла. Появились характерные признаки перелома: снижение средних размеров вылавливаемых рыб, сокращение численности крупных и

старшевозрастных групп, падение уловов и как следствие – снижение воспроизводительной способности популяции.

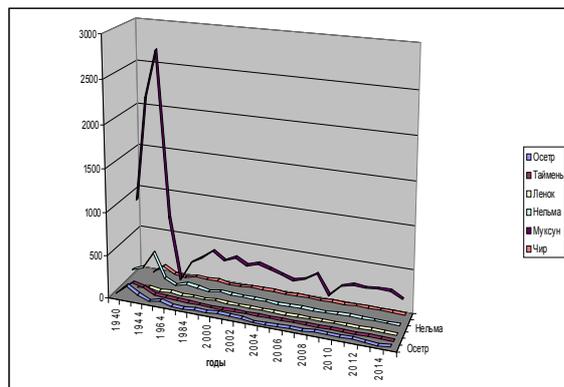


Рис. 2. Вылов рыбы по годам в бассейне р. Лена (в тоннах)

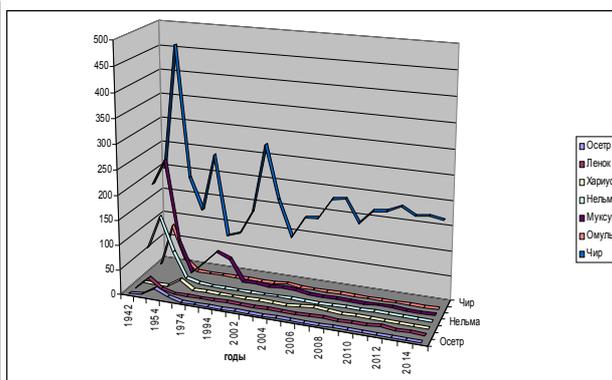


Рис. 3. Вылов рыбы по годам в бассейне р. Колыма (в тоннах)

В частности, наблюдаются изменения в пропорциях вылова между ценными породами рыб и частичковыми. Доля сиговых и лососевых, а также крупночастиковых видов рыб и сибирского осетра в общем улове в последние годы снижается.

Таблица 3

Сравнительная характеристика вылова рыбы (тенденция промысла) по семействам в водоемах Якутии

Год	Сиговые	Лососевые	Частиковые	Осетровые	Общий вылов
1985	5548,4	94,6	3811,9	10,1	9465,0
1990	5401,8	18,9	1779,8	11,8	7212,3
1995	2410,2	6,6	1293,9	13,1	3723,8
2000	3431,6	22,0	944,6	14,4	4412,6
2012	4196,8	9,8	739,4	21,7	4967,7
2013	3721,4	15,3	637,04	15,6	4389,3
2014	4065,0	9,5	692,9	-	4767,4
Уменьшение вылова за 1985-2014 гг, в %	-73,3	-10,0	-18,2	-	-50,4

Отмечено массовое перемещение налима и хариуса из верхних участков реки в нижние. В 1971 г. последний раз в р. Хрома в уловах встречались щука и сибирский хариус; в 2000-е годы выпали еще 2 вида: за время наших исследований ни разу не встречались речной голянь и сибирская минога (Тяптиргянов, 2016).

В настоящее время рыбный промысел, главным образом, ориентирован на добычу сиговых рыб, когда ежегодно добывалось: ряпушки – 1000, омуля – 973, чира – 713, пеляди – 468, муксуна – 440 и сига – пыжьяна – 419 тонн в год. Общие

уловы за 72 года снизились приблизительно с 16 000 (улов 1940-х годах) до 5000 т (в 2014 г.)

Из-за лова рыб на нерестилищах и загрязнения водоемов многие виды находятся на грани исчезновения, такие как сибирский осетр, ленок, таймень, муксун, тугун, обыкновенный валец и нельма.

Создание экономической предпосылки для развития рыбной отрасли республики, возможно через проведение рыбоводных мероприятий во многих озерах республики. Для увеличения численности многих рыб, рекомендовано их вылов вести с некоторым ограничением, а именно сокращением лимита вылова на сибирского осетра, обыкновенного тайменя, голец Черского, чира, сиг-пыжьяна, муксуна и нельмы. Увеличив при этом, вылов таких рыб, как щуки, серебряного и золотого карасей, ельца, плотвы, озерного и обыкновенного голянов, налима и речного окуня.

Необходимо начинать искусственное разведения рыб, и прежде всего пеляди, сибирского осетра, гольца Черского, чира, сига-пыжьяна, муксуна, тугуна и нельмы. Это мероприятие не только даст увеличение вылова, но и принесет определенные успехи в практику рыбоводства в наши дни.

ГЛАВА 7. АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ ЯКУТИИ

7.1. Влияние горнорудной промышленности на рыбное население Яно-Индигорской низменности. Разработка минеральных месторождений в верховьях реки Хромы (бассейн Восточно-Сибирского моря) привела к увеличению взвесей в воде с 4 мг/л до 223 мг/л (Тяптиргянов, 1988). Минеральная взвесь из частиц гидрослюды, монтмориллонита, каолинита прослеживалась от мест сброса промстоков более чем на 500 км вниз по течению Хромы. В результате биомасса зоопланктона сократилась в реке почти в 19 раз, сокращение нерестовых площадей поставило под угрозу исчезновения популяции ряпушки, чира и сига (Тяптиргянов, 1988).

