

На правах рукописи

ИЛЬМАСТ Николай Викторович

**РЫБНОЕ НАСЕЛЕНИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАРЕЛИИ В
УСЛОВИЯХ ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

Специальность: 03.02.06 — ихтиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Москва 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном
бюджетном учреждении науки
Институте биологии Карельского научного центра РАН

Научный консультант:

Стерлигова Ольга Павловна – доктор биологических наук, заведующая лабораторией, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Карельского научного центра РАН

Официальные оппоненты:

Решетников Юрий Степанович – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Кудерский Леонид Александрович – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт озераведения РАН

Новоселов Александр Павлович – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Северный филиал ФГУП Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича

Ведущая организация:

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Защита диссертации состоится 30.05.2012 года в 11 часов на заседании диссертационного Совета Д 002.213.02 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН по адресу: 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, стр. 1. Тел./Факс: (495) 952-35-84, E-mail: zashita@sevin.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Отделения биологических наук РАН по адресу: 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, стр. 1.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного Совета
кандидат биологических наук

Е.А. Кацман

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Состав рыбного населения водоемов Европейского Севера России зависит от многих факторов, среди которых в настоящее время все более значимую роль играют различные формы хозяйственной деятельности человека: чрезмерный промысел, загрязнение водоемов, вселение чужеродных видов, а также широкое использование водоемов в целях различных форм аквакультуры, в рекреационных целях и прочих видах хозяйственной деятельности на водосборе (Решетников и др., 1982; Алимов, 2000, Алимов и др., 2004; Стерлигова и др., 2002; Дгебуадзе, 2003; Павлов, Стриганова, 2005; Криксунов и др., 2005, 2010 и др.).

В последние годы к факторам, оказывающим наиболее значительное влияние на водоемы Карелии несомненно следует отнести эвтрофирование, вызванное бурным развитием промышленной аквакультуры и приводящее к перестройкам в системе сообществ озерных экосистем (Алимов, 2001; Стерлигова и др., 2002 и др.). Обилие водных ресурсов, благоприятные климатические условия способствовали занятию Карелией лидирующего положения по товарному выращиванию радужной форели (около 70% от общего объема в РФ). В настоящее время республика устойчиво наращивает производство форели, что находит отражение в ухудшении экологического состояния водоемов и в изменении состава рыбного населения (Стерлигова и др., 2011), что вызывает определенные беспокойства у экологов.

В течение многих лет в республике проводились акклиматизационные работы, направленные на повышение промысловой продуктивности водоемов. В ряде случаев интродукция привела к желаемым изменениям в составе рыбной части сообщества, в других попытки вселения новых видов остались без последствий, когда новый вид бесследно исчезал (Кудерский, 2001; Дгебуадзе, 2003; Стерлигова, Ильмаст, 2009). Вселение новых, несвойственных для водоемов Карелии видов рыб, проходило не только в результате целенаправленной деятельности, но и случайно, например, в результате заноса икры на орудиях лова, перевозимых с одного водоема на другой. Именно так произошла инвазия корюшки в Сямозеро, имевшая масштабные последствия, продолжавшиеся в течение десятков лет. Опыт исследования структурных перестроек в сообществе Сямозера дает основания полагать, что вспышка численности вида-вселенца была связана также и с процессами эвтрофирования (Решетников и др., 1982; Криксунов и др., 2005, 2010).

Основные итоги изменений в структуре рыбного населения водоемов восточной Фенноскандии подведены в работе О.П.Стерлиговой (2000). Но с тех пор появился новый мощный фактор в виде товарного рыбоводства (форелеводство), в

составе ихтиофауны водоемов появились новые виды рыб и произошли новые изменения в структуре рыбного населения. В период 1960-2010 гг. основными антропогенными факторами были акклиматизация ценных видов рыб, эвтрофирование и всякого рода загрязнение водоемов, несбалансированный промысел и браконьерство, развитие аквакультуры. Этим объясняется необходимость проведения нашей работы по анализу состояния рыбного населения в пресноводных экосистемах Карелии в условиях их интенсивного хозяйственного освоения.

Прежде всего, обобщение опыта акклиматизационных работ на водоемах Карелии представляется необходимым не только с точки зрения оценки их практической целесообразности, но и для решения фундаментальных научных задач, относящихся к проблеме инвазий чужеродных видов. Анализ результатов акклиматизационных работ в Карельских водоемах дает ценный материал для выявления факторов, способствующих закреплению видов-вселенцев в новых водоемах.

Исследования влияния промысла и промышленного загрязнения на структуру рыбного населения были всегда актуальными. Издавна рыбный промысел на внутренних водоемах Карелии был ориентирован главным образом на добычу ценных лососевых, сиговых и других видов рыб, в то время как запасы малоценных промысловых рыб эксплуатировались недостаточно интенсивно, что приводило к подрыву запасов популяций ценных видов рыб и их замещению малоценными видами. Влиянию интенсивного промысла на структуру рыбного населения различных водоемов посвящено довольно много исследований, поэтому в настоящей работе роль рыбного промысла разбирается на примере одного модельного водоема (Выгозеро).

Поскольку состав рыбного населения водоема является важнейшим звеном всей экосистемы, имеющего значение ресурсного потенциала, с одной стороны, и индикатора экологического состояния водоема, с другой, большое внимание было уделено также влиянию эвтрофирования водоемов (Сямозеро), их промышленного загрязнения (Костомукшское вод-ще), вселения новых видов (Вашозеро) на состав рыбного населения.

Целью работы является анализ современного состояния рыбного населения пресноводных экосистем Карелии, находящихся под комплексным воздействием различных антропогенных факторов.

Для достижения поставленной цели решались следующие **конкретные задачи** на примере модельных водоемов, где наиболее заметным было влияние одного отдельно взятого фактора:

1. Проанализировать состав ихтиофауны Карелии в историческом аспекте и дать оценку современного состояния рыбного населения разных пресноводных водоемов.

2. Оценить современное состояние популяций видов-вселенцев и их роль в рыбной части сообщества разнотипных водоемов.

3. На примере разных модельных водоемов проследить динамику рыбного населения в них и провести сравнительный анализ демографических и продукционных показателей популяций рыб.

4. Охарактеризовать состояние модельных озерных экосистем Карелии, испытывающих различный характер и степень антропогенной нагрузки, и дать экологический прогноз возможных изменений.

5. На примере Онежского озера оценить воздействие товарного рыбоводства на пресноводные экосистемы и дать рекомендации по дальнейшему развитию аквакультуры в Карелии.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Диссертация представляет собой обобщающую сводку изменений в составе рыбного населения водоемов Карелии за последние 30 лет и оценку его современного состояния. Если раньше изменения в структуре рыбного населения происходили медленно и на протяжении тысячелетий, то в последние годы они резко увеличили свои темпы. Показано, что основными антропогенными факторами, контролирующими динамику рыбного населения в пресноводных экосистемах Карелии на современном этапе, являются загрязнение водоемов, инвазия новых видов, промысел и рыбоводство.

2. Существенное техногенное загрязнение водоемов в промышленных регионах приводит к упрощению структуры водных сообществ и к значительным изменениям в параметрах популяций рыб. В отличие от зон промышленного загрязнения других северных водоемов (Мурманская область, Таймыр), где оно проявляется в виде различных морфологических аномалий у рыб, в Карелии загрязнение привело к снижению видового разнообразия, исчезновению стенобионтных видов в составе планктона, бентоса и рыбной части сообщества. Улучшения в составе рыбного населения в этих условиях можно добиться только при снижении выброса вредных веществ и при улучшении качества работы очистных сооружений предприятий.

3. При преднамеренной интродукции новых видов рыб максимальный успех наблюдался при использовании объектов местной фауны. Если в целом по России натурализация составляла 17%, то в Карелии она достигала 30% за счет видов региональной фауны (судак, ряпушка, паляя, корюшка, лещ).

4. При случайном вселении (ротан, чукучан, речная камбала) или саморасселении (корюшка) новые виды или сразу исчезают (камбала, чукучан), или их численность крайне низкая (ротан), а в ряде случаев сначала наблюдается вспышка численности вселенца (корюшка в Сямозере, Пялозере и Выгозере), а затем следует спад по мере исчерпания ресурсов (главным образом пищевых).

5. Нерациональный и неучтенный промысел приводит к закономерным изменениям в структуре рыбного населения – к снижению доли ценных промысловых видов (лососевых и сиговых) и замещению их малоценными видами (карповыми, окуневыми), что характерно и для других водоемов.

6. В настоящее время важнейшим фактором, влияющим на состояние пресноводных экосистем Карелии, выступает рыбоводство в форме садкового форелеводства. Его воздействие проявляется в интенсивном эвтрофировании озер и ухудшении условий воспроизводства осенне-нерестующих рыб. На уровне сообщества воздействие товарного рыбоводства приводит к доминированию пищевой цепи, передающей вещество и энергию в направлении:

планктон → рыбы- планктофаги → хищные рыбы.

Научная новизна. Дана оценка инвазионных процессов в пресноводных экосистемах Карелии. Показана большая результативность от вселения аборигенных видов рыб, по сравнению с видами из отдаленных бассейнов (успех достигал 30% от всех акклиматизационных работ). Выявлены факторы, способствующие натурализации видов в составе рыбного населения озерных экосистем (сходство экологических условий водоема-донора и водоема-реципиента, наличие свободной трофической ниши и условий воспроизводства вселенца).

В результате анализа демографических, продукционных и трофо-динамических характеристик популяций основных видов рыб модельных водоемов показано, что эвтрофирование наряду с отрицательными последствиями (ухудшение среды обитания, смена длинноцикловых видов на короткоцикловые и др.) способствует успешной натурализации рыб-вселенцев за счет повышения трофического уровня водоема и появления дополнительного пищевого ресурса в виде фито- и зоопланктона. Впервые показано, что техногенное загрязнение ведет к упрощению структуры водных сообществ, значительным изменениям в параметрах популяций

рыб и выпадению отдельных видов. Эти данные существенно дополняют наши представления о процессах эвтрофирования водоемов и влиянию токсикантов на рыбное население.

Впервые проведена оценка влияния товарного (садкового) форелеводства на продукционные процессы и динамику популяций рыб крупных озер Карелии. Показано, что функционирование форелевого производства приводит к увеличению продукции фито и зоопланктона, что создает благоприятные условия для нагула аборигенных рыб, но ухудшает условия воспроизводства осеннее-нерестующих рыб (лососевых и сиговых), которые постепенно выпадают из состава сообщества.

Предложенная методика расчета биогенной нагрузки позволила установить, что только около 100 водоемов Карелии, могут быть использованы для производства форели, но максимальная продукция не может быть выше 30 тыс. тонн в год. Увеличение производства форели приведет к необратимым процессам в пресноводных экосистемах. Выходом из этой критической ситуации может быть использование вод Белого моря для дальнейшего развития аквакультуры.

Практическая значимость работы. Теоретические и практические разработки использовались для прогнозирования возможных изменений в составе рыбного населения водоемов при различных антропогенных воздействиях: при составлении региональных программ по рациональному использованию рыбных запасов внутренних водоёмов Карелии; для оценки рыбопродуктивности озер и оптимизации режимов промысла в них (выделении рыбопромысловых участков для промышленного, любительского, спортивного рыболовства и товарного рыбоводства); для расчета объемов выращивания форели в садках для Минсельхоз РК, Минэкономразвития РК, Минприроды РК, Общества Форелеводов РК. Разработанная методика применяется для оценки степени воздействия форелевых хозяйств на водные экосистемы Карелии и соседних регионов. Материалы исследований учитывались при подготовке предложений по организации особо-охраняемых природных территорий.

Апробация работы. Основные положения диссертации были представлены, докладывались и обсуждались на научном коллоквиуме ИПЭЭ им. А.Н. Северцова (Москва, 1996, 2012), на всероссийских и международных конференциях в России (Вологда, 1994, 2008; Петрозаводск 1995,1997, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2008, 2009, 2011; Апатиты, 1996, 1998, 2004, 2010; Казань, 1996, 2011; Томск, 1996; Астрахань, 1997; Сыктывкар, 1997; Калининград, 2001; Тюмень, 2001; 2010; Борок, 2005, 2011; Мурманск, 2009), а также за рубежом (Констанц, Германия, 1996; Триест, Италия, 1997; Анн Арбор, США,1999; Рованиemi, Финляндия, 2002;

Ольштын, Польша, 2005; Норталье, Швеция, 2009; Барселона, Испания, 2010; Хегне, Германия, 2010; Мондзее, Австрия, 2011).

Публикации. Результаты работы представлены в 5 коллективных монографиях и в 118 научных статьях, из них 19 в журналах по списку ВАК.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложения. Общий объем работы — 180 страниц, 31 таблица и 31 рисунок.

Работа выполнена в лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биологии Карельского научного центра РАН при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) (гранты №97-04-49207; 99-04-48734; 00-04-48671; 05-04-97516; 05-04-49496; 07-04-00028), «Биоразнообразие...» (01200956041), «Биоресурсы...» (01200608822, 01200955241); Минобрнауки РФ (НШ-1642.2012.4), Минсельхоз РК, Минэкономразвития РК, Минприроды РК, Общество Форелеводов РК.

Благодарности. Выражаю особую признательность за многочисленные консультации и поддержку чл. корр. РАН Немовой Н.Н., к.б.н. Лебедевой О.Н., академику Дгебуадзе Ю.Ю., чл. корр. РАН Криксунову Е.А., и д.б.н. Иешко Е.П. Благодарю всех сотрудников лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии КарНЦ РАН, за практическую помощь и внимание, особенно д.б.н. Стерлигову О.П., д.б.н. Китаева С.П., к.б.н. Кучко Я.А., к.б.н. Павловского С.А. и вед. биолога Первозванскую Н.П.

Выражаю глубокую признательность начальнику Карелрыбвода Мовчану А.В. и председателю правления НП «Общество форелеводов Карелии» В.П. Артамонову за финансовую поддержку работ, а также директоров и рыбоводов форелевых комплексов, где проводились исследования, за предоставленную возможность проведения полевых работ.

Глава 1. Материал и методы исследований

Основой работы послужили собственные сборы автора в экспедициях на озерах средней и южной Карелии (бассейны Белого и Балтийского морей) (рис. 1). Опытный лов рыбы во всех исследованных водоемах проводился стандартным набором жилковых сетей (длиной 30 м, высотой 1,8 м, ячеей 10 - 60 мм), кроме того, в ряде водоемов рыбу на анализ брали из промысловых уловов.

В озерах средней Карелии за период бонитировочных исследований (Выгозеро, 2007-2008 гг., оз. Костомукшское, 2009-2011 гг.) лов рыбы осуществлялся

ежедневно в течение одного месяца (июнь-июль). На анализ брали все виды рыб, у которых анализировали следующие показатели: длина и вес рыбы, пол, стадию зрелости и вес гонад, часть которых фиксировалась для определения плодовитости. Для изучения питания рыб фиксировали желудочно-кишечный тракт. У всех сигов просчитывалось число жаберных тычинок. Кроме сетных уловов, в Выгозере рыбу брали на анализ из промысловых орудий лова (мережи, ставники, невода). Всего проанализировано 1470 экз. рыб.

