

На правах рукописи



Коновалов Александр Федорович

**ИХТИОЦЕНЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ
В ГРАНИЦАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

1.5.13. Ихтиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Вологда, 2026

Работа выполнена в Вологодском филиале Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (Вологодский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО») («ВологодНИРО»))

Научный консультант: Булатов Олег Аркадьевич, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, директор по научной работе Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

Официальные оппоненты:

Ильмаст Николай Викторович, доктор биологических наук, доцент, директор, главный научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук» (КарНЦ РАН), г. Петрозаводск

Ядренкина Елена Николаевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории зоомониторинга Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук (ИСиЭЖ СО РАН), г. Новосибирск

Морузи Ирина Владимировна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры Института ветеринарной медицины и биотехнологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий» (ФГБОУ ВО Университет биотехнологий), г. Новосибирск

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), г. Томск

Защита состоится «10» ноября 2026 г. в 11⁰⁰ ч. на заседании диссертационного совета 37.1.001.01 при Государственном научном центре Российской Федерации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО») по адресу: 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 19.

Телефон: +7 (499) 369-92-83, доб. 43-10; электронный адрес buyanovskiy@vniro.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»: <https://www.vniro.ru/files/disser/2026/konovalov-disser.pdf>

Автореферат разослан «__» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук

Буяновский Алексей Ильич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Формирование современной ихтиофауны континентальных водных объектов Северо-Запада России определялось влиянием естественной трансформации рельефа и климата после отступления Валдайского оледенения (Жаков, 1984; Кудерский, 1987; 2005). На становление фауны пресноводных водоемов Северо-Запада повлияло возникновение географической изоляции с появлением границы между бассейнами Белого, Балтийского и Каспийского морей, проходившей по территории современной Вологодской области. Строительство и реконструкция водных систем, соединивших водосборные бассейны, в XIX – XX вв. привели к возникновению путей распространения новых видов рыб, как в северном, так и в южном направлениях (Слынько и др., 2010). При этом инвазионный процесс особенно активизировался во второй половине XX в. на фоне усилившихся климатических изменений (Дгебуадзе, 2003; Биологические инвазии..., 2004; Дгебуадзе, Павлов, 2007). Начиная с первой четверти XX в. одним из факторов трансформации рыбного населения водных объектов Северо-Запада России стали многочисленные попытки акклиматизации гидробионтов, активно проводившиеся практически до конца этого столетия (Карпевич, 1975; Кудерский, 2001; 2015).

Во второй половине XX в. на фоне роста антропогенной нагрузки в мелководных пресноводных водных объектах Северо-Запада России отмечалось ускорение негативной трансформации рыбного населения (Решетников и др., 1982; 2011; Китаев, 1984; Болотова, 1999; Новоселов, 2000; Стерлигова, 2000; Ильмаст, 2012 и др.). По мере развития промышленности и сельского хозяйства активизировались изменения структуры ихтиоценов, вызванные интенсивной промысловой нагрузкой, последствиями эвтрофирования и токсификации водных объектов, наиболее выраженные в индустриально развитых регионах страны. Начиная с последней четверти XX в. растущее влияние на водные экосистемы Европейской части России оказывает потепление климата (Литвинов, Законнова, 2014; Филатов и др., 2019; Законнова, 2021 и др.). Климатические изменения способствуют перестройкам структуры рыбного населения водоемов, в том числе связанным с закономерным сокращением численности и распространения холодноводных и оксифильных видов рыб (Болотова, 2010; 2012; Герасимов и др., 2018; 2024).

На фоне роста антропогенного воздействия на водные экосистемы в условиях потепления климата особую актуальность приобрела проблема сохранения и восстановления популяций редких и уязвимых видов гидробионтов (Павлов и др., 1994). В первые десятилетия XXI в. в регионах Северо-Запада России, в основном, были созданы списки видов и таксонов, занесенных в Красные книги субъектов РФ, начал проводиться мониторинг состояния их природных популяций. Начиная с 2010-х гг. в водных объектах Северо-Запада значительно возросли масштабы мероприятий по искусственному

воспроизводству редких и потенциально ценных промысловых видов рыб (Костюничев и др., 2015).