Промышленное освоение в верховьях р. Хромы приводит к увеличению мутности воды, что в свою очередь ведет к необратимым процессам в экосистеме: наблюдается качественное и количественное обеднение фауны беспозвоночных, образуется дефицит кислорода, особенно в подледный период, образование заморных и безрыбных зон в р. Хроме.

Это значительно сократило кормовые и нерестовые площади для большинства видов рыб. Отмечено массовое перемещение налима и хариуса из верхних участков реки в нижние. В 1971 г. последний раз в р. Хрома в уловах встречались щука и сибирский хариус; в 2000-е годы выпали еще 2 вида: за время наших исследований ни разу не встречались речной голяк и сибирская минога.

7.2. Влияние гидростроительства на рыб бассейнов рек Вилюй и Колыма.

В 1966 г. река Вилюй была перекрыта плотиной ГЭС. Зарегулирование речного стока существенно изменило гидрологический, гидрохимический и гидробиологический облик водоема и внесло заметные изменения во всю его экосистему. Плотина перекрыла доступ в верхний бьеф осетру, чирю, таймену и ленку, тем самым, ограничив их нагульные площади и нерестовые участки.

В Вилюйском водохранилище изменились образ жизни аборигенных видов рыб, сменился возрастной состав популяций, изменились абсолютная и относительная плодовитость рыб, их сроки полового созревания и нереста и др. Весенние пропуски воды в хозяйственных целях, по срокам совпадающие с завершением нереста и развитием икры весенненерестующих рыб (щуки, плотвы, ельца и окуня), приводят к резкому падению уровня воды в водохранилище, осушению нерестилищ и гибели развивающейся икры.

С момента заполнения ложа водохранилища началось эвтрофирование водоема за счет поступления большого количества биогенных элементов из почвы и прибрежной затопленной растительности, что привело к повышению его трофического статуса. В свою очередь, увеличение трофности обусловило сукцессию фауны рыб, известную для северных водоемов, причем смена доминантных видов в рыбном населении идет в такой последовательности: лососевый комплекс → сиговый → щучье-окуневый → карповый. Этот процесс был многократно ускорен интенсивным рыболовством, определившим промысловую сукцессию рыб и превратившим Вилюйское водохранилище в окунево-плотвичный водоем.

Значительные изменения в рыбном сообществе произошли в нижнем бьефе Вилюя и Колымы из-за изменения температурного режима воды после строительства плотин ГЭС. Нарушение температурного оптимума отрицательно сказалось на лососевых (горбуша, кета, ленок, таймень) и сиговых (нельма, пыжьян) рыб. Эвритермные виды (плотва, окунь) оказались в благоприятных условиях, а

увеличение их численности только усугубило положение stenotherмных видов рыб.

Изменение температурного режима воды нижнего бьефа Вилюя и Колымы сопровождается и химическим воздействием. Преобладающими формами миграции микроэлементов являются гидроксильные группы (ртуть, галлий, олово), свободными ионы (марганец, серебро) или совокупность данных форм (медь, цинк, свинец). Донные отложения обогащены иттерием, марганцем, молибденом, медью, оловом, серебром, ртутью в концентрациях значительно выше кларковых и средних для донных отложений Северо-Востока России (Саввинов, Тяптиргянов, 1994).

И еще одна форма антропогенного воздействия на рыб (физическая), появившаяся в результате зарегулирования стоков – действие турбин каскадов ГЭС. При скате через турбины у рыб наблюдаются механические травмы (раны, обрывы плавников, разрыв плавательного пузыря, кровоизлияния) и аномальное поведение (нарушение ориентации, двигательной активности, реакции на раздражители).

Стрессовое влияние ГЭС на рыб в нижнем бьефе Вилюя усиливается жестким прессом техногенного воздействия алмазодобывающей промышленности. На протяжении ряда лет производственно-научное объединение «Якуталмаз» (ныне АК «Алроса») загрязняло реки Малая Ботуобия и Вилюй высокоминерализованными стоками, за 10 лет (1979-1988 гг.) их было сброшено 56,5 млн. м³ взвесей.

На р. Колыме также увеличилось содержания тяжелых металлов в результате деятельности угольных разрезов пос. Зырянка и Угольного. Здесь содержание свинца 50 мг/кг, цинка 300, никеля 100, меди 30 и ванадия 200 мг/кг явно превышает их ПДК. Минерализация воды в 20 км от устья доходила до 80 г/л, что значительно выше предела выживаемости для рыб, не превышающей в норме 7-8 г/л. В реке наблюдалась массовая гибель тайменя, ленка, окуня, ельца и налима. Естественно, погибли и планктонные и бентосные организмы, т.е. была уничтожена кормовая база рыбного населения. Химическое воздействие на гидробионтов усилилось сбросом токсических веществ, входящих в состав сбросных вод. В Вилюе у исследованных рыб выявлено превышение МДУ по хрому, никелю и свинцу в 2-4 раза в органах и тканях у рыб: окунь, щуки, плотвы и налима (Экология ..., 1992; Тяптиргянов, 2016).