На малых водоемах южной Карелии (Кончозерская группа озер, Суоярви, Вашозеро) исследования проводились в разные годы, с целью оценки их биологических ресурсов. Рыбу ловили стандартным набором сетей, определяли видовой состав и проводили биологический анализ. Всего исследовано 2594 экз. рыб.

В Сямозере мы проводили мониторинговые исследования с 1990 по 2010 гг. Контрольный лов рыбы осуществляли однотипным набором сетей. Кроме того, на анализ использовали рыбу из промысловых орудий лова: в летний период—из мереж, ставников, неводов (тяглогового и мутникового), а в зимний период — из сетей с ячейей 50-60 мм и невода. За период проанализировано более 9000 экз. рыб.

В трех губах Онежского озера с 2005 по 2008 гг. осуществлялся сбор данных для установления предельных объемов товарного выращивания рыбы. Пробы для анализа гидрохимических, гидробиологических показателей и рыб брали два раза в месяц в период открытой воды (май-октябрь) (1200 экз. рыб).

Лабораторная обработка ихтиологического материала проводилась по методикам И.Ф. Правдина (1966), Н.И. Чугуновой (1959), с учетом рекомендаций Ю.С. Решетникова (1980) и М.В. Мины (1981). Латинские названия рыб приводятся по книге «Рыбы в заповедниках России» (2010). Принадлежность рыб к фаунистическим комплексам определяли по Г.Н. Никольскому (1980). Изучение питания рыб велось по общепринятым методикам (Руководство..., 1961, Методическое пособие..., 1974).

Для анализа рыбоводно-акклиматизационных работ на водоемах Карелии наряду с результатами собственных полевых исследований использованы опубликованные материалы и данные промысловой статистики.

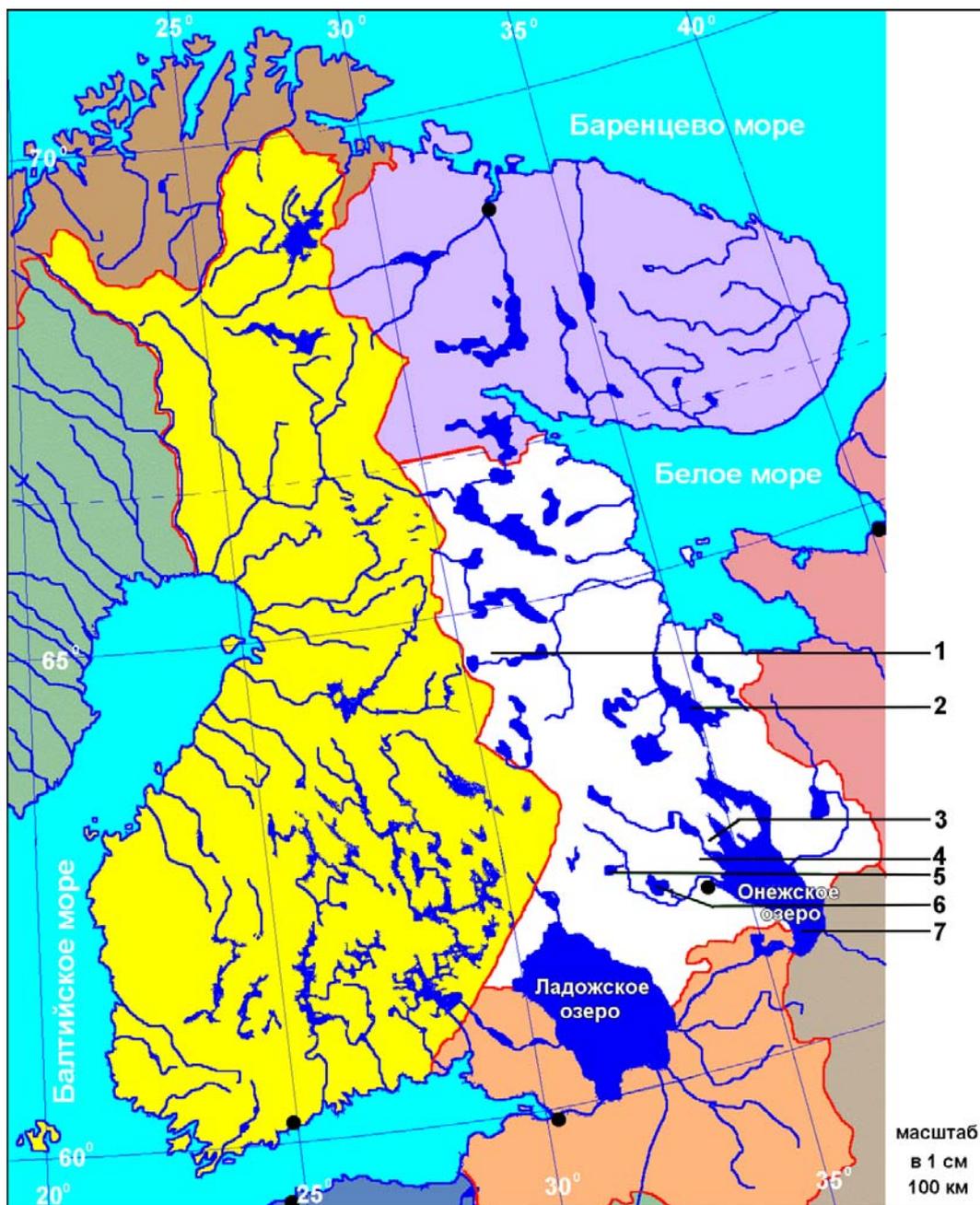


Рис. 1. Схема района исследований.

1 – Костомукшское водохранилище; 2 – озеро Выгозеро; 3 – озеро Вашозеро; 4 – Кончозерская группа озер; 5 – озеро Суоярви; 6 – озеро Сязозеро; 7 – Онежское озеро.

Для оценки состояния рыбной части сообщества и процессов трансформации биологического вещества в экосистеме Вашозера проведено исследование сообщества с помощью модели Экопас (Polovina, Ow, 1983; Christensen, Pauly, 1992; Walters et al., 1997). Для расчета биогенной нагрузки при выращивании рыбы на форелевых фермах использованы методы расчета поступления фосфора и азота в водоем (Persson, 1988; Achefors, Enell, 1990; Wallin, Hakanson, 1991; Китаев и др., 2006), для оценки допустимой и опасной биогенной нагрузки - работы М. Оуэнса,

1977; Pollution of Lake..., 1969. При статистической обработке материала использованы соответствующие руководства (Урбах, 1964; Лакин, 1990).

Глава 2. Особенности озерно-речных систем Карелии

Гидрографическая сеть Карелии относится к бассейнам Белого и Балтийского морей, ее специфика обусловлена особенностями комплекса природных условий (геологического строения, рельефа, климата), а также географического положения региона (Филатов и др., 2001; Филатов, Литвиненко, 2010). Карелия имеет хорошо развитую гидрографическую сеть. Она представлена большей частью небольшими реками, которые соединяют многочисленные озера, образуя озерно-речные системы. Основными структурными элементами гидрографической сети являются озера и водохранилища (более 60 тысяч), доминируют озера площадью менее 1 км². Поверхностные воды за редким исключением, маломинерализованные и характеризуются низкой биологической продуктивностью. В главе подробно описана гидрохимическая и гидробиологическая характеристика исследуемых водоемов.

Глава 3. Пресноводная ихтиофауна и виды-вселенцы в водоемах Карелии

3.1. Рыбное население внутренних водоемов

Особенности пресноводной ихтиофауны Карелии определяются географическим положением озерно-речных систем. В карельских водоемах обитают как типичные холодноводные северные виды (лосось, форель, палия, сиг, ряпушка, хариус), так и представители южных областей (сом, синец, густера, голавль, чехонь и др.). Различия в составе ихтиофауны в водоемах Карелии объясняются не только климатическими причинами, но и структурой гидрографической сети региона.

Состав ихтиофауны сформировался после окончания последнего оледенения (примерно 10 тыс. лет назад). В теплое Бореальное время (2-3 тыс. лет до н.э.) на юге Карелии встречался бёрш, а многие карповые и окуневые имели более северные границы своего распространения. В этот период в водоемах и в кухонных остатках древнего человека часто встречались крупные осетры, сомы, стерлядь и др. виды (Лебедев, 1960). Затем в Субатлантическое время наступило похолодание, и климат стал близок к современному, однако вплоть до 7 в. н.э. в кухонных остатках по-прежнему встречались крупные осетры, сомы и стерлядь.

Таблица 1

Видовой состав пресноводных рыбообразных и рыб водоемов Карелии

Семейство и вид	Бассейн		
	Балтийского моря		Белого моря
	Ладожского озера	Онежского озера	
Сем. Petromyzontidae – Миноговые			
1. Речная минога – <i>Lampetra fluviatilis</i> (L.)	+	+	-
2. Европейская ручьевая минога - <i>L. planeri</i> (Bloch)	+	+	-
3. Камчатская минога – <i>Lethenteron camchaticum</i> (Tilesius)	-	-	+
Сем. Acipenseridae – Осетровые			
4. Стерлядь <i>Acipenser ruthenus</i> (L.)	-	+	-
Сем. Anguillidae – Речные угри			
5. Угорь - <i>Anguilla anguilla</i> (L.)	+	+	-
Сем. Cyprinidae – Карповые			
6. Синец – <i>Abramis ballerus</i> (L.)	+	+	-
7. Лещ – <i>A. brama</i> (L.)	+	+	+
8. Уклейка - <i>Alburnus alburnus</i> (L.)	+	+	+
9. Густера - <i>Blicca bjoerkna</i> (L.)	+	+	-
10. Голавль - <i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	+	+	+
11. Язь - <i>L. idus</i> (L.)	+	+	+
12. Елец – <i>L. leuciscus</i> (L.)	+	+	+
13. Обыкновенный гольян - <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.)	+	+	+
14. Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (L.)	+	+	+
15. Красноперка – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	+	+	-
16. Чехонь - <i>Pelecus cultratus</i> (L.)	+	+	-
17. Пескарь – <i>Gobio gobio</i> (L.)	+	+	-
18. Карась золотой - <i>Carassius carassius</i> (L.)	+	-	+
19. Верховка - <i>Leucaspius delineatus</i> Heckel	+	-	-
20. Рыбец - <i>Vimba vimba</i> L.	+	-	-
21. Обыкновенный жерех - <i>Aspius aspius</i> (L.)	+	-	-
22. Обыкновенный карп - <i>Cyprinus carpio</i> (L.)	+	+	-
23. Линь - <i>Tinca tinca</i> (L.)	+	+	-
Сем. Catostomidae – Чукучановые			
24. Обыкновенный чукучан – <i>Catostomus catostomus</i> (Forst.)	+	-	-
Сем. Balitoridae – Балиториевые			

25. Усатый голец - <i>Barbatula barbatula</i> (L.)	+	+	+
Сем. Cobitidae – Вьюновые			
26. Обыкновенная шиповка - <i>Cobitis taenia</i> (L.)	+	+	-
27. Вьюн - <i>Misgurnus fossilis</i> (L.)	+	-	-
Сем. Siluridae – Сомовые			
28. Обыкновенный сом - <i>Silurus glanis</i> L.	+	+	-
Сем. Esocidae – Щуковые			
29. Обыкновенная щука – <i>Esox lucius</i> (L.)	+	+	+
Сем. Osmeridae – Корюшковые			
30. Корюшка - <i>Osmerus eperlanus</i> (L.)	+	+	+
Сем. Coregonidae – Сиговые			
31. Европейская ряпушка – <i>Coregonus albula</i> (L.)	+	+	+
32. Обыкновенный сиг - <i>C. lavaretus lavaretus</i> (L.)	+	+	+
Сем. Thymallidae – Хариусовые			
33. Европейский хариус - <i>Thymallus thymallus</i> (L.)	+	+	+
Сем. Salmonidae – Лососевые			
34. Атлантический лосось - <i>Salmo salar</i> L.	+	+	+
35. Кумжа (форель) - <i>S. trutta</i> L.	+	+	+
36. Горбуша – <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walb.)	-	-	+
37. Палия - <i>Salvelinus lepechini</i> (Gmelin)	+	+	+
Сем. Lotidae – Налимовые			
38. Налим <i>Lota lota</i> (L.)	+	+	+
Сем. Gasterosteidae – Колюшковые			
39. Девятиглая колюшка - <i>Pungitius pungitius</i> (L.)	+	+	+
40. Трехглая колюшка - <i>Gasterosteus aculeatus</i> (L.)	+	+	+
Сем. Cottidae – Рогатковые			
41. Обыкновенный подкаменщик- <i>Cottus gobio</i> L.	+	+	+
42. Пестроногий подкаменщик – <i>C. poecilopus</i> Heckel	-	+	+
43. Четырехрогий бычок, рогатка – <i>Trigloopsis quadricornis</i> (L.)	+	+	+
Сем. Percidae – Окуневые			
44. Обыкновенный ерш- <i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	+	+	+
45. Речной окунь – <i>Perca fluviatilis</i> (L.)	+	+	+

46. Обыкновенный судак - <i>Sander lucioperca</i> (L.)	+	+	+
Сем. Odontobutidae – Головешковые			
47. Головешка-ротан – <i>Perccottus glenii</i> Dybowski	-	+	-
Всего	42	39	28

Быстрые изменения в составе фауны наступили в 1950-1960 гг. в связи с началом активных рыбоводно-акклиматизационных мероприятий. В водоемы Карелии было завезено 13 новых видов рыб, не все они натурализовались, и к настоящему времени пресноводная ихтиофауна различных акваторий Карелии не однородна как по качественному составу, так и по количеству видов. Наибольшее видовое разнообразие наблюдается в бассейнах Ладожского и Онежского озер. Так в водоемах бассейна Ладожского озера насчитывается 42 вида рыб и рыбообразных, Онежского – 39, Белого моря – 28 (табл. 1). обеднение ихтиофауны в водоемах средней и северной Карелии происходит в основном за счет карповых рыб.

В современной ихтиофауне Карелии насчитывается 43 аборигенных вида, всего вместе с вселенцами 47 видов, относящихся к 12 отрядам, 18 семействам и 40 родам. По направлению с севера на юг одновременно с ростом кормовой базы идет усложнение рыбной части сообщества как за счет увеличения числа видов, так и внутривидовых форм: на севере в каждом водоеме обитает 7-10 видов, в средней части — 10-14 видов и на ее юге 15-40 видов рыб в зависимости от типа водоема. Для ихтиомассы эти цифры по регионам соответственно составляют — 6-15, 23-50 и 80-120 кг/га. На севере основу рыбного населения образуют сиг, голец и кумжа; в водоемах средней Карелии — сиг, ряпушка, окунь и плотва; в водоемах южной Карелии – ряпушка, корюшка, сиг, судак, лещ и окунь. По мере продвижения на юг в составе рыбной части сообщества снижается доля представителей арктического пресноводного комплекса и возрастает доля бореально-равнинного и понто-каспийского комплексов (Стерлигова, 2000; Решетников, 2007, 2010).