К началу XXI в. перед рыбохозяйственной наукой была поставлена задача разработки новых подходов к управлению рыболовством и пресноводной аквакультурой (Лукин, Глибко, 2009; Глибко и др., 2011). Для эффективного развития рыбохозяйственного комплекса регионов страны требуется обобщение и оценка накопленных в результате многолетних исследований сведений о состоянии и динамике рыбного населения ключевых водных объектов с учетом прогрессирующих климатических изменений.

Цель работы: выявить закономерности формирования ихтиофауны водных объектов Вологодской области, относящихся к трем бассейнам стока, в условиях антропогенного воздействия и изменения климата.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Сравнить характеристики основных рыбохозяйственных водных объектов и выявить особенности природно-климатических условий Вологодской области, влияющих на параметры рыбного населения, а также проявления многолетнего потепления климата на водоемах региона.

2. Проанализировать становление ихтиофауны на территории, расположенной в границах современной Вологодской области, в связи с естественной трансформацией климата в послеледниковый период.

3. Выявить разнообразие современной ихтиофауны Вологодской области и многолетние изменения структуры рыбного населения водных объектов, относящихся к трем бассейнам стока, в условиях потепления климата; обобщить материалы по общему состоянию и распространению редких и уязвимых видов рыб и миног.

4. Оценить региональный опыт и основные результаты акклиматизационных работ, проводившихся с целью натурализации и пастбищного выращивания рыб, а также случайной интродукции; установить последствия распространения новых видов рыб по магистральным водным путям в границах Вологодской области.

5. Проследить многолетние изменения видового состава и структуры ихтиоценов в важнейших рыбохозяйственных водоемах Вологодской области; оценить состояние и эксплуатацию запасов, промыслово-биологические характеристики основных видов рыб, включая наиболее уязвимые популяции холодноводных лососевых и сиговых рыб, перспективы и результаты их искусственного воспроизводства.

6. Обобщить сведения о современном состоянии и основных тенденциях развития рыболовства в Вологодской области и выявить влияние промысла на запасы водных биоресурсов в рыбохозяйственных водоемах региона.

Степень разработанности темы и научная новизна. Основные публикации, посвященные анализу состава ихтиофауны, а также перестройкам структуры рыбного населения, с учетом особенностей фаунистических комплексов и экологических групп рыб, ограничивались рассмотрением крупных и малых рыбопромысловых озер Вологодской области (Жаков, 1974,

1978, 1984; Лебедев, 1977; Водоватов, Серенко, 1981; Болотова, 1999, 2010, 2012; Болотова, Коновалов, 2002, 2005; Борисов, 2006; Коновалов и др., 2024 а и др.). В рамках настоящей работы подготовлен обзор современного состояния фауны лучеперых рыб и миног, обитающих во всех типах водных объектов Вологодской области (Коновалов и др., 2015). Изучены особенности их распространения в бассейнах Белого, Балтийского и Каспийского морей, выполнено сравнение ихтиофауны с соседними регионами. Проанализированы многолетние изменения ихтиоценов с учетом принадлежности объектов исследования к различным фаунистическим комплексам и экологическим группам в водных объектах Вологодской области (Коновалов, 2016 а), а также применительно к водоемам, относящимся к бассейнам трех морей. Впервые оценены темпы изменения видового состава ихтиоценов, включая основные рыбохозяйственные водоемы Вологодской области.

Обобщены наблюдения распространения редких и уязвимых видов рыб и миног в водных объектах Вологодской области (Коновалов и др., 2014 а). Систематизирована и обоснована необходимость актуализации перечня редких и исчезающих видов и внутривидовых форм миног и лучеперых рыб, занесенных в Красную книгу Вологодской области (Перечень редких..., 2022). Впервые разработаны рекомендации по искусственному воспроизводству нельмы *Stenodus nelma* и уникальной жилой формы сига-нельмушки *Coregonus lavaretus* в Кубенском озере с целью восстановления запасов (Коновалов и др., 2016 а, б, 2023).

Несмотря на активно проводившиеся на протяжении XX в. акклиматизационные мероприятия, их результаты для Вологодской области в основном стали систематизироваться лишь в 2010-е гг. (Коновалов, 2014 а, 2015). Автором впервые обобщены результаты рыбохозяйственной акклиматизации, проводившейся как в целях натурализации, так и для товарного выращивания рыб. Наши исследования позволили расширить представления о саморасселении новых видов рыб в водных объектах региона (Konovalov et. al., 2015; Борисов и др., 2019).