7.3. Влияние отраслей экономики на обитателей водных экосистем. К частичной или полной гибели рыб, а также кормовых объектов на значительном расстоянии способствует весеннее бомбометание при заторах льда на реках Якутии;

от гидроударов, изменяется качество воды и гидрологические параметры; при поисково-разведочных и геофизических работах применяются сейсмические методы с использованием гидроударных волн; при разработке россыпных месторождений золота, алмазов, олово и др. полезных ископаемых происходят потери участков рыбохозяйственного значения; из-за многократного выпрямления искусственного стока речных систем, в результате повышаются скоростные параметры, порой длящиеся в течении нескольких лет; при вырубке лесов по берегам рек и озер происходит эрозия почв и смыв ее в реку; сплав леса, приводит к формированию в водоемах неблагоприятных условий обитания рыб и других водных организмов, при дноуглубительных работах в водоемах Якутии происходят изменения морфометрии русел и др. В результате, нарушаются нерестовые миграции и сокращаются площади нагула рыб, а также массовую гибель рыбной продукции и их кормовых объектов. Особый вред приносит движения крупнотоннажных судов, выбрасывая на берег и вызывая уход рыб из районов трасс судоходства (Курносов, 2006; Савилов и др., 2006; Кириллов и др., 2009; Тяптиргянов, 2016).

В результате ухудшения экологической обстановки в водоемах Якутии произошло изменение общей структуры водных биоценозов, что привело к уменьшению видового разнообразия гидробионтов, численности и биомассы кормовых организмов, а также к снижению общего уровня продукционных процессов в экосистемах и в вылове рыб.

Глава 8. РЫБОВОДСТВО

8.1. Краткая характеристика рыбохозяйственного фонда. Якутия относится к числу тех немногих районов страны, которые изобилуют озерными водоемами и заселены ценными промысловыми видами рыб (карась, пелядь, чир и др.). Общее число озер в Якутии с площадью от 1 га и более составляет 708844. В настоящее время, для рыбоводных целей наибольший интерес представляют озера Центральной Якутии с общей площадью около 80 тыс. га. Водоемы расположены в среднем и нижнем течении р. Вилюй (свыше 30 тыс. га), между устьями рек Алдан и Вилюй (около 10 тыс. га), а также на Лено-Амгинском междуречье (свыше 40 тыс. га). В последние годы, выделенные объемы вылова всех видов водных биоресурсов для водоемов Якутии в среднем составляют около 9,6 тыс. тонн, но ежегодно эта норма не выполняется по всем речным системам и озерному фонду, исключение не составляют даже традиционные в промысле сиговые виды рыб и составляет в

среднем 70 %. По результатам оценок объемы вылова в Якутии за период с 2009 по 2015 гг. составили от 3,6 до 4,8 тыс. тонн. По оценке рыбохозяйственной науки ежегодный объем не учитываемого вылова рыбы любителями и коренными малочисленными народами Севера составляет не менее 2,5 тыс. тонн, а по некоторым экспертным оценкам он не только сопоставим по объему с промышленной добычей, но и превышает ее, где-то порядка на 9-10 тыс. тонн.

В 2015 г. официально учтенный вылов рыбы в Республике Саха (Якутия) составил 4529,6 тонн, что на 240 тонн меньше чем в 2014 г. или на 9,5 %. Если рассматривать динамику вылова рыбы в Якутии с середины прошлого столетия, то наибольший объем вылова всех видов рыбы достигал в 40-х годах прошлого века (около 16 тыс. тонн), в последующие годы произошел спад, и затем стабилизация вылова на уровне 8 тыс. тонн.

По расчетам рыбоводов следует, что при промысловом охвате озер валовый вылов озерных видов рыб может быть доведен в год до 4000 тонн. Нам представляется, что получить со всех озер величину в 4000 т мало вероятно, скорее всего общий вылов будет в пределах 1-2 тыс. тонн.

В настоящее время, развитие озерного рыбоводства сдерживается отсутствием рыбопосадочного материала. Для решения этой проблемы необходимо строительство постоянных баз сбора икры с производственными помещениями (цеха для выдерживания производителей, получения и хранения икры и др.). В первую очередь следует восстановить строительство баз по сбору пеляжьей икры на Сылахских озерах среднего течения, осетровых в нижнем течении р. Лена, а также сиговых и лососевых рыб в низовьях рр. Индигирка и Колыма, учесть положительный опыт тюменских рыбоводов по получению икры в садках (Тяптиргянов, 2016).

8.2. Биологическая характеристика объектов разведения. Развитие озерного рыбоводства во многом зависит от лимнологического режима рыбопромысловых озер и обеспеченности жизнестойким рыбопосадочным материалом для зарыбления. Искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов в республике по сравнению с другими субъектами Российской Федерации находится в неразвитом состоянии, товарного рыбоводства практически не существует.

В настоящее время, ГУП «Чернышевский рыбоводный завод» является

единственным предприятием в республике, занимающимся воспроизводством рыбных запасов в противовес множеству рыбодобывающих предприятий и промышленных организаций, наносящих ущерб водным объектам на территории Якутии. При современном росте развития промышленной деятельности в Якутии, вопрос о возмещении ущерба водным биологическим ресурсам стоит особенно остро. Из наиболее подходящих для акклиматизационных работ в озерах Центральной Якутии, в настоящее время, с применением аэраторов в подледный период, являются чир, сиг-пыжьян, муксун и пелядь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ ихтиофауны рек Якутии показал, что общий список видов рыб и круглоротых включает 43 вида и подвида, которые объединяются в 27 родов, 15 семейств, 10 отрядов и 2 класса. Основу фауны рыб составляют рыбы арктические (26 %) и аркто-бореальные (14 %).