Обилие водных ресурсов в Карелии способствовало развитию в регионе рыбного промысла. Промышленный лов рыбы ведется на ряде крупных водоемов: Онежское, Ладожское озера, Выгозеро, Водлозеро и др. Многие малые и средние озера Карелии не охвачены промыслом в силу удаленности от населенных пунктов. Основная доля вылова рыбы в пресных водах Карелии приходится на Онежское и Ладожское озера. Наибольшей численностью обладают ряпушка и корюшка, которые обеспечивают до 65% промышленных уловов рыбы. Общая величина

промысловых запасов рыб во внутренних пресноводных водоемах оценивается в 52-55 тыс.т., из них 34 тыс.т. находятся в постоянной промысловой эксплуатации.

3.2. Виды-вселенцы

Проникновение новых видов рыб в водные экосистемы стало одной из актуальных экологических проблем последних десятилетий для многих водоемов России. Исследования показали, что новые виды, вступая в контакты с аборигенными видами, могут существенно изменить структуру биоценозов, что приводит к серьезным экологическим и экономическим последствиям. Вселение и распространение аборигенных и новых видов рыб в водоемы Карелии проходило в результате рыбоводно-акклиматизационных мероприятий, саморасселения видов по озерно-речным системам и их случайного заноса (Новиков, 1939; Мельянецов, 1954; Кудерский, Сонин, 1968; Решетников и др., 1982; Решетников, Шатуновский, 1997; Алимов и др., 2000, 2004; Павлов и др., 2001; Дгебуадзе, 2002, 2003; Кудерский, 2001, 2006; Стерлигова, Ильмаст, 2009).

Рыбоводно–акклиматизационные работы в Карелии

Ихтиофауна Карелии с учетом морских рыб насчитывает в своем составе около 90 видов круглоротых и рыб, среди них 47 пресноводных видов. Природные условия края весьма благоприятны для обитания здесь хозяйственно ценных видов: лосося, палии, сига, ряпушки, судака, леща, щуки и налима. Однако, во многих водоемах Карелии, преобладают ерш, окунь, плотва, уклейка. С целью улучшения качественного состава ихтиофауны еще в 1927 г. начались работы по интродукции ценных видов рыб (табл. 2). Рыбоводные работы осуществляли по двум направлениям: расселение местных ценных видов рыб и интродукция новых видов из других регионов страны. Аборигенными видами были: палия, крупная форма европейской ряпушки, европейский хариус, судак, корюшка и лещ. Из других регионов страны в водоёмы Карелии вселяли: сибирского осетра – из водоёмов Сибири, стерлядь – из Северной Двины, радужную форель – из водоёмов Северной Америки, севанскую форель – из оз. Севан, белорыбицу – из Волги, нельму – из р. Кубена, горбушу – из водоёмов Камчатки, омуля – из оз. Байкал, пелядь, чира и муксуна – из водоёмов Сибири, сига – из Чудского озера, угря – из Балтийского моря, карпа (сазана) – из Волги и рыбхозов России.

Зарыбление водоёмов проводили икрой, личинками, сеголетками и особями разного возраста. За исключением последних обзорных работ Л.А. Кудерского (2001, 2006), большинство статей по данному вопросу (Новиков, 1939; Мельянецов, 1954; Бурмакин, 1963; Маханькова, 1964; Кудерский 1967; Салтуп, 1967; Кудерский,

Сонин, 1968 и др.) было опубликовано 30–50 лет назад, в период ограниченного антропогенного воздействия на водные экосистемы. В них не рассматривалось влияние новых видов на водные экосистемы Карелии, так как были недостаточно изучены их биологические особенности в новых условиях обитания и слабо определена их роль в экосистемах.

Таблица 2

Расселение рыб в водоемах Карелии

Виды	Пути появления		
	Рыбоводно-акклиматизационные работы		Непреднамеренная интродукция
	расселение аборигенных видов	расселение новых видов	
<i>Acipenser baerii</i> Brandt – сибирский осетр		+	
<i>A. ruthenus</i> L. – стерлядь		⊕*	
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walb.) – горбуша		⊕	
<i>Salvelinus lepechini</i> (Gmel.) – палия	⊕		
<i>Salmo ischchan</i> Kessl. – севанская форель		+	
<i>Parasalmo mykiss</i> (Walb.) – радужная форель		+	
<i>Coregonus albula</i> (L.) – европейская ряпушка	⊕		
<i>C. migratorius</i> (Gergi) – омуль		+	
<i>C. lavaretus</i> (L.) – сиг		⊕*	
<i>C. muksun</i> (Pall.) – муксун		+	
<i>C. nasus</i> (Pall.) – чир		+	
<i>C. peled</i> (Gmel.) – пелядь		+	
<i>Stenodus leucichthys</i> (Güld.) – нельма		+	
<i>Thymallus thymallus</i> (L.) – европейский хариус	+		
<i>Osmerus eperlanus</i> (L.) – корюшка	⊕		⊕
<i>Anguilla anguilla</i> (L.) – угорь		+	
<i>Abramis brama</i> (L.) – лещ	⊕		
<i>Cyprinus carpio</i> L. – карп		⊕*	
<i>Catostomus catostomus</i> (Forst.) – чукучан			⊕*
<i>Sander lucioperca</i> (L.) – судак	⊕		
<i>Perccottus glenii</i> Dybowski – головешка-ротан			+*
<i>Platichthys flesus</i> (L.) - речная камбала			+

Примечание: ⊕ – натурализовавшийся вид, * – редко встречающийся вид.

Расселение аборигенных видов Карелии

Для повышения рыбопродуктивности водных экосистем в Карелии расселяли довольно много местных ценных видов рыб – палию, крупную форму ряпушки, хариуса, судака, леща; а для улучшения кормовой базы хищных видов рыб еще и корюшку.

Палия *Salvelinus lepechini* (Gmel.) обитает в крупных (Ладожское, Онежское) и средних (Топозеро, Пяозеро, Сегозеро и др.) озёрах Карелии (Мельянцев, 1958). Ещё в XIX веке монахи Валаамского монастыря занимались её разведением в Ладожском озере (Игумен Гавриил, 1898; Мельянцев, 1958). Эти работы продолжались до 1939 г.; всего в Ладогу было выпущено около 380 тыс. личинок палии (Персов, Яндовская, 1940). Эти работы возобновились в 1959–1960 гг., когда было выпущено еще 370 тыс. личинок палии. С 1980 по 2000 гг. в озеро выпустили 875 тыс. сеголеток. В настоящее время уловы палии в Ладожском озере достигли уровня 1960-х годов и составили в среднем 10 т в год (Титенков, 1968; Дятлов, 2002). Промысловый возврат в 2002 г. составил около 17%, что говорит о высокой эффективности искусственного воспроизводства палии в данном водоёме (Китаев и др., 2005).

В 1932 г. личинок палии из Онежского озера выпускали в р. Суна (31 тыс. экз.) и оз. Сандал (18 тыс. экз.), в 1949 г. – в Сямозеро (60 тыс. экз.). В настоящее время в этих водоёмах палия не отмечена.

В 1974–1985 гг. 226 тыс. экз. сеголетков, годовиков и двухлетков палии с Кемского рыбоводного завода было выпущено в Мунозеро. Исследования 2005 г. показали, что в водоёме палия прижилась, хотя численность ее незначительна (Ильмаст и др., 2008).

Крупная форма ряпушки *Coregonus albula* (L.) обитает в 62 водоёмах Карелии (Потапова, 1978). Способность этой формы к обитанию и размножению на твёрдых и мягких грунтах в широком диапазоне глубин (от 3 до 30 м), определили весьма значительные масштабы ее вселения в водоёмы республики. Выпуск в озёра проводили икрой и личинками. Проведённые исследования 2003–2006 годов свидетельствуют, что она успешно натурализовалась в водоемах южной Карелии: Кончозеро, Пертозеро, Урозеро (рис. 2) (Стерлигова, Ильмаст, 2005; Ильмаст, Стерлигова, 2006).

Судак *Sander lucioperca* (L.) обитает в более чем 20 водоемах Карелии, преимущественно в её южной части (рис. 3). Первые работы по расселению судака начались в 1948 г., когда из Онежского озера его вселили в Выгозеро. Позднее рыбоводные работы были продолжены еще на 14 водоёмах Карелии: Павшольское (1962 г.), Кончозеро (1964 г.), Гимольское (1961, 1962, 1964, 1971–1978 гг.), Сегозеро (1954–1956, 1968–1971, 1973–1983 гг.), Янисъярви (1960, 1961, 1963, 1965–1971 гг.), Пальозеро (1986 г.), Ведлозеро (1959, 1964 г.), Сундозеро (1965–1970 гг.), Суоярви (1963–1967 гг.), Ондозеро (1970–1980 гг.), Лижмозеро (1983–1987 гг.), Сумозеро (1987–1990 гг.), Лексозеро (1988–1990, 1993–1995 гг.), Энгозеро (2001–2005 гг.). За исключением оз.

Энгозеро, расположенного в северной части Карелии (66° с.ш.), остальные водоёмы находятся в её средней части (до 64° с.ш.). Маточными водоёмами служили крупные озёра Карелии: Онежское, Ладожское, Сязозеро, а с 1968 г. – и Выгозеро. Всего было вселено около 2 млн. особей судака разного возраста и 1,2 млн. икринок. Положительные результаты вселения судака отмечены в 8 озёрах: Выгозеро, Сегозеро, Ондозеро, Ведлозеро, Янисъярви, Суоярви, Пальозеро и Энгозеро, где ведётся его промысловый лов (Кудерский и др., 1990). В двух озёрах (Гимольское и Сундозеро) судак встречается в уловах единично; в 4-х остальных не отмечен, что, вероятно, связано с ухудшением их гидрохимического и гидробиологического режимов, вызванным интенсивным антропогенным воздействием. Таким образом, рыбоводные работы по расселению судака можно оценить как положительные. Судак прижился в 10 из 14 водоёмах, и его область распространения в Карелии значительно расширилась на север. Натурализация судака пополнила уловы в водоеме ценным промысловым видом и способствовала снижению численности в водоемах вселения мелкого окуня, плотвы и уклеи.

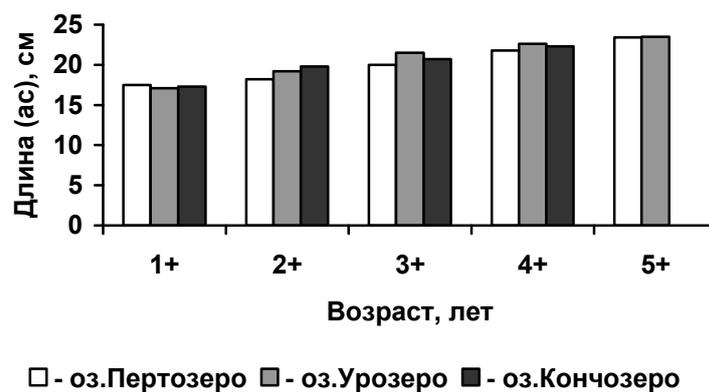


Рис. 2. Линейный рост ряпушки, интродуцированной в водоемы Карелии

Корюшка *Osmerus eperlanus* (L.) обитает в 64 озерах, из них 35 относятся к Онежскому, 21 – к Беломорскому и 8 – к Ладожскому бассейнам (Герд, 1949). Северной границей ее распространения в Республике Карелия является озеро Паанаярви, в России – озеро Имандра (Мурманская область) (Смирнов, 1977; Shustov et al., 2000). Корюшка вселялась в водоёмы Карелии для улучшения кормовой базы хищных рыб. В 1950-х гг. из Онежского озера личинок корюшки

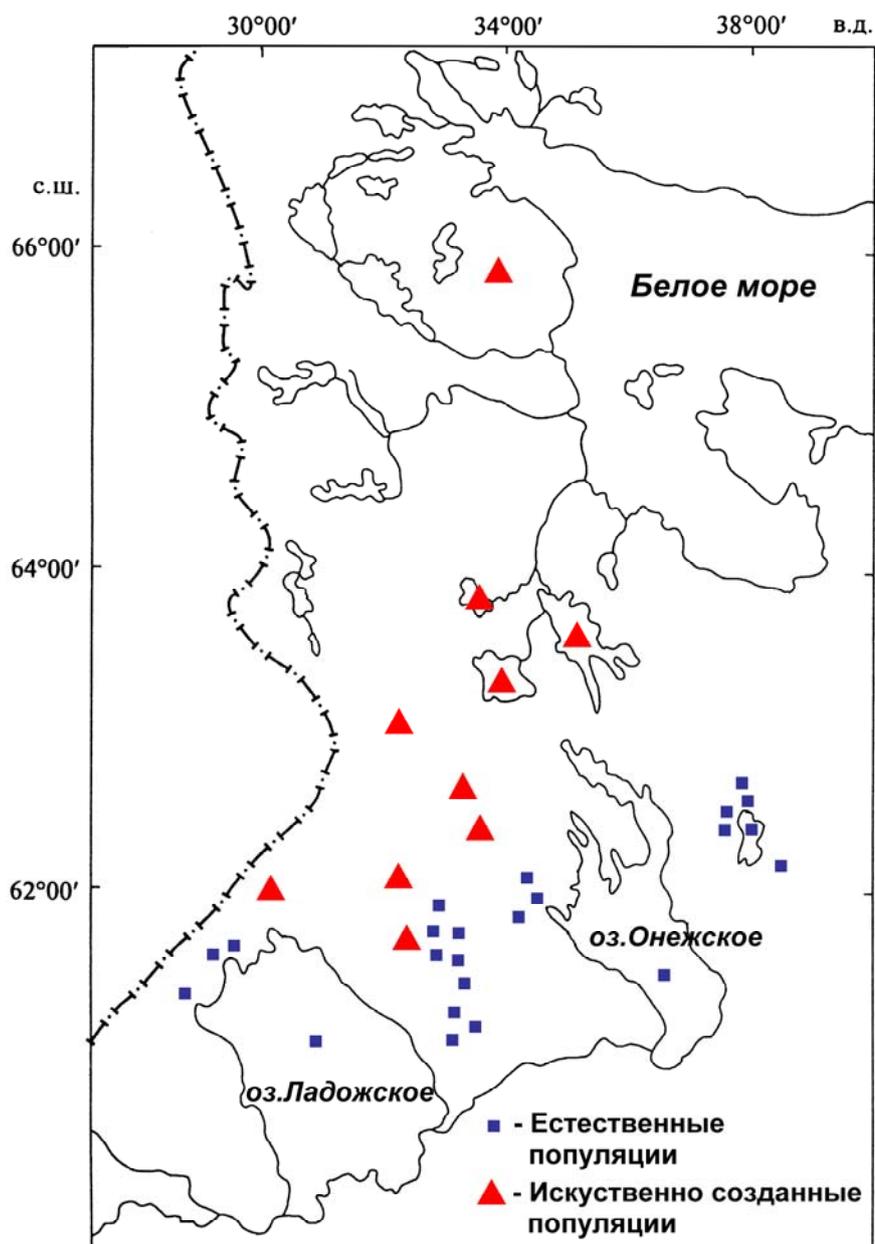


Рис. 3. Распространение судака в водоемах Карелии

выпускали в Сундозеро, где она успешно натурализовалась и достигла значительной численности (Александрова, 1959). Из Ладожского озера икру корюшки вселяли в Сегозеро (1953-1955 гг.), личинок в озёра Селецкое (1962–1965 гг.), Маслозеро (1966–1970 гг.) и Елмозеро (1971–1980 гг.). Во всех этих озёрах она является основным объектом питания для щуки, налима и палии. Таким образом, положительный результат получен во всех случаях вселения этого вида.