В рамках выполнения данной работы продолжена проводившаяся в конце 1990-х – начале 2000-х гг. оценка многолетней динамики структуры ихтиоценов озер Белое, Кубенское и Воже (Болотова, 1999; Bolotova, 2002 и др.); осуществлены аналогичные исследования для Рыбинского и Шекснинского водохранилищ и Онежского озера. Оценено состояние запасов основных видов рыб в озерах Белое, Кубенское, Воже, Шекснинском водохранилище и разработаны рекомендации по их рациональному использованию. Обобщены сведения о состоянии ценных лососевых рыб юго-восточного Прионежья – кумжи *Salmo trutta* и озерного лосося *Salmo salar*, а для Кубенского озера – уникальных популяций сиговых рыб – нельмы и сига-нельмушки. Для Белого озера рассмотрена актуальная проблема постепенной утраты его статуса сетково-судачьего водоема из-за многолетнего сокращения численности и биомассы популяций судака *Sander lucioperca* и корюшки европейской (снетка) *Osmerus eperlanus*, снижения их доли в общих уловах (Коновалов, 2019).

Впервые на примере Белого озера установлена специфика проявления потепления климата на водных объектах региона, оценены его темпы с 1970-х гг. по настоящее время и обобщены многолетние ряды наблюдений за динамикой температуры поверхностного слоя воды и температуры воздуха (Коновалов, Борисов, 2015 а).

Положения, выносимые на защиту.

1. Определяющее влияние на состав и основные характеристики рыбного населения водных объектов Вологодской области оказало расположение территории региона в бореальной зоне на водоразделе крупнейших бассейнов стока Евразии с учетом закономерностей формирования фауны в послеледниковый период.

2. С первой половины XIX в. по 1960-е гг. основной причиной изменения состояния ихтиоценов водоемов региона стали последствия масштабного гидростроительства, а начиная с 1970-х гг. – потепления климата. На фоне климатических изменений существенными факторами трансформации рыбного населения являлись саморасселение рыб и акклиматизация новых видов в водных объектах Вологодской области. Ускорение сукцессии ихтиоценов вызвано климатическими изменениями и связано с замещением представителей холодноводной ихтиофауны на экологически более пластичные тепловодные виды.

3. Многолетние перестройки ихтиоценов в водных объектах Вологодской области привели к обеднению состава промысловой ихтиофауны и общему снижению ценности уловов рыбы. Наиболее востребованные виды – корюшка, налим *Lota lota*, ряпушка *Coregonus albula*, сиг, щука *Esox lucius*, за последние десятилетия существенно сократили свою роль в промысле. Нельма, стерлядь *Acipenser ruthenus*, хариус *Thymallus thymallus*, лосось, кумжа практически перестали встречаться в составе уловов. Большинство видов, численность популяций которых в регионе растет (густера *Blicca bjoerkna*, окунь *Perca fluviatilis*, плотва *Rutilus rutilus*, ерш *Gymnocephalus cernua* и др.), как правило, не являются значимыми объектами для промышленного и любительского рыболовства.

Теоретическая и практическая значимость работы. Диссертационная работа представляет собой комплексное обобщение собственных и фондовых материалов о современном состоянии и динамике ихтиоценов водных объектов Вологодской области за более чем 50-летний период исследований. Рассмотрение закономерностей формирования рыбного населения ключевых водных объектов региона, их современного состояния и многолетней динамики имеет особую значимость для оценки путей регулирования использования водных биоресурсов в современных условиях. Установленные вектор и темпы сукцессионных изменений рыбной части сообщества в водных объектах региона позволяют прогнозировать дальнейшую динамику биомассы наиболее многочисленных видов рыб, включая важные объекты промысла. Полученные автором сведения являются основой принятия управленческих решений по регулированию различных видов рыболовства, пресноводной аквакультуры и искусственного воспроизводства водных биоресурсов.

Сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов. С 2002 г. по настоящее время результаты работ ежегодно используются при разработке материалов, обосновывающих общие допустимые уловы и рекомендованные объемы добычи (вылова) водных биоресурсов водных объектов Вологодской области в зоне ответственности «ВологодНИРО». С 2013 г. результаты исследований являются основой для составления рекомендаций по искусственному воспроизводству ценных видов рыб региона. Результаты изучения распространения и динамики численности популяций редких и уязвимых видов рыб и миног использованы при подготовке действующей редакции Красной книги Вологодской области. Выявленные автором закономерности использовались для подготовки обоснований создания региональных ООПТ, в том числе рыбохозяйственного профиля – ОПК «Онежский» и государственных заказников «Озера Мегорской группы», «Нерестилища Белозерья» и «Раменье» (Коновалов и др., 2008; Kononov et al., 2024). Результаты исследований являются биологической основой разработки и совершенствования правил рыболовства и мер регулирования промысла в Северном рыбохозяйственном бассейне (Коновалов, 2023 а), формируя принципы рационального использования ихтиофауны.