С одной стороны, многообразие внутривидовых форм можно рассматривать как молодость фауны Арктики, а, с другой, как незавершенность процессов видообразования у лососевых и сиговых рыб. По характеру питания преобладают бентофаги (40 %) и эврифаги (29 %), сравнительно мало хищников-ихтиофагов (19 %) и зоопланктофагов (10 %), и всего один вид из детритофагов (сибирская минога – 5 %). Основная стратегия размножения рыб в Арктике направлена на то, чтобы вышедшие личинки могли найти корм и за короткое полярное лето успели подрасти. Для многих рыб характерен неежегодный нерест.

В результате анализа влияния антропогенных факторов на рыбное население выявлены многочисленные негативные воздействия горнорудной промышленности и ГЭС на водную среду и биологические объекты. На рыбах эти изменения проявились прежде всего в морфологических аномалиях и в изменении основных биологических показателей популяций рыб. Промысел и чрезмерный вылов сказывается на размерно-возрастной структуре рыбного населения. Проведенный анализ показал на возрастание морфо-патологических аномалий у рыб Якутии. Химические исследования (особенно на ТМ) органов и тканей рыб показали увеличение концентрации ТМ у многих видов рыб.

Сиговые рыбы являются самыми распространенными видами в реках Крайнего Севера. На основе изучения изменений морфо-физиологических показателей установлены последствия для живых организмов сброса сточных вод в

субарктические водоемы и выделены наиболее уязвимые органы по отношению к тем или иным токсикантам (жабры, печень, почки). При кулинарной обработке рыб целесообразно удалять жабры, почки и печень, как основных накопителей вредных веществ.

В результате сокращения численности и снижения уловов основных промысловых видов до 67-75 % за последние 10 лет от величин ОДУ и в связи с установленным фактом биологического и экономического перелома, рекомендовано ослабить промысел данных видов в Якутии и перенести основной упор на озерное рыболовство (карасеводство, лососеводство, сиговодство, осетроводство и др.) и довести его уровень до котируемого состояния в рыболовстве.

Приведенные материалы показывают основные направления антропогенных сукцессий арктических водных экосистем под влиянием большого комплекса антропогенных факторов, которые могут возникнуть и в других водных системах при освоении арктических регионов (Тяптиргянов, 2016).

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Согласно зоогеографическому районированию исследуемый нами регион относится к Сибирскому округу Ледовитоморской провинции Циркумполярной подобласти.

Ревизия ихтиофауны и получение новых данных за счет полного охвата наблюдениями внутренних водоемов Якутии позволили провести ревизию отдельных групп рыб, что существенно изменило прежние представления о таксономическом статусе отдельных видов. Проведенная оценка современного состояния видового разнообразия ихтиофауны на примере модельных пресноводных водоемов Якутии. В настоящее время ихтиофауна Якутии включает в себя 43 вида, относящихся к 15 семействам, 27 родам, 10 отрядам и 2 классам. Вместе с тем в 70-е годы XX века ихтиофауна пресноводных водоемов Якутии была представлена 58 видами и подвидами, за счет их чрезмерного деления отличающихся друг от друга рядом признаков, местами и сроками нереста. Например, для обыкновенного сига описано более 30 подвигов в последнее время их число сокращено до 6.

По составу ихтиофауны все реки Сибири разбиваются на 3 кластера: первый объединяет Обь и Енисей, второй – реки западнее Верхоянского хребта (Оленек,

Лена, Яна), третий – реки восточнее этого хребта (Хрома, Индигирка, Колыма).

Второй кластер включает реки, отделенные естественным географическим барьером – Верхоянским хребтом, куда входит окруженный хребтами и янский водораздел. Специфичными рыбами являются голян Лаговского (выходец из Китайского фаунистического комплекса) и эндемик бассейна Лены – якутский голец; Яна - крайняя восточная граница ареала пескаря Солдатова, язя, плотвы, сибирской щиповки, тайменя и тугуна (восточнее их нет).

Третий кластер (Колыма и прилегающие малые реки) - здесь кончается ареал сибирского и пестроногого подкаменщиков, четырёхрогатого бычка (рогатки), окуня и ерша. Колыма явилась тем пограничным рубежом, далее которого на восток не прошли все осетровые, многие карповые и все окуневые рыбы. Только здесь в реках Колыма, Алазея и Индигирка появляется первый представитель американской фауны – чукучан, в Колыме появляется мальма – *Salvelinus malma* (это самая западная граница ее ареала), более часты заходы тихоокеанских лососей на нерест (горбуша и кета в Индигирке и Колыме).