Хариус *Thymallus thymallus* (L.) населяет многие реки и крупные озёра Карелии, является ценным объектом спортивного рыболовства, однако численность его невелика. Предпринимались попытки акклиматизации и искусственного

разведения хариуса. В 1980–1983 гг. из Пяозера и Ладожского озера сеголеток и двухлеток хариуса (28,7 тыс. экз.) выпускали в Вешкельскую группу озёр, однако положительного результата эти работы не дали, вероятно, вследствие низкой жизнестойкости посадочного материала и практически полного выедания его хищными рыбами в водоёмах вселения (Зайцев, Юшкова, 1990).

Лещ *Abramis brama* (L.) широко распространен в водоёмах Карелии и имеет значительную численность в Ладожском озере, Сямозере, Крошнозере, Выгозере. Из этих озёр особей разного возраста вселяли в Мунозеро (1958, 1968–1971 гг. – 165 тыс. экз.), в Шалозеро (1959 г. – 0,17 тыс. экз.) и в Кончозеро (1964–1967 гг. – 10 тыс. экз.). В настоящее время леща в небольших количествах вылавливают в южной части Мунозера и в Кончозере (рис. 4) (Ильмаст, Кучко, 2007; Рыжков и др., 2009). По Шалозеру данные отсутствуют. Таким образом, можно отметить, что натурализация леща произошла в двух из трех водоемов вселения. Таким образом, результаты рыбоводных работ по расселению местных видов рыб – палии, судака, ряпушки, корюшки и леща – можно оценить как положительные. Исключением стали работы по вселению хариуса, который не прижился ни в одном из водоёмов, куда его выпускали.



Рис. 4. Линейный рост леща в озерах Сямозеро и Мунозеро (Сямозеро, 1954-1956 – по О.И. Потаповой, 1962; Сямозеро, 1993-1999 – по О.П. Стерлиговой и др., 2002; Мунозеро – наши данные)

Расселение новых видов рыб

Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt выпускался в Ладожское озеро в 1963–1974 гг. – около 32 тыс. экз. молоди массой от 1 до 9 г (Егельский, Степанова, 1972). В 1966–1968 гг. частота встречаемости вселенцев была значительной, однако позднее их численность снизилась (Дятлов, 2002). В 1979 г. молодь осетра массой 150–510 г периодически вылавливали в разных частях озера. Как отмечал Л.А.Кудерский (1983), натурализации осетровых рыб не произошло, хотя и выпускалось достаточно большое количество посадочного материала. Основной причиной является отсутствие в водоёме условий для их естественного воспроизводства из-за зарегулирования стока рек. Другой причиной неудачных рыбоводных работ явился браконьерский лов, в результате которого сибирские осетры были выловлены до достижения половозрелого состояния.

Стерлядь *A. ruthenus* L. – один из представителей осетровых, постоянно живущий в пресной воде. Из Северной Двины в 1954 и 1962–1982 гг. было привезено и выпущено в р. Шуя 33 тыс. особей разного возраста. В настоящее время стерлядь изредка вылавливают в реке и в Онежском озере.

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) в водоёмы Карелии была завезена икрой с рыбоводных заводов Дальнего Востока в 1950–1990-х гг. В результате этих работ она широко распространилась по рекам северо-западного побережья Белого моря, Кольского п-ова, Норвегии и Исландии; в настоящее время во всех этих водоёмах она стала промысловым видом (Зубченко и др., 2004, 2005). Данные по промышленному вылову горбуши в Карельской части Белого моря показывают, что в водоеме сформировались относительно многочисленные популяции (рис. 5). Квота на промышленный вылов горбуши в Карелии в нечетные годы составляет около 50 т, при этом ежегодный вылов горбуши рыбаками-любителями оценивается в 24–28 т. Однако надо отметить, что численность горбуши периодически поддерживается за счет ее искусственного воспроизводства (Государственный доклад..., 2000–2010).

Радужная форель (микижа) *Parasalmo mykiss* (Walb.) обитает в водоёмах Камчатки, Северной Америки. Один из подвидов микижи *Parasalmo mykiss irideus* под названием радужная форель широко используется в аквакультуре во многих странах мира, в том числе и в России. Первые опыты по её разведению в Карелии были начаты в 1962 г., когда в Вешкельскую группу озёр было выпущено 1500 годовиков массой 5 г и 1500 двухгодовиков массой 70 г (Горбунова, Дмитриенко, 1964). Рыбы хорошо росли, но интенсивно выедались щукой вследствие её высокой численности. В 1965 г. для выращивания радужной форели в естественных условиях два озера (Хошкинъярви и Вагнаярви) были обработаны ихтиоцидом, удобрены

известью, аммиачной селитрой и суперфосфатом. Зарыбление этих озёр дало положительные результаты (Арендаренко, 1968). Однако успешному выращиванию форели в озёрах препятствовал её скат по вытекающим рекам и мощный браконьерский лов. С 1968 г. и по настоящее время в Карелии проводятся работы по садковому выращиванию форели. Спустя 40 лет объёмы ее производства на 47 хозяйствах Карелии достигли 12000 т. В настоящее время в Российской Федерации Карелия стала лидером по производству товарной радужной форели в садках (Китаев и др., 2006; Стерлигова, Ильмаст, 2009).

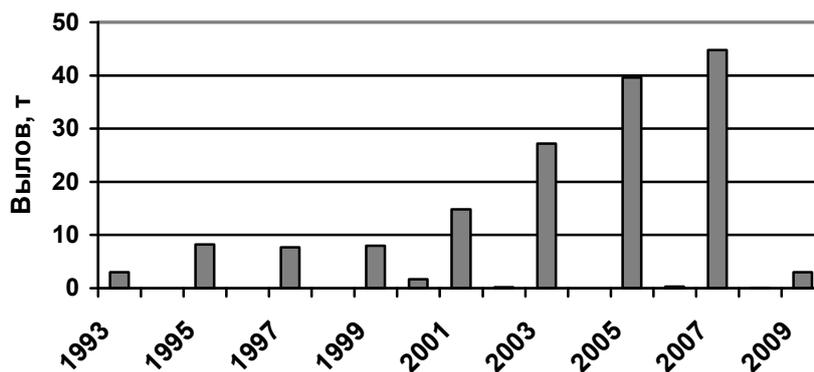


Рис. 5. Данные по промышленному вылову горбуши в Карельской части Белого моря

Севанская форель *Salmo ischchan* Kessl. в 1960 г. вселялась икрой в Онежское (3700 тыс. шт.) и Ладожское (2 тыс. шт.) озёра, а также сеголетками в Вешкельские озёра (20 тыс. шт.). Ни в одном из этих водоёмов в настоящее время она не отмечена.

Омуль *Coregonus migratorius* (Geor.), чир *C. nasus* (Pall.), муксун *C. muksun* (Pall.), и пелядь *C. peled* (Gmel.) в водоёмы Карелии вселялись в основном для товарного выращивания. В 1960–1990 гг. икру омуля (17,7 млн. шт.) завезли из Байкала и выпустили в Вешкельскую группу озёр, в Янисъярви, Укшозеро и Онежское озеро. Помимо омуля, в Вешкельские озёра выпускали завезённую из водоёмов Сибири икру чира (235,6 млн. шт.), муксуна (1,4 млн. шт.) и пеляди (93,4 млн. шт.). Икру пеляди выпускали также в Крошнозеро (0,58 млн. шт.), Водлозеро (0,53 млн. шт.), Насоновское (10,8 млн. шт.), Гимольское (0,3 млн. шт.) и Онежское озеро (0,53 млн. шт.). В 1970 г. в южной Карелии были созданы маточные стада пеляди. Она успешно приживалась в небольших и мелких озёрах, специально подготовленных химическим методом для зарыбления, чтобы снизить конкуренцию со стороны рыб-аборигенов. В 1970–1980 гг. пелядь вылавливали в значительных

количествах (десятки тонн), но в 1990 г. она исчезла из уловов. По нашим наблюдениям, пелядь скатилась по озёрно-речным системам в крупные озёра, где при отсутствии условий для воспроизводства стала объектом питания хищных рыб, а также была выловлена рыбаками. В настоящее время чир, муксун, омуль и пелядь в озёрах Карелии не обнаружены.

Нельма *Stenodus leucichthys nelma* (Pall.) в России распространена в реках Северного Ледовитого океана от Белого моря до Анадыря. С 1961 по 1965 г. личинок (1140 тыс. экз.) и сеголеток (142 тыс. экз.) нельмы вселяли из р. Кубена в Вешкельские озёра, однако в водоёмах вселения нельма не отмечена.

Белорыбца *S. leucichthys leucichthys* (Güld.) обитает в бассейнах Волги и Урала. В 1932–1933 гг. её икру (478 тыс. шт.) вселяли в Онежское озеро. Положительных результатов данные работы не дали.

Чудской сиг *C. lavaretus* (L.) обитает в Чудском и Псковском озёрах; он выпускался в 150 водоёмах России. В 1980-х гг. этого сига вселяли в Сямозеро, где он прижился и встречался в уловах вместе с сямозерским многотычинковым сигом. В 1990-х гг. водоём подвергся значительному эвтрофированию, что привело к заилению нерестилищ сиговых рыб и практически к их уничтожению. В последние годы многотычинковый сиг в Сямозере имеет низкую численность, чудской сиг не встречается.

Карп (сазан) *Cyprinus carpio* L. населяет пресные и солоноватые воды бассейнов Чёрного, Азовского, Каспийского Средиземного, Северного и Балтийского морей. В Карелии в 1960–1970-е и 1990-е гг. карпа вселяли в малые Вешкельские озера, всего выпущено 620 тыс. личинок, 25 тыс. сеголеток и 137 тыс. годовиков. Карп в этих озёрах натурализовался, но встречается редко.

Угорь *Anguilla anguilla* (L.) в 1963 г. личинками выпускался в Святозеро (112 тыс. экз.), Лижемское (58 тыс. экз.) и Пелдожское (60 тыс. экз.) озёра. Из Святозера угорь по озёрно-речной системе проник в Сямозеро, где с 1975 по 1980 г. встречался в промысловых уловах. В настоящее время угорь в озёрах не обнаружен.

Таким образом, работы по интродукции ценных видов рыб из других регионов страны в большинстве случаев не привели к их натурализации в водоёмах Карелии. Горбуша - единственный вид, сформировавший сравнительно многочисленные популяции в реках Белого моря.

Непреднамеренная интродукция, саморасселение рыб и их случайный занос в водоёмах Карелии

Появление корюшки в 1968 г. в Сямозере можно рассматривать, как пример непреднамеренной интродукции. Существует две версии её проникновения в озеро. По мнению В.К.Осиповой (1972), икра корюшки могла быть занесена на промысловых орудиях лова из Онежского озера. Сямозерские рыбаки с 1965 по 1967 г. неводами проводили весенний лов нерестовой корюшки на Онежском озере. Возвратившись на Сямозеро и не просушив орудия лова, в которых могла быть икра корюшки (инкубационный период ее длится, в зависимости от температуры воды 15–28 сут.), они использовали их на данном водоёме. Согласно второй версии личинки ладожской корюшки могли оказаться в Сямозере в результате небрежности, допущенной рыболовами при транспортировке посадочного материала. Сравнение морфологических признаков корюшки Сямозера с корюшкой Онежского и Ладожского озер показало, что она ближе к корюшке Ладожского озера (Стерлигова, Егорова, 1975; Кудерский, 1976; Стерлигова, 1979). Для установления происхождения корюшки в Сямозере были проведены исследования генетической изменчивости методом ПЦР-ПДРФ мтДНК. Сравнение выборок корюшки Сямозера с возможными донорскими популяциями из Финского залива и Ладожского озера показало, что корюшка Сямозера обладает высоким уровнем разнообразия мтДНК и довольно существенно отличается от популяций проходной корюшки из Финского залива и жилой корюшки Ладожского озера (Гордеева и др., 2005).

Рыбоводные работы в Карелии в ряде случаев способствовали саморасселению рыб. Так в 1950-х гг. сотрудники Карельской производственно-акклиматизационной станции выпускали личинок корюшки в Сундозеро и икру корюшки в Сегозеро. Данный вид в водоемах вселения успешно натурализовался (рис. 6). В дальнейшем корюшка по озёрно-речной системе проникла из Сундозера в Пялозеро (Александрова, 1959), а из Сегозера по реке Сегежа в Выгозеро (Гуляева, 1967). И в настоящее время корюшка во всех водоемах является промысловым видом.

Сибирский чукучан *Catostomus catostomus* (Forst.) появился в Ладожском озере так же в результате рыбоводных работ, которые проводились в его бассейне (Первозванский, 1999), однако встречается крайне редко.

Головешка-ротан *Perccottus glenii* Dybowski был пойман в Онежском озере в 2001 г. Вероятный путь заноса ротана в водоем – выпуск его рыбаками или аквариумистами (Рыбы в заповедниках России, 2010).

Речная камбала *Platichthys flesus* (L.) была выловлена в 2000 г. в Онежском озере. Предполагаемый путь ее проникновения в водоём – завоз с балластными водами судов (Барышев, Первозванский, 2002).

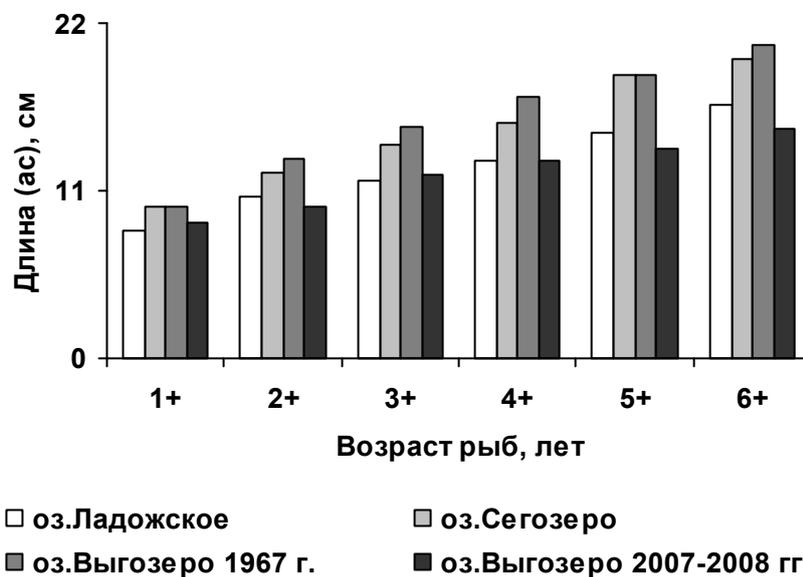


Рис. 6. Рост корюшки в изучаемых водоемах по годам

* *
 *

Анализ многолетней динамики рыбного населения пресноводных экосистем Карелии (1930-2010 гг.) свидетельствует, что изменения в видовом составе зависят как от естественных (главным образом климатических), так и антропогенных факторов. Максимальное видовое разнообразие в пресноводной ихтиофауне наблюдалось в 1960-1980 гг. в период активных рыбоводно-акклиматизационных мероприятий (рис. 7). В настоящее время рыбное население пресноводных водоемов представлено 47 видами (18 семейств, 40 родов, 12 отрядов) по числу видов доминируют водные экосистемы южной Карелии бассейна Балтийского моря (бас. Ладожского озера – 42 вида, Онежского – 39 видов). В водоемах средней и северной Карелии (бассейн Белого моря) встречается 28 видов.