Методология и методы исследования. Сбор, обработка и интерпретация результатов исследований выполнялись с использованием стандартных и общепринятых ихтиологических методов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов и сделанных выводов обеспечивается использованием длительных рядов наблюдений, репрезентативностью собранного материала, применением стандартных общепринятых методов его обработки и анализа. Результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на заседаниях Ученых советов ФГБНУ «ВНИРО» (Москва, 2024), Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга») (Санкт-Петербург, 2026). Основные результаты диссертационной работы были представлены для обсуждения на региональных, российских и международных совещаниях, конференциях и симпозиумах (Вологда, 1999, 2005, 2008, 2010, 2012, 2016, 2018, 2023; Петрозаводск, 1999; Архангельск, 2000, 2010; Сыктывкар, 2000, 2001, 2003, 2006; Cambridge, England, 2000; Калининград, 2001; Пермь, 2001; Finland, Rovaniemi, 2002; Екатеринбург, 2003; Борок, Ярославская обл., 2003, 2010, 2011, 2012, 2014, 2018, 2024; Республика Беларусь, Минск–Нарочь, 2003; 2007; Апатиты, 2004; USA, Madison, 2003; Vancouver, Canada, 2004; Lahti, Finland, 2004; Санкт-Петербург, 2005, 2006, 2013, 2014, 2018, 2024; Волгоград, 2007; Украина, Днепропетровск, 2010; Мурманск, 2013; Листвянка–Иркутск, 2014; Казань, 2016; Тюмень, 2016; Новосибирск, 2020; Череповец, 2022; Аносино, Московская обл., 2025).

Личный вклад автора. В диссертации представлены результаты исследований, выполненных при непосредственном участии автора. Автор также руководил составлением программ полевых исследований и участвовал в организации экспедиций. Публикации по теме исследования написаны автором лично, либо в соавторстве.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 135 работ, в том числе 20 работ в изданиях, рекомендованных ВАК и 4 коллективные монографии.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 456 страницах и состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, словаря терминов, списка литературы, трех приложений. Текст работы проиллюстрирован 104 рисунками и включает 78 таблиц. Список цитированной литературы состоит из 578 наименований.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность Н.Л. Болотовой, оказавшей существенную помощь, поддержку и наставления при подготовке начальных этапов данной работы. Хотелось бы поблагодарить М.Я. Борисова – коллегу, единомышленника и соавтора большинства работ, в общении и спорах с которым были найдены решения многих проблемных вопросов. Искренняя благодарность – сотрудникам Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО», принимавшим участие в сборе и обработке полевого материала, особенно Н.Ю. Тропину, А.А. Игнашеву, Е.В. Угрюмовой, А.Е. Шиловой, С.А. Непоротовскому, Е.С. Попета, И.В. Филоненко, а также многочисленным коллегам-ихтиологам, работавшим в филиале в минувшее время. Отдельную благодарность хотелось бы выразить Н.В. Думнич и Ю.Н. Беловой за постоянную моральную поддержку. Особую признательность автор выражает своему научному консультанту Олегу Аркадьевичу Булатову за общее руководство и ценные советы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Материал и методика

В главе сформулированы методологические приемы изложения материала и обозначены подходы к анализу отдельных вопросов в рамках рассматриваемой темы. Обозначен основной круг обсуждаемых проблем и показаны отдельные направления, которые были охвачены данной исследовательской работой.

Основной *ихтиологический материал* был собран в ходе ежегодных мониторинговых исследований водных биологических ресурсов в 2002 – 2024 гг. на крупных озерах Белое, Кубенское, Воже, речной части Шекснинского водохранилища, а также прочих (средних и малых) озерах Великое, Андозеро, Ярбозеро, Лозско-Азатское, Ковжское; реках Шексна, Молога, Сухона, Вытегра, Андома, Мегра, Модлона и других водных объектах Вологодской области (рисунок 1).