2. Первая экологическая катастрофа произошла в годы Великой Отечественной войны. Вторая – в результате техногенного воздействия на окружающую среду, в том числе на водные биоты (с 1960-х г.). Третья, с 1980-х г. по настоящее время – из-за накладки первых двух катастроф, которая сопровождается изменением основных биологических параметров популяций рыб, в итоге, в сокращении биологического разнообразия во многих водоемах Якутии. Причины изменения динамики численности рыб кроются не только во влиянии антропогенных загрязнений водоемов, но и в воздействии промышленного и любительского промысла, в смене доминирующих видов в составе рыбного населения. Появились характерные признаки перелома: снижение средних размеров вылавливаемых рыб, сокращение численности крупных и старшевозрастных групп и падение уловов.

3. Для большинства видов рыб водоемов Якутии характерны низкий темп роста, поздние сроки достижения половой зрелости и пропуски нерестовых сезонов у сиговых рыб (нерест через 2 года и более), в связи с природно-климатическими особенностями региона.

4. Влияние антропогенных факторов (интенсивный рыбный промысел, загрязнение вод, воздушный перенос тяжелых металлов, урбанизация вод) вызвало

резкие сукцессионные изменения в экосистемах пресноводных рек Якутии, например, для малых рек (Хрома) изменения в структуре рыбного населения возникает на протяжении первых 10 лет. На крупных пресноводных реках (Колыма, Индигирка, Вилюй и др.) – на 25-30 годах со дня освоения природных ресурсов: наблюдаются образование заморных и безрыбных зон, сокращение нагульных и нерестовых площадей рыб, уменьшение численности сиговых и лососевых рыб и их замена на окуневых и карповых, обеднение видового состава ихтиофауны и фауны беспозвоночных.

5. Деятельность предприятий горнодобывающей промышленности в регионе привела к следующим тенденциям изменения качества воды: нарастание её минерализации, изменение ионного состава в сторону увеличения содержания сульфатов, из-за повышенного содержания взвешенных частиц снизилась прозрачность воды, произошло заиливание дна твердыми отходами промышленных предприятий, вследствие чего накопились токсичные соединения. В результате этого, структура рыбного населения изменилась в сторону сокращения доли ценных сиговых рыб. Изменились основные биологические показатели сиговых. Вследствие токсической нагрузки на организм рыб (Pb, Hg и Cd) произошла преждевременная гибель младших и старших возрастных групп, отмечается угнетение темпов роста и изменения обмена веществ, что является реакцией на неблагоприятные условия обитания, в том числе – переход на более короткий цикл жизни и воспроизводства. Однако наиболее типичными являются замедление созревания рыб и частые, продолжительные пропуски нерестового сезона.

6. В природных водоемах – рр. Вилюй, Хрома, Индигирка и Колыма – обнаружена почечно-каменная болезнь (нефрокальцитоз) рыб (щука, окунь). Отмечены патологии в скелете рыб – мопсовидное рыло, искривление жаберных тычинок и ребер, образование горба и слияние 2-3 позвонков в грудном отделе. При интоксикации организма обнаружены следующие аномалии печени и почек: отмирание клеток и появление на их месте соединительной ткани. Нарушение структуры и функционирования популяций рыб, возникновение глубоких патологий и дисфункций в их организме привели к снижению рыбохозяйственного потенциала водоемов Якутии. Поэтому особое значение в ветеринарно-санитарной экспертизе рыбы и рыбопродуктов приобретают именно химико-токсикологические исследования.

7. За последние 10 лет в связи с сокращением численности рыб в пресноводных водоемах Якутии наблюдалось снижение уловов основных промысловых рыб в водоемах Якутии на 25-33 % (сибирской ряпушки, чира, сига-пыжьяна, муксуна, тугуна, нельмы, тайменя, ленка, хариуса и др.). В связи с явными признаками биологического и экономического перелома рекомендовано ослабить промысел данных видов в Якутии, перенести основной упор на озерное рыбководство и довести уровень его добычи до рентабельной величины. В связи с этим, мы предлагаем – строительство рыбозаводов по искусственному воспроизводству рыб, с использованием воспроизводительного материала местных рыб, как пелядь, сиг-пыжьян, муксун, чир, нельма, таймень, ленок, сибирский осетр, тугун, золотой и серебряный караси и др.

8. При организации промышленного рыболовства необходимо организовать четкий учет величины уловов и контроль над промысловой активностью путем введения квот на количество орудий лова и размещение промысловых усилий на конкретных водоемах. Следует увеличить вылов щуки, серебряного и золотого карася, плотвы, ельца, озерного и обыкновенного голяна, налима и речного окуня, запасы, которых находятся в удовлетворительном состоянии.

Одной из мер по сохранению биологического разнообразия является организация ихтиологического мониторинга, а также расширение географии промысла за счет освоения рыбных запасов в верхнем и среднем течении рек. Включение в рыбохозяйственный оборот богатой рыбой озерные системы и приморские участки. Обеспечение квалифицированных рыбаков современными орудиями лова, транспортом и флотом. Необходимо, в первую очередь, создать научный потенциал для изучения и обследования промысловых возможностей рыбохозяйственных водоемов.

9. Пример экологических изменений в экосистемах пресноводных водоемов Якутии может быть использован для экологического прогнозирования возможных изменений в структуре рыбного населения в других водоемах Субарктики находящихся под влиянием антропогенных факторов. Этот прогноз должен учитывать возможность нерентабельности проводимого рыбного промысла ввиду сокращения численности лососевых и сиговых рыб, обеднения их экологического разнообразия, замены длиннопериодических видов на короткоцикловые,

сокращения нерестовых и нагульных площадей за счет ухудшения химического качества воды в результате воздействия антропогенного фактора.