Анализ инвазионных процессов показал, что формирование самовоспроизводящихся популяций отмечено у всех расселяемых местных видов рыб – ряпушки, судака, палии, корюшки, леща (за исключением хариуса). В то же время из видов, завезенных из других регионов, относительно многочисленные популяции в новых условиях сформировала лишь горбуша. Остальные виды встречаются единично (стерлядь, карп) или совсем не отмечены.

В Карелии результативными оказались 30% интродукций (6 из 20 вселенных видов), что объясняется тем, что в процесс интродукции были вовлечены виды, перемещаемые в пределах региона; именно они составили большую часть натурализовавшихся видов. Вселённые из отдалённых регионов виды, за исключением горбуши, такие, как стерлядь и карп в водоёмах вселения отмечаются редко. Таким образом, расселение аборигенных видов в условиях Карелии оказалось более эффективным.



Рис. 7. Динамика числа пресноводных круглоротых и рыб в водоёмах Карелии

Наряду с этим надо отметить, что в теплое время 2-3 тыс. лет до н.э. многие виды имели более северную границу своего ареала, чем теперь (атлантический осетр, стерлядь, берш и сом в Онеге и т.п.) (Лебедев, 1960). Со временем похолодание сдвинуло их ареалы южнее, вследствие чего они выпали из состава местной ихтиофауны, но в принципе условия для их обитания оказываются пригодными и в настоящее время. Об этом свидетельствует и продвижение на север судака, жереха, красноперки, белоглазки и леща (Новоселов, 2000).

Анализ выполненных рыбоводных работ также показал, что с экономической точки зрения многие промысловые виды в условиях Карелии могут давать высокую рыбопродукцию, если контролировать искусственно их воспроизводство (пелядь, форель и др.).

Глава 4. Динамика рыбного населения пресноводных экосистем Карелии в условиях антропогенной трансформации

Проблема сохранения биологических ресурсов в пресноводных экосистемах России тесно связана с проблемой сохранения естественной динамики их

структурно-функциональной организации. Известно, что деградация биотопов и экосистем в современный период непосредственно связана с различными формами антропогенного влияния (Решетников и др., 1982; Алимов и др., 2005). В этой связи актуальными являются исследования состояния озерных экосистем Карелии, испытывающих различный характер и степень антропогенной нагрузки. Интенсивная хозяйственная деятельность человека, как правило, приводит к значительным изменениям пресноводных экосистем. Так, эвтрофирование в 1980-х гг. охватило практически все водоемы Европы, однако эффект от его воздействия был разным. Для анализа изменений в структуре рыбного населения Карелии были выбраны озера, где более заметно проявилось влияние отдельно взятого фактора и на которых проводился ихтиологический мониторинг: Сямозеро (эвтрофирование), Выгозеро (промысел), Вашозеро (интродукция новых видов рыб) и Костомукшское водохранилище (промышленное загрязнение).

Сямозеро – водоем южной Карелии (61°55′ с.ш. и 33°11′ в.д.), среди множества водоемов на Онежско-Ладожском перешейке имеет важное значение по общему водному фонду и рыбохозяйственной ценности. Площадь водной поверхности озера – около 260 км². Наибольшая длина – 24,6 км, ширина – 15,1 км. Максимальная глубина озера – 24,5 м, средняя – около 6 м (Григорьев, Грицевская, 1959; Литинский, 1962, 1963). Сямозеро обладает обширной литоральной зоной. (Фрейндлинг, 1959). Показатель условного водообмена озера составляет 0,24, т.е. водные массы замещаются один раз в четыре года. В работе приводится подробная гидробиологическая характеристика Сямозера и основные изменения в структуре сообщества в целом и в структуре рыбного населения, связанные с процессами эвтрофирования.

Эвтрофирование озера продолжалось до 1988 г. В это время биомасса зоопланктона увеличилась в 4 раза (с 0,39 до 1,55 г/м³), а его продукция в 7 раз (с 4,14 до 37 г/м³). Общая продукция ихтиомассы возросла до 65 кг/га при вылове 8,5 кг/га. В 1990-е годы в связи с окончанием процессов резкого эвтрофирования, с падением продукции фито- и зоопланктона (27 г/м³) произошло снижение продукции всех видов рыб (49 кг/га) и как следствие падение уловов до 5 кг/га. В Сямозере процесс эвтрофирования закончился к началу 1990-х гг и стал намечаться некоторый возврат к лучшему (снизилось содержание в воде азота и фосфора, прекратилось цветение воды, улучшился кислородный режим водоема) (Решетников, 2004).

Мы подключились к исследованиям на Сямозере с 1990 г. До 1962 г. ихтиофауна озера была представлена 21 видом рыб (Смирнов, 1939; Вебер и др.,

1962), в дальнейшем она пополнилась еще тремя видами – корюшкой, пелядью и угрем, которые появились в результате рыбоводных работ (пелядь и угорь) или интродукции (корюшка). В настоящее время в озере насчитывается 19 видов, принадлежащих к 11 семействам (Титова, Стерлигова, 1977; Стерлигова и др., 2002). Постоянными обитателями водоема являются: сиг, ряпушка, корюшка, щука, плотва, лещ, елец, язь, уклейка, густера, синец, голец, щиповка, налим, судак, окунь, ерш, подкаменщик.

Имеющиеся оценки, основанные на данных статистики промысла, свидетельствуют о значительных колебаниях рыбопродуктивности Сямозера. Общая ихтиомасса всех видов рыб в 1950-е годы оценивалась величиной 1800 т, или 67 кг/га. В 70-е годы – 3000 т, или 113 кг/га. Реальная продукция (вылов) в 40-50-е годы составляла 13-14 кг/га, в 80-90-е годы – 19-21 кг/га (Стерлигова и др., 2002). В настоящее время близка к данным 1940 гг.

В Сямозере корюшка с момента появления, пережила несколько этапов своего становления (рис. 8). В период с 1968 по 1977 гг. происходило наращивание численности ее популяции. В 1980 г. была отмечена максимальная численность корюшки и ее вылов достиг 185 т, что равно годовому улову всей рыбы на озере в 1960-1970 гг. Столь быстрый рост корюшки связан с “эффектом акклиматизации”, когда численность нового вида в водоёме резко увеличивается в первые годы после вселения (Решетников и др., 1982). Этому способствовали благоприятные условия откорма и весенний нерест корюшки, который спасал ее от дефицита кислорода зимой. Начиная с 1981 по 1995 гг. - происходит значительное снижение ее численности и падение уловов до 50 т. Вероятно, это было связано с заражением корюшки паразитом р. *Glugea*. В 1979 г. была обнаружена первая зараженная особь корюшки, в 1981 году зарегистрировано уже 100% ее заражение (Иешко, Малахова, 1982). В период с 1995 г. по 2001 г. - уловы корюшки стабилизировались на уровне 20 т в год, заражённость ее снизилась.

Увеличение вылова корюшки в Сямозере шло на фоне падения уловов сиговых рыб (105-0,015 т). Начиная с 2002 г. по 2010 г. уловы корюшки уменьшились до 2 т в год, уловы ряпушки увеличились до 40 т. В последние годы на водосборе Сямозера были прекращены мелиоративные и сельскохозяйственные работы. Значительно уменьшилось поступление биогенов в озеро, что привело к улучшению состояния всей экосистемы и положительно отразилось на условиях воспроизводства сиговых рыб. Ряпушка, имеющая более короткий жизненный цикл и раннее созревание (на 1-2 году жизни), быстрее начала восстанавливать утраченную численность. Популяция сига с более длинным жизненным циклом и

поздним созреванием (на 4-5 году жизни) все еще находится в угнетенном состоянии.

Анализируя данные по темпу роста корюшки Сямозера, можно сделать вывод, что ее рост также претерпел существенные изменения. С 1970 по 1980 гг. наблюдался равномерный рост во всех возрастных группах. Длина годовиков в среднем составляла 8,0 см, масса 3,5 г, двухгодовиков 11,0 см и 9,0 г, трехгодовиков 13,0 см и 13,0 г. Половой зрелости корюшка Сямозера достигает в возрасте двух полных лет. Начиная с 1981 г и по 1991 г. в период 100% ее зараженности паразитом биологические показатели значительно изменились. Наблюдается уменьшение линейно-весового роста, как у молоди корюшки, так и у взрослых особей, несмотря на благоприятные кормовые условия. В связи с уменьшением размера и веса снизились абсолютная и относительная плодовитости. В настоящее время, при снижении зараженности корюшки, ее биологические показатели близки к данным 1970-х годов.

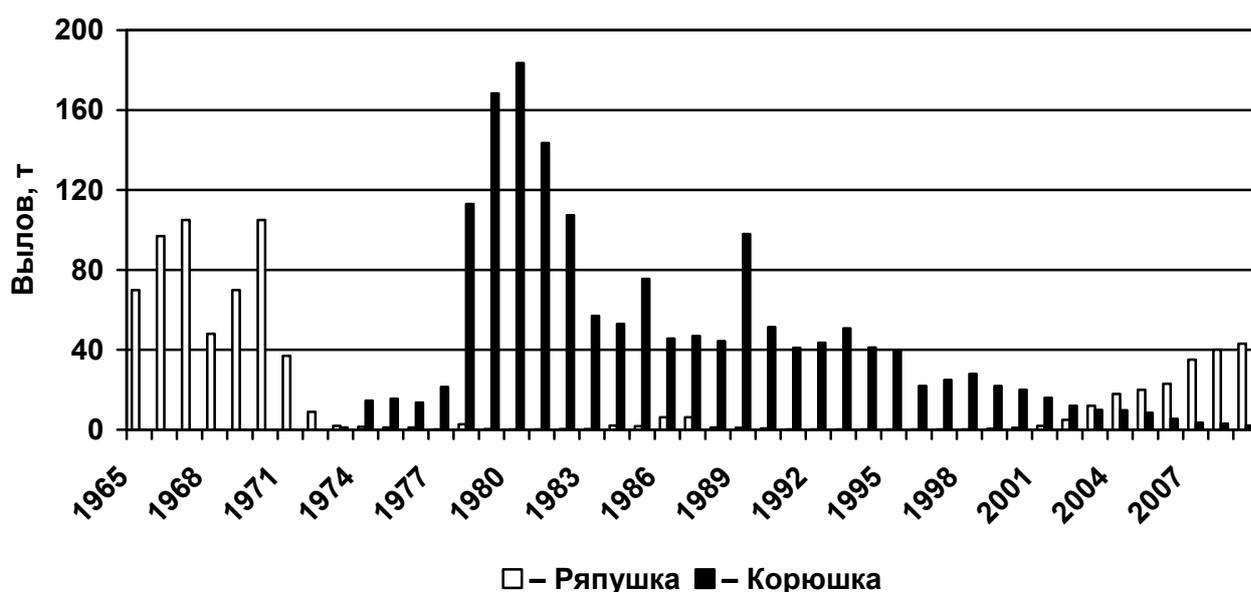


Рис. 8. Динамика уловов ряпушки и корюшки в оз.Сямозере

Известно, что вселение нового вида приводит к перестройкам пищевых цепей. В питании хищных рыб Сямозера в период с 1935 по 1970 гг. по массе доминировала ряпушка, с 1973 по 2000 гг. – корюшка и, начиная с 2003 по настоящее время, как и раньше, преобладает ряпушка (Балагурова, 1963; Попова, 1982; Стерлигова и др., 2002). С вселением корюшки основной поток веществ и энергии пошел по планктонному пути с заменой ряпушки на корюшку (Стерлигова, 1979; Решетников и др., 1982; Стерлигова и др., 2002). В настоящее время поток веществ и энергии в

водоеме продолжает идти по планктонному пути, но теперь корюшка заменяется в нем на ряпушку.

Наблюдаемые изменения экосистемы Сямозера связаны, прежде всего, с процессами эвтрофирования, которыми обусловлено многократное повышение первичной продукции, общей продукции сообщества и ряда других характеристик. Можно предположить, что развитие процессов эвтрофирования сделало возможным успешную акклиматизацию нового для водоема вида рыб. В результате эвтрофирования в экосистеме возникли дополнительные биологические ресурсы, наличие которых оказалось необходимым и достаточным условием для проникновения вселенца.

Анализ результатов показывает, что основным фактором развития инвазивного процесса, является наличие ресурсов не утилизируемых аборигенными видами. Наивысшие шансы имеют виды-инвайдеры, спектр питания которых включает в себя организмы тех трофических групп, которые вносят наиболее значимый вклад в формирование доступной для потребления инвайдером продукции. В условиях пространственно-временной неоднородности среды обитания важную роль приобретает также фактор времени, определяющий конкретный момент вселения нового вида в экосистему (Криксунов и др., 2010).

Таким образом, выполненные исследования показали, что эвтрофирование водоема и появление нового вида - корюшки привело к перестройке пищевых цепей, изменению общих продукционных возможностей озера. Подтверждается мнение многих исследователей, что вселение новых видов природные экосистемы представляет собой существенную угрозу для аборигенных сообществ.

Выгозеро – крупный рыбопромысловый водоем средней Карелии, относится к бассейну Белого моря. С 1933 г. озеро превращено в водохранилище в связи с включением его в транспортную систему Беломорско-Балтийского канала. Площадь водоема составляет 1285 км². Наибольшая длина 89, 2 км, ширина 23,5 км. Водоем неглубокий, максимальная глубина – 28 м, средняя – 6,2 м (Александров и др., 1959). Выгозеро относится к мезотрофному типу водоемов, некоторые заливы загрязнены и близки к эвтрофному типу.

Рыбное население представлено 14 видами (8 семейств): лещ, ряпушка, окунь, щука, налим, плотва, лосось, сиг, ёрш, налим, судак, корюшка, уклейка, подкаменщик. Для улучшения качественного состава ихтиофауны Выгозера в период с 1948 по 1954 гг. сотрудниками Карельской производственной акклиматизационной станции (КПАС) было вселено 3500 экз. разновозрастного судака из Онежского озера (Кудерский, 1967). Судак после интродукции заселил

районы с песчаными и каменистыми грунтами. В настоящее время судак населяет почти все участки водоема, кроме районов расположения стоков Сегежского целлюлозно-бумажного комбината. По опросным данным судак по реке Нижний Выг встречается вплоть до Белого моря.

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что биологические показатели судака определяются гидрологическим, гидрохимическим и гидробиологическим режимами водоёма-донора и водоёма-реципиента. Линейно-весовые показатели судака несколько выше у рыб Онежского озера. Судак Выгозера половозрелым становится в возрасте 8–9 лет, а в Онежском озере в возрасте 7–8 лет. Средняя абсолютная плодовитость судака Онежского озера составляет 440 тыс. икринок (130–730 тыс. икринок), Выгозера - 300 тыс. икринок (90 до 860 тыс. икринок).