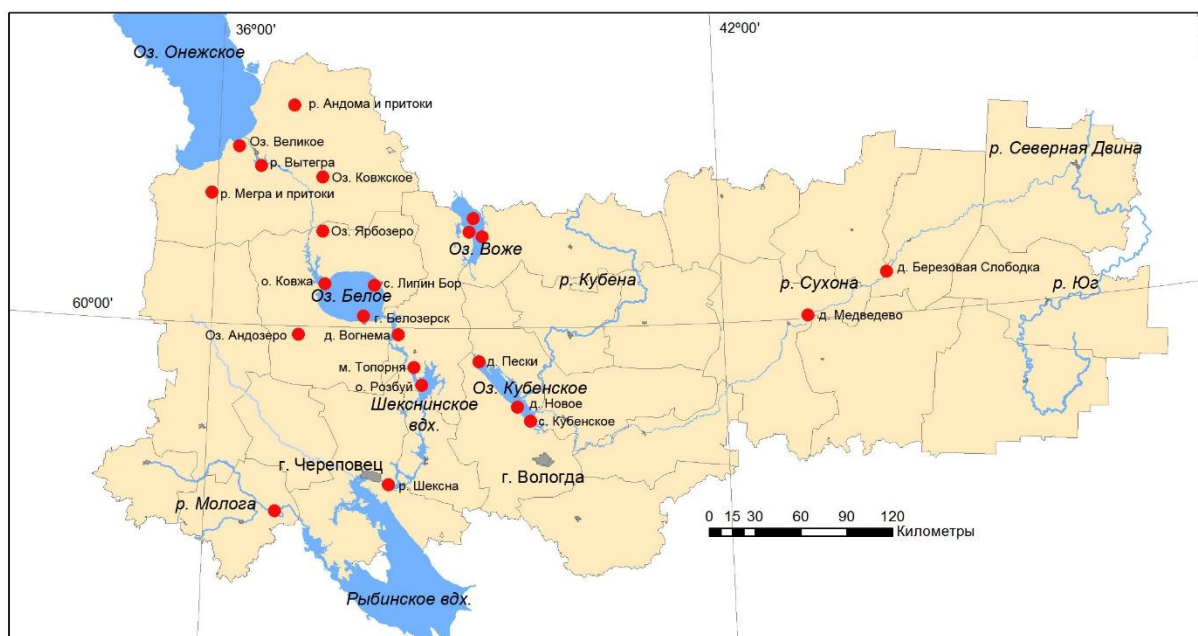


Рисунок 1. Картограмма расположения станций мониторинга водных биоресурсов на основных рыбохозяйственных водных объектах Вологодской области

Сбор ихтиологического материала осуществлялся круглогодично, как из промысловых, так и из научно-исследовательских орудий лова (таблица 1). В среднем за период с 2002 по 2024 гг. в рассматриваемых водных объектах Вологодской области ежегодно обрабатывалось около 16,9 тыс. экз. рыб, подвергнутых массовым промерам; у 6,5 тыс. экз. рыб определялся возраст, а у 3,8 тыс. экз. также устанавливались пол и стадии зрелости гонад.

При подготовке данной работы использованы фондовые материалы «ВологодНИРО» о состоянии, динамике и эксплуатации водных биоресурсов в основных рыбохозяйственных водных объектах Вологодской области, а также данные статистики уловов водных биоресурсов Северо-Западного и Московско-Окского территориальных управлений Росрыболовства. Обработка собранного материала осуществлялась по стандартным ихтиологическим методикам

(Чугунова, 1956; Правдин, 1966; Методическое пособие..., 1974). Статистико-математическая обработка материала выполнялась с использованием программ Statistica 10 и MS Excel.

Таблица 1. Показатели ежегодно обрабатываемого ихтиологического материала на рыбохозяйственных водных объектах Вологодской области за период с 2002 по 2024 гг.