Поэтому при промышленном освоении на больших и малых реках Субарктики необходимо строгое лимитирование общей величины изъятия рыбы (рыбный промысел, лов рыбы малочисленными народами Севера, браконьерство), а при строительстве промышленных предприятий необходимо возведение специальных очистных сооружений.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Тяптиргянов М.М. Биоразнообразие как фактор обеспечения национальной безопасности // Наука и образование. – Якутск: АН РС (Я), 2004. - N 2. – С. 55-58.
2. Чернявский В.Ф., Шестопапов А.М., Тяптиргянов М.М. Птичий грипп в Якутии: проблема, опыт, диагностика и профилактика // Якутск. мед. журн., 2008 а. – № 1. – С. 39-41.
3. Тяптиргянов М.М. Экспериментальные работы по акклиматизации кеты в водоемах Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова.– Якутск: СВФУ, 2011. – Т.8. – № 1. – С. 35-39.
4. Тяптиргянов М.М. Перспективы озерного рыбоводства в Центральной Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. – Якутск: СВФУ, 2012. – Т. 9. – № 1. – С. 50-57.
5. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М. Влияние качества воды в водоемах Якутии на организм рыб (на примере рр. Вилюй, Хрома, Индигирка и Колыма) // Якутский медицинский журнал. – Якутск: ЯНЦ КМП СО РАМН, 2014. – 3(47). – С.66-69.
6. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М. Эколого-гигиеническая оценка накопления и распространения соединений кадмия в органах и тканях пресноводных рыб Якутии // Якутский медицинский журнал.– Якутск: ЯНЦ КМП СО РАМН, 2014. – 3(47). – С. 69-73.
7. Тяптиргянов М.М. Антропогенные преобразования водных экосистем реки Хромы и Хромской губы // Наука и образование. – Якутск: АН РС(Я), 2014. – №1(73). – С.104-106.
8. Тяптиргянов М.М. Фаунистический анализ ихтиофауны Якутии // Наука и образование. – Якутск: АН РС (Я), 2014. – № 3 (75). – С.88-91.
9. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М. Эколого-гигиеническая оценка накопления и распределения соединений свинца в органах и тканях пресноводных рыб Якутии // Якутский медицинский журнал, 4(48). – Якутск: ЯНЦ КМП СО РАМН, 2014. – 4 (48). -С. 47-50.
10. Тяптиргянов М.М. Влияние каскада Вилюйской ГЭС на популяции рыб бассейна реки Вилюй // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. – Якутск: СВФУ, 2015. – № 4 (48). – С. 27-34.
11. Тяптиргянов М.М. Изменение рыбного населения бассейна реки Хрома // Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова.– Якутск: СВФУ, 2015. – Том 12. - № 2. – С. 29-35.

12. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М. Эколого-гигиеническая оценка накопления ртути в органах и тканях пресноводных рыб Якутии // Якутский медицинский журнал – Якутск: ЯНЦ КМП СО РАМН, 2015. – 1(49). – С. 34-38.
13. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М. Пищевая ценность рыб Якутии // Материалы Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием «Питание и здоровье населения на террит. с экстремальными условиями. 25-26 июня 2015., Якутск. Вопросы питания. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2015. – Том 84. – № 3. – С.169-170.
14. Тяптиргянов М.М. Современное состояние рыбной части сообщества в водоемах Якутии // Наука и образование. – Якутск: АН РС (Я), 2015. – № 3 (79). – С. 111-114.
15. Тяптиргянов М.М. Мониторинговые исследования биологии некоторых озер Намского района Республики Саха (Якутия) // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. – Якутск: СВФУ, 2015. – № 5 (49). – С. 31-42.
16. Тяптиргянов М.М., Копырина Л.И., Соколова В.А., Тетерин В.Г. Современное состояние гидробионтов нижнего течения реки Колымы // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. – Якутск: СВФУ, 2016 а. – № 2 (52). – С. 23- 33.
17. Тяптиргянов М.М. Сибирский хариус в водоемах Якутии // Успехи современной науки. – Белгород: Эпицентр, 2016 б. – № 4. – Том. 3. – С. 133-135.
18. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М., Черных А.В. Оценка качества воды реки Колыма на водную биоту // Успехи современной науки и образования. – Белгород: Эпицентр, 2016 в. – № 5. – Том 2. – С. 115-119.
19. Тяптиргянов М.М. Биологическая характеристика и промысловые запасы сига-пыжьяна в водоемах Якутии // Науч. журн. КубГАУ, 2016. – № 118(04). – С. 1-13.
20. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М. Качественная оценка водной среды и биоты Вилюйского региона // Науч. журн. КубГАУ, 2016. – № 118 (04). – С. 1-19.
21. Тяптиргянов М.М. Биология и распространение налима в водоемах Якутии // Науч. журн. КубГАУ, 2016. – № 119 (05). – С. 1-9.
22. Тяптиргянов М.М. Современное состояние обыкновенной щуки в водоемах Якутии // Науч. журн. КубГАУ, 2016. – № 119 (05). – С. 1-11.
23. Тяптиргянов М.М. Оценка состояния рыбной части водного сообщества в системе реки Колымы // Науч. журн. Наука и образование, 2016. - № 3(83). – С. 116-121.
24. Тяптиргянов М.М., Огай Р.И. К морфологической характеристике хариуса реки Хромы // О физиолого-биохимических и генетических проблемах Севера. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1971. – С. 114-116.
25. Тяптиргянов М.М. Биологические основы промысла ряпушки в бассейне Хромской губы // Природа Якутии и ее охрана. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1972. – С. 58-61.
26. Тяптиргянов М.М. Биологические обоснования рыболовства в бассейне Хромской губы // Фаунистические ресурсы Якутии. – Якутск: 1974. – С. 86-96.
27. Тяптиргянов М.М. Биология и промысел чира в бассейне Хромской губы //