Выявленные отличия в биологических показателях судака связаны с условиями обитания в разнотипных водоемах. Следует отметить, что судак предпочитает чистые водоемы (Кудерский, 1967), в то время как гумусовые и кислые воды Выгозера не совсем подходят для данного вида. В первые годы вселения у судака Выгозера наблюдалась вспышка численности, после которой стал ощущаться недостаток кормовых объектов, судак перешел на потребление собственной молоди.

Данные промысловой статистики отражают динамику численности интродуцента в новых условиях обитания (рис. 9). В начале 1960-х гг. уловы судака в Выгозере не превышали 2 тонн (4,5% от общего вылова). В 1970-80 гг. добыча судака в среднем составляла 20-30 тонн в год. Наибольший его улов отмечен в 1988-1989 гг. – 50 т (21%). Для сравнения, в Онежском озере за длительный период промысла доля судака в общем вылове рыбы составляла максимально – 6% (в среднем 2-3%). Быстрый рост численности судака в Выгозере связан с «эффектом акклиматизации».

Обычно устойчивая промысловая и фенотипически единая популяция судака в северных водоемах формируется за 15-20 лет (Петрова, 1991). Начиная с 1990 по 2000 гг. уловы всех видов рыб в целом по Выгозеру сократились, и по данным официальной статистики вылов судака составлял, в среднем чуть более 1.0 т (12%). Причина снижения промышленного лова судака в этот период заключалась в нестабильной экономической ситуации в стране, и как следствие в росте браконьерства, уловы которого практически не учитывались. В настоящее время уловы судака в водоеме стабилизировались и составляют около 10 т в год. В целом современный промысел на Выгозере ориентирован главным образом на добычу

ценных видов рыб, в то время как запасы других промысловых видов эксплуатируются недостаточно интенсивно.

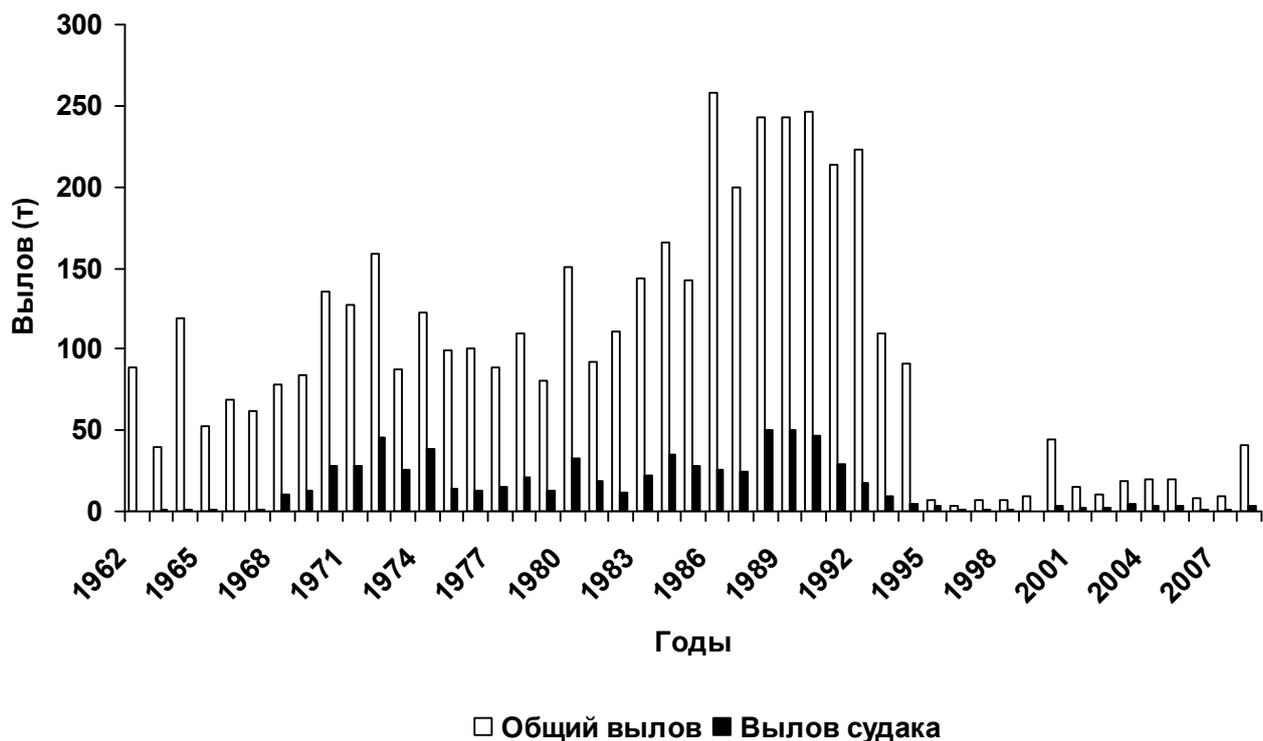


Рис. 9. Данные по вылову рыбы на оз.Выгозеро

Вашозеро – водоем мезотрофного типа, расположен в южной части Карелии (62°10' с.ш., 34°27' в.д., бассейн Онежского озера). На озере не ведутся регулярные гидробиологические и ихтиологические исследования, однако в последние годы интерес к данному водоему вырос в связи с использованием его в качестве рыбохозяйственного объекта (Ильмаст, Стерлигова, 2006).

В 1933-1935 гг. с целью увеличения промысловой продуктивности водоема, в Вашозеро было выпущено 1290 тыс. личинок сунского сига, 370 тыс. личинок онежской ряпушки и 940 тыс. личинок ладожского рипуса. В настоящее время рипус и сиг в водоеме не обнаружены, в озере обитает всего 5 видов рыб; наиболее многочисленными являются ряпушка, окунь и ерш. Численность щуки невысока, налим в озере встречается редко (отмечен лишь в питании щуки).

Сунский сиг, вселенный в Вашозеро, впервые отмечен в уловах в 1937 г.; в 1955 г. было выловлено около 1,0-1,5 тыс. экз. средней массой 400 г. В Онежском озере он нагуливался в самом озере, а для размножения заходил в р. Суну, где нерестился на местах с быстрым течением; в Вашозере стал размножаться в озере, превратившись в озерного сига. Длина сига в Вашозере в возрасте 3+ достигала 30 см, масса 300 г, в возрасте 4+ соответственно 34 см и 480 г. В Вашозере сунский сиг рос медленнее, чем в Онежском озере (Новиков, 1959). По данным рыбаков, сиг

ловился сетями до 1970 г. В настоящее время сиг в водоеме нами не обнаружен. По всей видимости, основной причиной исчезновения данного вида в водоеме явился перелов сига. Вселенный в Вашозеро ладожский рипус единично встречался в уловах в 1943-1947 гг., однако в настоящее время в водоеме нами не отмечен.

В Вашозере положительный результат получен только при интродукции ряпушки из Онежского озера (выпуск 1933-1934 гг.). В 1937 г. было выловлено около 1,5 т ряпушки; к 1955 г. ее уловы увеличились до 10 т. В настоящее время рыбаки-любители вылавливают около 5-6 т её ежегодно.

Вселенная мелкая форма ряпушки Онежского озера в условиях Вашозера приобрела пластические признаки и темп роста, характерные для крупных форм ряпушки озер Карелии. Средняя длина ряпушки в 1958 г. составляла 16 см, масса 60 г против 12 см и 10-15 г у исходной формы. Увеличению численности и темпа роста ряпушки способствовали хорошие условия откорма (биомасса зоопланктона более $2,0 \text{ г/м}^3$) и благоприятные условия для размножения.

В настоящее время в Вашозере ряпушка превосходит как по темпу линейного и весового роста, так и по плодовитости мелкую форму ряпушки Онежского озера. Однако по сравнению с 1950-ми годами в водоеме вселения наблюдается снижение этих показателей.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в условиях Вашозера положительный результат получен только при интродукции европейской ряпушки, которая натурализовалась и достигла промысловой численности в новом для нее водоеме. С вселением ряпушки изменилась структура трофических связей в водоеме. Если раньше в озере преобладал бентосный поток веществ и энергии: бентос → рыбы-бентофаги → хищные рыбы, то с появлением облигатного планктофага усилился планктонный путь: планктон → ряпушка → хищные рыбы.

Для оценки места рыб в экосистеме Вашозера и их роли в процессе трансформации образующегося в водоеме биологического вещества было проведено исследование сообщества с помощью модели «Экопас» (Polovina, Ow, 1983; Christensen, Pauly, 1992; Walters et al., 1997).

В модели экосистемы Вашозера рыбы представлены четырьмя основными видами (окунь, ёрш, ряпушка, щука). С точки зрения ихтиологического анализа наибольший интерес представляет сопоставление оценок, характеризующих состояние рыбного населения, в частности, оценок биомасс отдельных видов рыб (рис. 10).

Анализ данных показал, что наибольшая биомасса приходится на ряпушку (7,45 кг/га). Далее в порядке уменьшения биомассы следуют окунь (6,42), ёрш (6,21)

и щука (0,74). Общая биомасса рыб Вашозера составила 26 кг/га. Оценка общей численности популяций рыб составила для ряпушки – 127911 особей, для окуня – 76513 особей, для ерша – 156795 особей, и для щуки – 2114 особей.

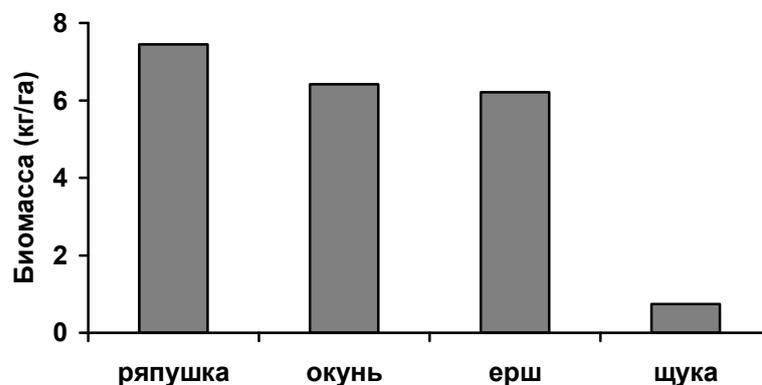


Рис. 10. Соотношение биомасс основных видов рыб оз. Вашозера

Помимо продукционных показателей модель позволяет оценивать различные компоненты смертности рыб. Одним из каналов утилизации продукции является хищничество. Оценки соответствующих компонент убыли показали, что наибольший пресс со стороны промысла испытывает ряпушка ($1,2 \text{ год}^{-1}$). Величина промысловой смертности остальных рыб ($0,32-0,4 \text{ год}^{-1}$) сопоставима со смертностью от хищничества. Исследование модели показывает, что основной вклад в общую годовую смертность рыб от хищничества оказывает окунь, его доля составляет 25,5%. Смертность от хищничества со стороны щуки невелика (8,6%).

Наглядные представления об изменениях в структуре взаимоотношений рыб Вашозера даёт использование показателя, характеризующего перекрытие пищевых спектров, рассчитываемого по формуле Пианки (Pianka, 1973). Анализ индексов перекрытия пищевых ниш для основных видов рыб Вашозера свидетельствует, что пищевая ниша окуня сильно перекрывается с ершом ($O_{jk} = 0,87$) и незначительно с ряпушкой ($O_{jk} = 0,05$). Незначительно перекрытие пищевых ниш наблюдается у ряпушки с ершом и у щуки с окунем.

Результаты исследования показали, что распределение групп рыб по величине общего потребления слабо зависит от положения группы в трофической цепи водоёма. В целом, количество потребляемых рыбами ресурсов составило 51 кг/га. Наибольшее значение величины общего потребления среди рыб приходится на ряпушку. Далее в порядке убывания идут ёрш, окунь и щука.

Анализ интегральных характеристик состояния сообщества показал, что отношение первичной продукции к дыханию (величина, характеризующая состояние

сбалансированности сообщества в целом) составило для Вашозера 1.25, то есть система близка к равновесному состоянию. Таким образом, продукция основных ресурсных групп гидробионтов оказалась в значительной мере использованной потребителями. Это обстоятельство заставляет с большой осторожностью относиться к рыбоводству, акклиматизации и другим видам рыбохозяйственной деятельности, при которых возможно проникновение в водоём чужеродных видов.

Озеро Костомукшское (30°50′ с.ш. и 64°40′ в.д.) – верхний водоем системы реки Кенти (водосбор реки Кеми). В связи с разработкой Костомукшского железорудного месторождения озеро преобразовано в технологический водоем горно-обогатительного комбината (хвостохранилище). В результате строительства плотины существенно изменились гидрологические показатели водоема. Площадь озера увеличилась с 5,18 км² (1978 г.) до 34,2 км² (1991 г.) и объем воды с 0,017 км³ до 0,430 км³. Площадь водосбора озера уменьшилась со 142 км² до 68,4 км². По существующей на комбинате технологии водоем служит для захоронения отходов в виде взвесей (хвостов обогащения) и оборотного водоснабжения. До строительства комбината воды озера относились к маломинерализованным, общая минерализация в 1978 г. составляла в среднем 25 мг/л. В настоящее время (2010 г.) общая минерализация воды достигла 600 мг/л. Большие концентрации щелочных металлов, а так же гидрокарбонатов в воде определили сдвиг рН в щелочную область. Подобные условия представляют собой геохимический барьер для миграции большинства тяжелых металлов. Поэтому концентрации этих элементов в водоеме не велики (Пальшин и др., 1994; Современное состояние..., 1998; Лозовик и др., 2001).

Анализ гидробиологических данных (2009-2011 гг.) показал, что водоем отличается бедностью видового состава и крайне низкими количественными показателями развития планктона и бентоса. Фитопланктон водохранилища в период исследований был представлен главным образом диатомовыми водорослями, уровень численности которых в центральном районе не превышал 50 тыс.кл/л при биомассе 0,05 г/м³. Зоопланктон представлен обычными северными эвритопными видами, основу биомассы (более 80%) создавали ветвистоусые ракообразные, главным образом виды рр. *Daphnia* и *Bosmina*. Средняя биомасса зоопланктона составляла 0,43 г/м³, численность 1,26 тыс.экз./м³. Макрозообентос водохранилища так же беден в систематическом плане и отличается низкими количественными показателями. Основу биомассы донной фауны водоема составляли олигохеты и хирономиды. Средняя биомасса макрозообентоса – 0,2 г/м², численность – 255

экз./м². Таким образом, по количественным показателям планктона и бентоса оз.Костомукшское можно отнести к олиготрофному типу водоемов.

Рыбное население озера Костомукшского до создания водохранилища не исследовалось. Проведенные исследования 2009-2011 гг. показали, что в озере обитает 5 видов рыб: плотва, щука, сиг, уклейка и налим. Наиболее многочисленными являются плотва, щука, сиг. В озере отсутствуют окуневые виды (окунь, ерш) – типичные представители низележащих озер системы р. Кенти. Для сравнения отметим, что ихтиофауна соседних озер представлена 12-16 видами рыб.

Плотва – самый многочисленный вид в озере, обитает главным образом в прибрежной части. В уловах преобладали особи четырех-шести лет (более 70%), доля рыб старше 8 лет – менее 5%. Максимальный возраст выловленной плотвы составил 12 лет. Плотва водохранилища отличается медленным темпом роста и уступает в росте рыбам из других водоемов исследуемого региона. Медленный темп роста плотвы можно объяснить как ограниченностью кормовых ресурсов, так и воздействием токсических веществ в водоеме.