Водные объекты	количество, шт.			количество ихтиологических проб, тыс. экз.		
	сетепостановок (сети-сутки)	притонений или обловов	тралений	массовые промеры	полный биологический анализ	на возраст
озеро Белое	$\frac{1314,2}{122 - 4375}$	$\frac{8,9}{5 - 17}$	$\frac{27,4}{6 - 32}$	$\frac{7,5}{3,1 - 12,4}$	$\frac{1,0}{0,3 - 2,0}$	$\frac{1,7}{0,7 - 2,8}$
Шекснинское водохранилище (речная часть)	$\frac{282,7}{83 - 966}$	—	—	$\frac{2,1}{0,2 - 7,0}$	$\frac{0,4}{0 - 1,0}$	$\frac{1,0}{0,2 - 2,5}$
озеро Кубенское	$\frac{194,6}{24 - 785}$	$\frac{9,4}{6 - 15}$	$\frac{5,8}{2 - 12}$	$\frac{3,0}{1,1 - 6,1}$	$\frac{0,7}{0,1 - 1,5}$	$\frac{1,3}{0,6 - 2,2}$
озеро Воже	$\frac{371,4}{70 - 1704}$	$\frac{10,4}{3 - 20}$	$\frac{15,2}{11 - 18}$	$\frac{2,6}{1,1 - 4,7}$	$\frac{0,5}{0,1 - 1,1}$	$\frac{1,1}{0,4 - 2,0}$
прочие озера	$\frac{50,9}{8 - 152}$	$\frac{8,3}{5 - 10}$	—	$\frac{0,9}{0,1 - 2,5}$	$\frac{0,6}{0,1 - 1,5}$	$\frac{0,8}{0,1 - 2,0}$
реки	$\frac{77,3}{9 - 452}$	$\frac{5,0}{—}$	—	$\frac{0,8}{0,1 - 2,9}$	$\frac{0,5}{0,1 - 1,9}$	$\frac{0,7}{0,1 - 2,0}$
Всего	$\frac{2291,1}{316 - 8434}$	$\frac{41,9}{24 - 67}$	$\frac{48,3}{19 - 62}$	$\frac{16,9}{5,7 - 35,6}$	$\frac{3,8}{0,7 - 9,0}$	$\frac{6,5}{2,1 - 13,5}$

Примечание: над чертой – среднее арифметическое; под чертой – диапазон колебаний.

Для выполнения *прикладных ресурсных исследований* оценка запасов рыб выполнялась по результатам траловых учетных съемок, анализа исследовательских и промысловых уловов ставными и плавными сетями, закидными неводами (Трещев, 1974, 1983; Водоватов, 1980, 1989; Серенко, 1984, 1986; Сечин, 1990). Объемы ОДУ и РВ отдельных видов водных биоресурсов определялись экспертной оценкой, методом виртуально-популяционного анализа (ВРА) и методикой Ю.Т. Сечина в соответствии с принципами предосторожного подхода (Рикер, 1979; Кондратьев, Биденко, 1987; Методические рекомендации..., 1990; Бабаян, 2000). На прочих (малых и средних) озерах и прочих водохранилищах Вологодской области объемы РВ водных биоресурсов в основном оценивались через показатели естественной рыбопродуктивности по уровню развития кормовой базы рыб (Пирожников, 1932; Шашуловский, Мосияш, 2014).

Для оценки *разнообразия современной ихтиофауны*, включая сведения о встречаемости в регионе редких видов рыб и миног, подведения основных итогов работ по акклиматизации и переселению рыб в Вологодской области, а также их саморасселению за пределами ареала за многолетний период использованы фондовые материалы Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и данные автора за период с 1970-х по 2024 гг., литературные источники и промысловая статистика, включая данные мониторинга водных биоресурсов и

среды их обитания. Латинские названия таксонов миног и лучеперых рыб приведены согласно базе данных FishBase (FishBase, 2026). Принадлежность рыб и миног к фаунистическим комплексам в основном определялась согласно Г.В. Никольскому (Никольский, 1980). Для оценки интенсивности многолетней трансформации видового состава ихтиоценов использовался средний индекс изменения (СИИ) (Шашуловский, Мосияш, 2010).

Глава 2. Изученность ихтиоценов водных объектов Вологодской области и среды обитания рыб (обзор литературы)

Анализ литературных источников позволил проследить направления исследований рыбного населения водных объектов и среды обитания гидробионтов в Вологодской области с XVII в. по настоящее время. Изучение водоемов развивалось от сбора разрозненных статистических сведений о состоянии рыболовства, через этап комплексных экспедиционных исследований, к ведению мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания. Показано расширение тематики и общего спектра проводимых в регионе работ с течением времени. Отмечены наиболее крупные обобщающие работы и ученые, внесшие весомый вклад в развитие рыбохозяйственных и ихтиологических исследований водных объектов Вологодской области.