Зоологические исследования Сибири и Дальнего Востока. – Владивосток, 1974. – С. 179-183.

28. Кириллов Ф.Н., Тяптиргянов М.М., Кириллов А.Ф. Промысловые и популяционные аспекты рыб Вилюйского водохранилища // Биологические проблемы Севера: Тез. докл. VI симп. – Якутск, 1974. – Вып.2. – С. 60-62.

29. Кириллов А.Ф., Тяптиргянов М.М. Некоторые черты экологии щуки Вилюйского водохранилища // БНТИ. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1976. – С. 26-27.

30. Игнатъев В.А., Тяптиргянов М.М. Сравнительно-морфологическая характеристика чира Индигирки и Хромы // Эколого-биологические исследования организмов высоких широт. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1976. – С.76-78.

31. Кириллов Ф.Н., Кириллов А.Ф., Тяптиргянов М.М. Биологические основы рационального промысла щуки Вилюйского водохранилища // Теоретические и прикладные проблемы биологии на Северо-Востоке СССР. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1977. – С. 141-150.

32. Кириллов Ф.Н., Кириллов А.Ф., Тяптиргянов М.М., Лабутина Т.М. и др. Биология Вилюйского водохранилища. – Новосибирск: Наука, 1979. – 272 с.

33. Венглинский Д.Л., Тяптиргянов М.М. Вопросы охраны и рационального использования сиговых в озерах низовья Индигирки // Охрана и рациональное использование животного мира и природной среды Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. – С. 84-89.

34. Кириллов Ф.Н., Кириллов А.Ф., ..., Тяптиргянов М.М. Биология Вилюйского водохранилища. – Новосибирск: Наука, 1979. – 272 с.

35. Венглинский Д.Л., Тяптиргянов М.М. Рекомендации по рациональному использованию рыбных ресурсов озер Субарктики с нестабильным гидрологическим режимом. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. – 52 с.

36. Тяптиргянов М.М. Рыбы северо-востока Яно-Индигирской низменности (бассейн Хромской губы). – М.: Наука, 1980. – 112 с.

37. Решетников Ю.С., Тяптиргянов М.М. Сукцессионные изменения в северных речных экосистемах (на примере бассейна р. Хрома) // Динамика численности промысловых рыб. – М.: Наука, 1986. – С. 147-154.

38. Тяптиргянов М.М. Специфика воздействия твердых взвесей в воде р. Хромы на состав и распределение некоторых рыб // Систематика пресноводных рыб СССР. – Л.: Наука, 1987. – С.43-55.

39. Венглинский Д.Л., Тяптиргянов М.М. Особенности гидробионтов Нижней Лены. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – 184 с.

40. Тяптиргянов М.М. Антропогенная сукцессия водных экосистем реки Хромы. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – 96 с.

41. Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова Н.Л., Тяптиргянов М.М. и др. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) (Pisces: Coregonidae). Систематика, морфология, экология, продукция. – М.: Наука, 1989. – 303 с.

42. Кириллов А.Ф., Тяптиргянов М.М., Ларионов С.В. Влияние качества воды на ихтиофауну нижнего бьефа реки Вилюй // Вопросы региональной гигиены, санитарии и

эпидемиологии. – Якутск: 1990. – С.225-227.

43. Тяптиргянов М.М., Суханова Г. И., Киприянов В. Г. К оценке запасов ленского омуля // VI съезд всесоюзн. гидробиол. об-ва (Мурманск, 8-11 окт. 1991 Г.): тез.докл. – Мурманск, 1991. – Ч. 2. – С. 81-82.

44. Саввинов Д.Д., Тяптиргянов М.М. и др. Экология бассейна реки Вилюй: Промышленное загрязнение – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 119 с.

45. Саввинов Д.Д., Саввинов Г.Н., Тяптиргянов М.М. и др. Экология верхней Амги. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 153 с.

46. Саввинов Д.Д., Саввинов Г.Н., Тяптиргянов М.М. и др. Экология средней Амги. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1992. – 153 с.

47. Лабутина Т.М., Тяптиргянов М.М. и др. Влияние деятельности алмазодобывающей промышленности и ГЭС на отдельные структуры гидробиоценоза Вилюя // Зоогеографические и экологические исследования животных Якутии. – Якутск, 1992. – С. 25 – 33.

48. Грибовская И. В., Тяптиргянов М.М. и др. Микроэлементный состав рыб бассейна реки Вилюй // Аналитическая химия на службе здоровья человека: тр. регион. науч.-практич. конф. (Томск, 22 - 24 мая 1991). – Томск, 1992. – С. 58-65. – ДНР. ЕТНТ, 1992. – N 7. – С. 129.