Сиг в Костомукшском водохранилище представлен среднетычинковой формой с числом жаберных тычинок от 28 до 40 (мода 34). Возрастной состав уловов включал особей от 1 до 13 лет. Половое созревание сига в условиях водохранилища наступает на четвертом году жизни при достижении длины (ас) 19-20 см и массы 60-100 г. Сравнение роста среднетычинковой формы сига озер Кимас, Нюк (Первозванский, 1986) и Костомукшского водохранилища не выявило существенных отличий в линейно-весовых показателях (рис. 11). Питание сига водохранилища было представлено главным образом бентосными организмами. По биомассе преобладали личинки и куколки хирономид, доля других организмов мала (поденки, воздушные насекомые, планктон). Планктон был представлен главным образом ветвистоусыми рачками. Индекс наполнения желудков рыб составлял 6–102⁰/₀₀₀ в среднем 39⁰/₀₀₀).

Щука – многочисленный вид в водоеме. В уловах преобладали особи семи возрастных групп, максимальный возраст выловленной щуки составил 16 лет. Длина рыб (ад) варьировала от 29 до 74 см, масса от 238 до 3300 г. Рост хищных рыб сильно изменчив, поэтому особи одного возраста часто различаются по длине и массе. Темп роста щуки хвостохранилища невысокий. Половая зрелость у щуки наступает в 4 – 5 лет. Самцы единично созревают в возрасте 2+, самки 3+.

Анализ результатов показал, что техногенное загрязнение водоема (главным образом минеральное) привело к упрощению структуры водных сообществ, а именно к снижению видового разнообразия, исчезновению стенобионтных видов как в составе

планктона и бентоса, так и в рыбном населении. Бедность видового состава и низкие количественные показатели сообщества свидетельствуют о его угнетенном состоянии. Вместе с тем, факт выживания и размножения рыб в техногенном водоеме, свидетельствует об их высоком адаптивном потенциале в крайне неблагоприятных условиях обитания.

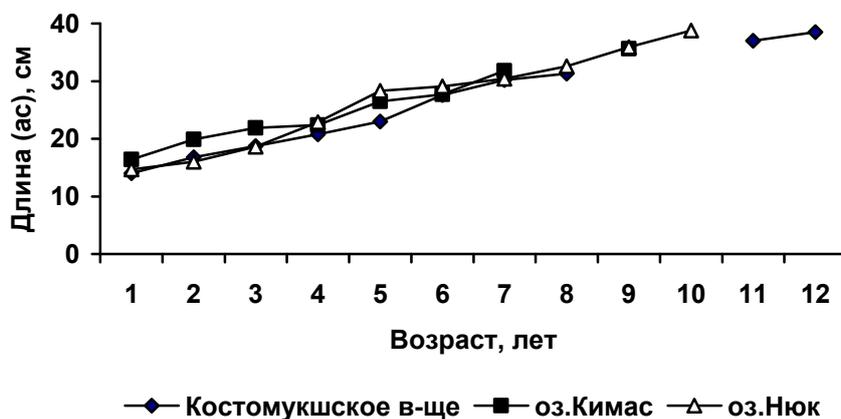


Рис. 11. Линейный рост среднетычинкового сига в водоемах исследуемого региона

* *
*

Таким образом, исследования состояния модельных озерных экосистем свидетельствуют, что интенсивная хозяйственная деятельность в современный период приводит к существенным изменениям в рыбной части сообщества. Так, эвтрофирование Сямозера и появление нового вида (корюшки) привело к перестройке пищевых цепей, изменению общих продукционных возможностей озера. В результате эвтрофирования в экосистеме появились дополнительные кормовые ресурсы, наличие которых оказалось необходимым и достаточным условием для закрепления вселенца. Анализ рыбопромысловой статистики показывает, что современный промысел на внутренних водоемах региона ориентирован главным образом на добычу ценных видов рыб, запасы малоценных весеннерестующих видов (карповые, окуневые) недоиспользуются. Акклиматизационные работы на Вашозере привели к появлению в водоеме нового ценного промыслового вида рыб. Вместе с тем анализ состояния сообщества водоема показал, что продукция основных кормовых групп гидробионтов оказалась в значительной мере исчерпана. Это обстоятельство заставляет с осторожностью относиться к рыбоводству, акклиматизации и другим видам деятельности, чреватым проникновением в водоём новых активных видов, конкурирующих в питании с

аборигенными видами. Интенсивное техногенное воздействие горно-обогатительного производства (преимущественно минерального загрязнения) на экосистему Костомукшского водохранилища привело к упрощению структуры рыбного населения. Недостаток кормовых ресурсов в водоеме и воздействие токсических веществ отразилось на биологических показателях массовых видов рыб.

Глава 5. Влияние товарного рыбоводства на пресноводные экосистемы Карелии (на примере Онежского озера)

Сокращение запасов и резкое падение промысла ценных видов рыб привели к усилению работ по разработке методов культивирования различных водных организмов. Одним из таких способов является садковое рыбоводство. В Карелии промышленное выращивание радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum) началось в 1980-е годы, и к настоящему времени объемы производства форели превысили 12000 т/год (рис. 12).

Для сравнения, в соседней Финляндии в 1990-1992 гг. ежегодно выращивалось около 11000 т форели, в 1995-2000 гг. - около 20000 т, в настоящее время - чуть больше 12000 т форели. При этом около 80% производства форели сосредоточено в водах Балтийского моря (Makinen, 1995; Gronroos et al., 2006). В Мурманской, Архангельской и Ленинградской областях России в садках выращивают около 2000 т форели (Нестеров; 1994; Зеленков и др., 2002; Кулида, 2003; Воробьева и др., 2004; Альтов, Воробьева, 2006; Призенко, 2006 и др.). Таким образом, Карелия является лидером в России по выращиванию радужной форели в садках на внутренних водоемах. Успешному развитию этого направления способствуют обилие водных ресурсов и благоприятные климатические условия региона.

В 2010 г. на территории Карелии функционировали 48 фермерских хозяйств, расположенных главным образом на внутренних водоемах (Государственный доклад..., 2011). В связи с тем, что форелевые садковые хозяйства организуются на пресных водоемах, необходимо тщательно определять их производственные мощности, оценить степень воздействия на водоем и соблюдать все требования к охране самих водных объектов.

Известно, что по силе загрязнения постройка каждой фермы равносильна вводу в действие маленькой фабрики или завода, так как в озера в значительных количествах поступают корм, продукты метаболизма, лекарственные препараты, поэтому значительное увеличение промышленного разведения форели в северном регионе ведет к новому и быстрому эвтрофированию и загрязнению водоемов.

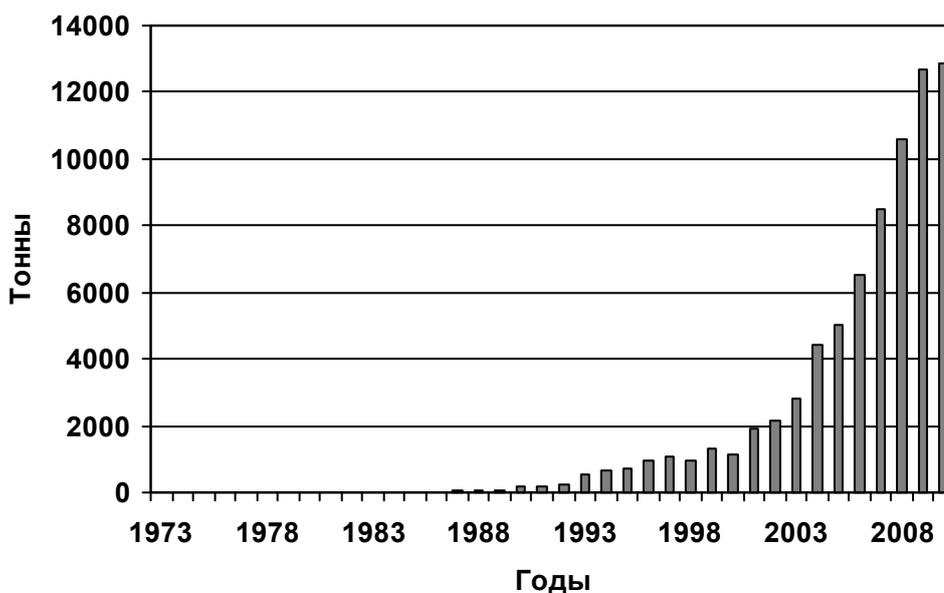


Рис. 12. Объемы выращенной в садках товарной форели в Карелии (т)

Исследование влияния форелевого хозяйства на водные экосистемы проведено на Онежском озере. Работа выполнялась в 2005-2008 гг. в губах Уницкая, Святуха и Кефтенъ в районе расположения садковых форелевых хозяйств, проектная мощность которых составляет, соответственно 600, 400 и 300 т форели в год.

Онежское озеро является самым крупным пресноводным водоемом Карелии (площадь зеркала 9693 км²). В последние годы озеро широко используется для промышленного выращивания радужной форели в садках, где в настоящее время уже функционирует 14 форелевых хозяйств и проектируется еще 3. Общий объем товарной форели по озеру составил в 2008 г. – 5300 т (50% от всей выращиваемой форели в Карелии). По гидрологическим показателям исследуемые губы пригодны для товарного форелеводства (табл. 3). В настоящее время в них выращивается 1200 т радужной форели в год.

Результаты гидрохимического анализа воды в этих губах показали, что содержание общего фосфора и азота характерно для олиготрофных и мезотрофных водоемов. Вместе с тем, в районе садковых хозяйств незначительно возрастает концентрация фосфора и общего азота (в 1,5-2,0 раза) и резко увеличивается концентрация взвешенного вещества (в 2-10 раз). В целом, вода в трех губах Онежского озера отвечает всем требованиям к ее качеству для выращивания товарной форели.

Основные гидрологические показатели заливов Онежского озера
(Биоресурсы..., 2008)

Показатели	Губа Уницкая	Губа Святуха	Губа Кефть
Площадь водной поверхности, км ²	166,0	36,4	8,5
Наибольшая длина, км	50,0	35,0	15,0
Наибольшая ширина, км	5,5	2,0	1,0
Средняя глубина, м	11,0	3,0	3,0
Максимальная глубина, м	33,0	15,0	25,0
Прозрачность, м	4,0	2,5	2,5
Удельный водосбор	1,67	7,7	31,2
Показатель условного водообмена	0,05	0,80	3,3

Анализ материалов по фитопланктону исследуемых заливов выявил различия в видовом составе и количественных показателях. В течение всего периода исследований в губах доминировали диатомовые водоросли. Средняя биомасса фитопланктона в Уницкой губе составляла 1,20 г/м³, что соответствует - бета-олиготрофному статусу; в губе Святуха - 2,50 г/м³, в Кефть губе – 2,85 г/м³, что характерно для бета-мезотрофного статуса (Стерлигова и др., 2010).

Анализ зоопланктона показал, что основу его биомассы на трех исследованных участках создают ветвистоусые ракообразные. В целом, по уровню количественного развития зоопланктона, Уницкую губу можно охарактеризовать как β-олиготрофный участок Онежского озера со средним индексом сапробности 1.58; губы Святуха и Кефть как α-мезотрофные с индексами сапробности 1.72 и 1.83 соответственно (Стерлигова и др., 2009; Кучко и др., 2010).

Общая биомасса макрозообентоса в районе постановки садков в Уницкой губе составила 0,5 г/м², что по шкале трофности соответствует α-олиготрофным водным экосистемам. Губу Святуха при биомассе бентоса 2,6 г/м² следует характеризовать как β-олиготрофную с чертами α-мезотрофии. Кефть губа с биомассой 5,17 г/м² и по преобладанию среди хирономид представителей п/с Chironominae приобретает черты водоема с β-мезотрофным статусом.

Ихтиофауна Онежского озера в настоящее время насчитывает 36 видов рыб, относящихся к 15 семействам. В Уницкой губе отмечено 16 видов, в губе Святуха – 7, в Кефть губе – 8. По численности и биомассе в районе садковых комплексов доминировали карповые рыбы, главным образом плотва. Следует отметить, что поступающие биогенные элементы от форелевых хозяйств усиливают процессы эвтрофирования губ, что отрицательно влияет на воспроизводство обитающих в заливах сиговых видов (сиг, ряпушка).

Как показали исследования последних лет, лимитирующими факторами являются азот и фосфор. В связи с этим сделаны расчеты количества фосфора и азота, поступающие в исследованные водные объекты с форелевых комплексов. В настоящее время при использовании качественных кормов суммарная нагрузка по фосфору и азоту в Уницкой губе не достигает допустимых величин, в губе Святуха приближается к ним, а в губе Кефть их превышает (табл. 4).

Таким образом, качество воды в исследуемых губах Онежского озера отвечает всем требованиям к ее составу для выращивания товарной форели. Полученные данные позволили определить оптимальные объемы выращивания товарной форели: в Уницкой губе - 600 т, в губе Святуха - 250–300 т и Кефть губе – 200 т.

Таблица 4

Объем выращивания форели, биогенная нагрузка от форелевого хозяйства, природная, допустимая и опасная для разных губ Онежского озера

Показатели	Губа Уницкая	Губа Святуха	Губа Кефть
Объем выращивания форели, т/год	600	400	300
Биогенная нагрузка от форелевой фермы, г/м ² год			
Фосфор	0,03	0,09	0,283
Азот	0,28	0,98	2,231
Биогенная нагрузка естественная, г/м ² год			
Фосфор	0,06	0,07	0,312
Азот	2,01	2,31	9,360
Биогенная нагрузка суммарная, г/м ² год			
Фосфор	0,10	0,16	0,595
Азот	2,29	3,30	11,591
Биогенная нагрузка допустимая, г/м ² год			
Фосфор	0,10	0,06	0,06
Азот	1,5	0,90	0,90
Биогенная нагрузка опасная свыше, г/м ² год			
Фосфор	0,20	0,09	0,09
Азот	3,0	1,8	1,8
Удельный вес (%) азота и фосфора форелевой фермы от суммарной нагрузки			
Фосфор	30	56	48
Азот	12	29	19
Предлагаемые объемы выращивания	600	250-300	200

Функционирование форелевого производства создает в водоеме зоны повышенной продуктивности. Поступление биогенов приводит к активному развитию планктонного комплекса, создаются благоприятные условия для нагула местных видов рыб, а в структуре рыбного населения начинают доминировать карповые виды рыб. Поэтому нами впервые была проведена оценка влияния

водоемах в районах форелевых комплексов по ряду базовых гидрохимических параметров среды, а также по количеству и качеству используемых кормов.

Одним из возможных направлений дальнейшего развития аквакультуры в Карелии может стать морское рыбоводство. Известно, что форель лучше растет в морских условиях, поэтому форелевое производство может быть частично переориентировано на Белое море. Фактором, ограничивающим его развитие в Белом море, является неблагоприятный температурный режим водоема. Таким образом, в настоящий период целесообразна разработка технологий подогрева воды в районах форелевых ферм.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Таксономическая ревизия видового состава пресноводной ихтиофауны Карелии за последние 80 лет свидетельствует, что она пополнилась 4 новыми видами за счет проведенных рыбоводно-акклиматизационных работ и саморасселения видов рыб; в настоящее время ихтиофауна Карелии включает 47 видов, относящихся к 12 отрядам, 18 семействам и 40 родам.