49. Тяптиргянов М.М. К анализу происходящих изменений в структуре рыбной части сообщества в водоемах Якутии (под воздействием антропогенного фактора) // Зоогеографические и экологические исследования животных Якутии. – Якутск, 1992. – С. 17-25.

50. Саввинов Д.Д., Тяптиргянов М.М. и др. Экология реки Вилюй: Состояние природной среды и здоровья населения. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. – 140 с.

51. Саввинов Д.Д., Саввинов Г.Н., Тяптиргянов М.М. и др. Экология нижней Амги. – Якутск, 1995. – 112 с.

52. Илларионова Р.Г., Иванова А.П., Аввакумова А.Н. ... Тяптиргянов М.М. Географический атлас «Республика Саха (Якутия). – М.: Роскартография, 2000. – 66 с.

53. Тяптиргянов М.М., Иванова В.Е. и др. Рекомендации по созданию оптимальных условий для карася в режиме естественного воспроизводства. – Якутск: ЯГУ, 2004. – 8 с.

54. Сидоров Б.И., Тяптиргянов М.М. Пресноводные рыбы, земноводные и пресмыкающиеся Якутии: Справочник-определитель. – Якутск: Бичик, 2004. – 64 с.

55. Соколова В. А., Тяптиргянов М.М. Зоопланктон низовьев реки Колыма // Экологические проблемы бассейнов крупных рек-4: тез. докл. Междунар. конф. (Тольятти, 8-12 сент. 2008 г.). – Тольятти, 2008. – С. 155.

56. Тяптиргянов М.М. Чир низовья реки Колыма // Экологические проблемы бассейнов крупных рек-4: тез. докл. Междунар. конф. (Тольятти, 8-12 сент. 2008 г.). – Тольятти, 2008. – С. 165.

57. Тяптиргянов М.М. К вопросу воспроизводства муксуна в водоемах Якутии // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Biology, biotechnology of breeding and condition of whitefish stocks. – Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 2010. – С. 185-188.

58. Тяптиргянов М.М. Современное состояние запасов сиговых рыб в низовьях реки Яны //

Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Biology, biotechnology of breeding and condition of whitefish stocks. –Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 2010. – С. 185-188.

59. Тяптиргянов М.М. Сиговые рыбы в дельтовых участках рек Якутии // Дельты Евразии: происхождение, эволюция, экология и хозяйственное освоение: материалы Междунар. науч. конф. (Улан-Удэ, 16-20 авг. 2010 г.). – Улан-Удэ, 2010. – С. 335-344.

60. Тяптиргянов М.М. Мониторинг рыбных ресурсов реки Татты // I Всероссийской научно-практической конференции с Междунар. участием «Прикладная экология Севера: Проблемы, исследования, перспективы», Якутск, 5-7 июня 2013 г. – М.: Российская Академия Естествознания, 2013. – № 8. – С. 186-188.

61. Тяптиргянов М.М., Тяптиргянова В.М. Эколого-биологический анализ накопления ртути в органах и тканях пресноводных рыб Якутии // II Международный симпозиум «Ртуть в биосфере: Эколого-геохимические аспекты» 21-25.09.15 г. ИНХ СО РАН Академгородок. Новосибирск. – Новосибирск: Наука, 2015. – С. 352-357.

62. Тяптиргянов М.М. Изменение рыбного населения пресноводных водоемов Якутии в условиях антропогенного загрязнения. – М.: ПОЛИГРАФ-ПЛЮС, 2016. – 308 с.

63. Тяптиргянов М.М. Ключи к речным богатствам - Ленский ихтиологический отряд (1925-1927 гг.). Северо-Восточная страда – Колымский ихтиологический отряд (1928-1929 гг.). // Пути великих свершений. Книга третья. ЯКУТИЯ ПОЗНАЕТ СЕБЯ. – Владивосток: Изд-во «Русский Остров», 2016. – Т. 5. – С. 78 – 85.

64. Tyaptirgyanov M.M. The influence of anthropogen activities on the population of Coregonidae in the water reservoirs of Yakutia // VI International Symposium on Biology and Management of Coregonid Fishes. – Konstanz, Germany, 1996. – P. 109.

65. Tyaptirgyanov M.M. The biology of Coregonid fishes in the water reservoirs of Yakutia // VI International Symposium on Biology and Management of Coregonid Fishes. – Konstanz, Germany, 1996. – P. 110.

66. Tyaptirgyanov M.M. Ecological standardization problems of anthropological loading an the water ecosystem in the Sakha republic // АМАр International Symposium on Environmental Pollution of the Arctic and The Trird Internetal Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic. - Tromso, Norway, 1997. – P. 127.

67. Tyaptirgyanov M.M. Alen fish species (*Cyprinus carpio haematopterus* Temminck et Schlegel, 1846) in the Lena basin. / International symposium Borok - IV. Invasion of alien spesies in Holarctic. – Publisher's bureau "Филигрань", Yaroslavl, 2013. – P. 178.

Кроме того, по теме диссертационной работы опубликовано свыше 80 работ в виде публикаций в сборниках трудов, тезисов докладов и статей в материалах всероссийской и международных конференций, симпозиумов и рабочих совещаний.