2. Успешное формирование устойчивых популяций вселенцев происходит главным образом за счет видов местной фауны (ряпушка, судак, паляя, корюшка, лещ). Среди 13 видов (представителей иных фаун) относительно многочисленные популяции сформировала лишь горбуша. В Карелии результативными оказались 30% интродукций (6 из 20 вселенных видов). Наиболее перспективным промысловым видом для возможных акклиматизаций следует рассматривать судака.

3. Успешность вселения новых видов определяется сходством экологических условий водоема-донора и водоема-реципиента, обеспеченностью пищей вселенца на всех этапах жизненного цикла и благоприятными условиями для его размножения. Инвазионные процессы протекают по-разному у короткоцикловых и длиннocyкловых видов рыб: у корюшки натурализация происходит в течение 6-7 лет, наращивание численности до максимальной – 4-х лет; судак натурализуется в течение 20 лет, достигая максимальной численности еще через 20 лет. Продолжительность периода высокой численности вселенца определяется скоростью исчерпания ресурсов (главным образом пищевых).

4. Эвтрофирование водоема и натурализация рыб-вселенцев ведет к интенсификации и диверсификации потоков энергии по пищевым сетям. На фоне эвтрофирования водоема вспышки численности вселенцев носят длительный характер.

5. Существенное техногенное загрязнение водоемов в промышленных регионах приводит к упрощению структуры водных сообществ: снижению видового разнообразия планктона, бентоса и рыб (с 12-16 видов до 5); а также замедлению роста рыб.

6. Нерациональный и неучтенный промысел на водоемах Карелии приводит к закономерным изменениям в структуре рыбного населения – к снижению доли ценных промысловых видов (лососевых и сиговых) и замещению их малоценными видами (карповыми, окуневыми).

7. Важнейшим следствием развития аквакультуры в Карелии является эвтрофирование водоемов, нарушающее структурно-функциональную организацию экосистем. Воздействие товарного рыбоводства на уровне сообщества приводит к доминированию пищевой цепи, передающей вещество и энергию в направлении: планктон → рыбы планктофаги → хищные рыбы. При этом экологическая емкость водоемов, определяется критическими величинами, превышение которых приводит к изменениям в системе. Для снижения негативного влияния товарного форелеводства целесообразна организация контроля и мониторинга состояния водных объектов в районах форелевых комплексов. Одним из возможных направлений развития аквакультуры и снижения биогенной нагрузки на пресные воды может стать организация товарного рыбоводства на Белом море.

Публикации по теме диссертации

Монографии, главы в монографиях

1. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Первозванский В.Я., Китаев С.П. 2003. Изменение структуры рыбного населения малых и средних водоемов Финноскандии // Коллективная монография «Разнообразие биоты Карелии: условия формирования, сообщества, виды». (Ред. А.Н.Громцев, С.П.Китаев, О.Л.Кузнецов, Т.Линдхольм, Е.Б.Яковлев). Петрозаводск: КарНЦ РАН. С.213-220.

2. Стерлигова О.П., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В., Павловский С.А., Комулайнен С.Ф., Кучко Я.А. 2002. Экосистема Сязозера (биологический режим, использование). Петрозаводск: КарНЦ РАН. 119 с.

3. Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Михайленко В.Г. 2005. Кумжи, радужная форель, голец и перспективы их использования в озерах Северо-запада России. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 107 с.

4. Ильмаст Н.В., Китаев С.П., Кучко Я.А., Павловский С.А. 2008. Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 92 с.

5. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Первозванский В.Я. 2010. Виды – индикаторы //Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С.79-80; Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Первозванский В.Я. Ресурсные виды //Там же С.81-85; Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. Виды – вселенцы //Там же С.85-91; Первозванский В.Я., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Шустов Ю.А. Редкие и охраняемые виды рыб //Там же С.91-104; Стерлигова О.П., Шустов Ю.А., Первозванский В.Я., Ильмаст Н.В., Китаев С.П. Некоторые заповедные водоемы Карелии и их рыбное население //Там же С.295-306.

Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Хренников В.В., Ниемеля Э., Каукоранта М. 1999. Сиги озера Мантоярви //Вопросы ихтиологии. Т.39, № 1, С.120-124.
2. Ильмаст Н.В., Хренников В.В. 2002. Сиговые рыбы озера Пюхьярви и изменения рыбного населения под воздействием интродукции новых видов //Вопросы ихтиологии т.42, №6, С.763-767.
3. Ilmast N.V., Sterligova O.P. 2002. Biological characteristics of European whitefish in Lake Pulmankijarvi, northern Finland //Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57, p.359-366.
4. Sterligova O.P., Ilmast N.V., Pervozvansky V.Y. and Kitaev S.F. 2002. Coregonid fishes of Lake Tulos //Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.57, p.479-485.
5. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 2003. Сиги (*Coregonus lavaretus*) малых водоемов северной Лапландии (Финляндия) //Вопросы ихтиологии т.43, №3, С.338-344.
6. Терещенко В.Г., Стерлигова О.П., Павлов В.Т., Ильмаст Н.В. 2004. Многолетняя динамика структурных и системных характеристик рыбного населения эвтрофируемого Сязозера //Биология внутренних вод № 3. С.93-102.
7. Ilmast N., Sterligova O. 2004. The results of the introduction of coregonid fishes into Vashozero, a lake in southern Karelia //Annales Zoologici Fennici 41: 191-194.
8. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. 2006. Итоги вселения сиговых рыб в Вашозеро //Вопросы ихтиологии, т.46, №2, С.219-223.
9. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 2009. Виды-вселенцы в водных экосистемах Карелии //Вопросы ихтиологии т.49, №3, С.372-379.
10. Стерлигова О.П., Рюкшиев А.А., Ильмаст Н.В. 2009. Результаты рыбоводных работ по расселению судака *Sander lucioperca* в водоемы Карелии //Вопросы ихтиологии, т.49, №4, С.558-560.

11. Стерлигова О.П., Савосин Д.С., Ильмаст Н.В. 2010. Сравнительная характеристика многотычинковых сигов *Coregonus lavaretus* (Coregonidae) Сямозера и Тумасозера //Вопросы ихтиологии. Том 50, № 3, С.427-432.
12. Крупнова М.Ю., Ильмаст Н.В., Немова Н.Н. 2011. Активность лизосомальных протеиназ в органах щук (*Esox lucius* L), отловленных из озер с различной антропогенной нагрузкой //Труды Карельского научного центра РАН №3. С.69-72.
13. Чурова М.В., Мещерякова О.В., Ильмаст Н.В., Немова Н.Н. 2011. Оценка состояния сигов *Coregonus lavaretus* L., обитающих в хвостохранилище горнообогатительного комбината, по некоторым биохимическим и молекулярно-генетическим показателям //Труды Карельского научного центра РАН №3. С.137-145.
14. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Рюкшиев А.А. 2011. Сравнительная биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* озер Сямозеро и Суоярви в связи с акклиматизацией //Вопросы рыболовства. Том 12 №3(47). С.447-456.
15. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 2012. Состояние популяций корюшки *Osmerus eperlanus* Выгозера и Сямозера, сформировавшихся в результате саморасселения //Вопросы ихтиологии т.52, №2, С.1-7.
16. Стерлигова О.П., Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Комулайнен С.Ф., Кучко Я.А., Павловский С.А., Савосин Е.С. 2011. Состояние заливов Онежского озера при товарном выращивании радужной форели //Поволжский экологический журнал № 3 С. 386-393.
17. Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. 2012. Байкальский бокоплав *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) как кормовой объект окуня литоральной зоны Онежского озера //Вопросы рыболовства № 1(49) (в печати).
18. Стерлигова О.П., Рюкшиев А.А., Ильмаст Н.В. 2012. Сравнительная биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* Онежского озера и Выгозера //Биология внутренних вод (в печати).
19. Немова Н.Н., Иешко Е.П., Мещерякова О.В., Ильмаст Н.В., Аникиева Л.В., Лебедева Д.И., Чурова М.В., Стерлигова О.П., Кучко Я.А. 2012. Сиг *Coregonus lavaretus* (L.) Костомукшского хвостохранилища в условиях техногенного загрязнения //Экология № 4 (в печати).

Основные работы в других изданиях

1. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. 1992. Особенности биологии сига Сямозера в связи с эвтрофированием водоёма // Биологические исследования растительных и животных систем. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 79-87.
2. Ryabinkin A.V., Freindling A.V., Lozovic P.A., Sterligova O.P., Pervozvansky V.Ya., Kalugin A.J., Chupukov A.L., Ilmast N.V. 1995. The structure and biodiversity of water Ecosystems in Lake Tolvojarvi (Russia) //Karelian Biosphere Reserve. Studies. North Karelian Biosphere Reserve. Joensuu. P. 235-242.
3. Стерлигова О.П., Комулайнен С.Ф., Кучко Я.А., Павловский С.А., Ильмаст Н.В., Морозов А.К. 1997. Биомониторинг озёрно-речной системы р. Лижма (южная Карелия) //Мониторинг Биоразнообразия. Москва: ИПЭЭ РАН. С. 307-313.
4. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. 1998. Биология сига оз. Пулманкиярви (Северная Финляндия) //Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: КарНЦ РАН С. 171-179.
5. Первозванский В.Я., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 1998. Современное состояние ихтиофауны некоторых водоёмов бассейна Ладожского озера // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 157-164.
6. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Китаев С.П., Первозванский В.Я. 1998. Биология рыб озера Тулос //Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 179-190.
7. Алексеев М.Ю., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В. 1998. Популяционная динамика атлантического лосося *Salmo salar* L. некоторых промысловых рек Кольского полуострова //Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: КарНЦ РАН С. 12-18.
8. Власова Л.И., Ильмаст Н.В., Карпечко В.А. и др. 1998. Гидрологические, гидрохимические, гидробиологические и ихтиологические особенности территории планируемого национального парка «Тулос» //Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. Петрозаводск: КарНЦ РАН.. С. 143-154.
9. Китаев С.П., Стерлигова О.П., Первозванский В.Я., Ильмаст Н.В. 1998. Ихтиофауна // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 163-165.
10. Ильмаст Н.В. 1999. Сиговые рыбы некоторых водоемов Карелии и Финляндии //Автореферат... канд. биол. наук. Петрозаводск. 25 с.

11. Sterligova O., Komulaynen S., Pavlovsky S., Ilmast N., Kuchko Y. 2001. Effect of the trout farm on the lake-river ecosystem // *Ecohydrology and Hydrobiology*. Vol.1. № 1-2. P. 219-228.

12. Ильмаст Н.В. 2001. Изменения рыбного населения оз.Пюхярви под воздействием интродукции новых видов рыб //Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. Материалы научно-производственного совещания. Тюмень: СибрыбНИИпроект. С. 54-57.

13. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Павловский С.А., Кучко Я.А. 2002. Мониторинг экосистемы мезотрофного водоема (ихтиомасса и рыбопродукция) //Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения. Материалы международной конференции. Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск. Т. 1. С. 580-583.

14. Ильмаст Н.В., Иешко Т.А., Кучко Я.А., Павловский С.А., Стерлигова О.П. 2002. Оценка кормовых ресурсов оз. Вашозеро // Мат-лы науч. конф. «Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях». Петрозаводск: ПетрГУ. С. 174-180.

15. Кучко Я.А., Ильмаст Н.В. 2003. Зоопланктон и питание ряпушки Вашозера //Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Минск: БГУ. С. 601-604.

16. Ilmast N. 2004. An analysis of work on artificial reproduction of the Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), of Lake Ladoga //Sustainable Use, Management and Monitoring of Fish Resources in Lake Ladoga (ed. M. Viljanen). University of Joensuu, Report of Karelian Institute. № 4. P. 87-94.

17. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. 2005. Оценка состояния и динамика популяции ряпушки Сямозера // Сб. науч. статей «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами». Москва: Товарищество научных изданий КМК. С. 285-290.

18. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Иешко Т.А., Павловский С.А., Кучко Я.А. 2005. Состояние экосистемы Вашозера при вселении сиговых рыб // Тр. КарНЦ РАН. Биогеография Карелии. Вып.7. С. 64-71.

19. Криксунов Е.А., Бобырев А.Е., Бурменский В.А., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П.. 2005. Балансовая модель биотического сообщества Сямозера. Серия: Оперативно-информационные материалы. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 54 с.

20. Ильмаст Н.В., Китаев С.П., Брызгин М.В., Павлов В.Н., Кучко Я.А., Хренников В.В. 2006. Мунозеро и его состояние // Тр. КарНЦ РАН «Природа Государственного заповедника «Кивач». Вып. 10. С. 34-39.

21. Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. 2006. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2006. 39 с.

22. Khrennikov V., Baryshev I., Shustov Y., Pavlov V., Ilmast N. 2007. Zoobenthos of salmon rivers in the Kola Peninsula and Karelia (north-east Fennoscandia) // *Ecohydrology and Hydrobiology*. Vol.7. № 1. P .307-313.

23. Китаев С.П., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. 2007. Охрана окружающей среды при выращивании форели в Карелии // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. № 2. С. 9-16.

24. Стерлигова О.П., Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Павловский С.А., Кучко Я.А., Комулайнен С.Ф. 2007. Изучение влияния форелевого комплекса на экосистему Сямозера (южная Карелия) // *Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского)*. Вып 337. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 532-543.

25. Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. 2008. Результаты вселения леща в озеро Мунозеро (южная Карелия) // *Рыбоводство и рыбное хозяйство*. № 4. С. 13-15.

26. Ильмаст Н.В., Кучко Я.А., Павловский С.А. 2009. Особенности гидробиоценозов Мунозера (Карелия) // *Мат-лы межд. науч. конф. «Сохранение биологического разнообразия наземных и морских экосистем в условиях высоких широт»*. Мурманск: МГПУ. С.106-109.

27. Стерлигова О.П., Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А., Павловский С.А., Савосин Е.С. 2009. Состояние Кефтень губы Онежского озера при товарном выращивании радужной форели // *Мат-лы XXVIII межд. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера»*. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 523-528.

28. Ильмаст Н.В., Мурзов Н.Н., Криксунов Е.А., Бобырев А.Е., Бурменский В.А. 2010. Балансовая модель биотического сообщества Вашозера // *Мат-лы VII межд. науч. производ. Сопещения «Биология, биотехника разведения и состояния запасов сиговых рыб»*. Тюмень: ФГУП Госрыбцентр. С. 117-122.

29. Стерлигова О.П., Савосин Д.С., Ильмаст Н.В. 2010. Условия обитания и биология многотычинкового сига Выгозера (Республика Карелия) // *Мат-лы VII межд. науч. производ. Сопещения «Биология, биотехника разведения и состояния запасов сиговых рыб»*. Тюмень: ФГУП Госрыбцентр. С. 150-153.

30. Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П., Такшеев С.А., Кучко Я.А. 2010. Плотва (*Rutilus rutilus*) Костомукшского хвостохранилища // *Мат-лы всерос. науч. конф. «Проблемы изучения и сохранения позвоночных животных антропогенных водоемов»*. Саранск: Прогресс. С. 67-70.