Глава 3. Характеристика региона исследования и основных водных объектов

В главе рассмотрены природно-климатические условия Вологодской области, оказывающие существенное влияние на динамику рыбного населения и хозяйственное использование промысловых видов рыб. В частности, по литературным данным охарактеризованы климат Вологодской области, особенности гидрографической сети, гидрологического и гидрохимического режимов водоемов, качество воды.

Важнейшим природным фактором, определившим своеобразие ихтиофауны Вологодской области, является наличие границы между бассейнами стока Белого, Балтийского и Каспийского морей (рисунок 2). Вологодская область является единственным субъектом Российской Федерации и уникальной для Европы территорией, где сочленяются бассейны Атлантического и Северного Ледовитого океанов и крупнейшей в мире внутриконтинентальной системы Каспийского моря (Куликов и др., 2000). Расположение региона на границе трех бассейнов стало причиной относительно слабой проточности водных объектов, что на фоне мелководности большинства из них и потепления климата лимитирует численность и распространение стенобионтных видов и, в первую очередь, холодноводных рыб.

В результате выполненных исследований установлено, что наибольшее влияние на нагул и условия воспроизводства большинства видов рыб оказывают ключевые абиотические и биотические характеристики водных объектов: площадь зеркала, глубины, объем водной массы, зарегулированность стока,

уровенный и температурный режимы, водообмен, характер грунтов, зарастание водоемов, их кормовая ценность по зоопланктону и зообентосу.

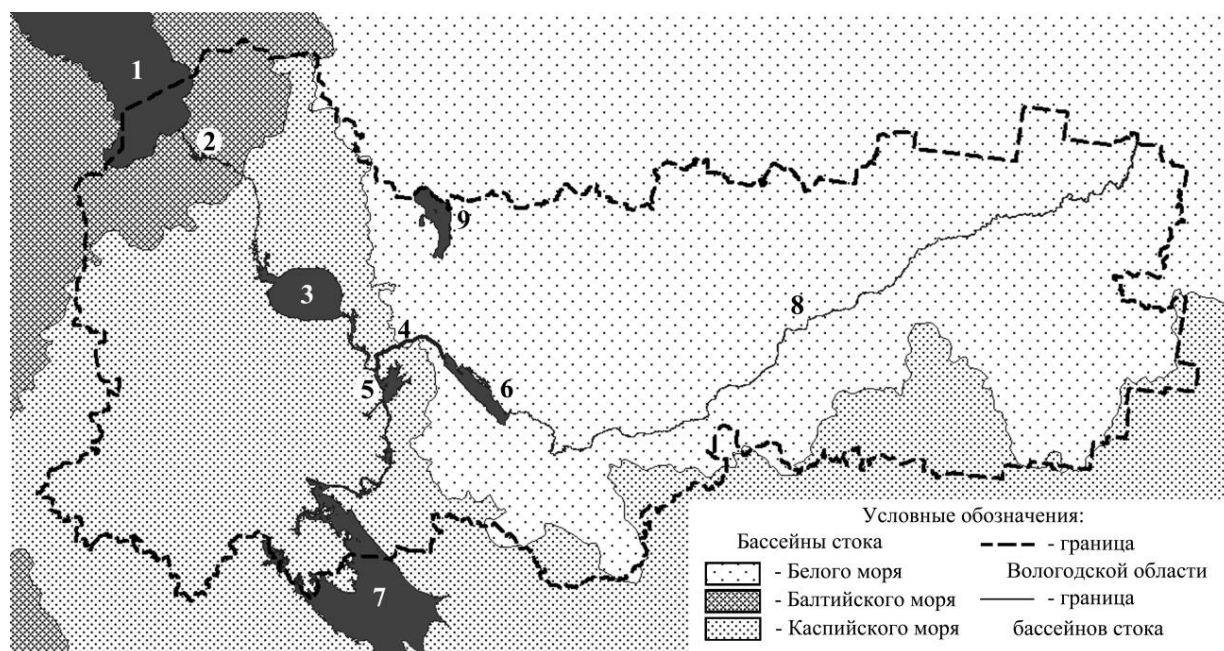


Рисунок 2. Бассейны стока морей на территории Вологодской области
 1 – Онежское озеро; 2 – Вытегорское, Белоусовское и Новинкинское водохранилища;
 3 – Белое озеро; 4 – Северо-Двинский канал; 5 – Шекснинское водохранилище;
 6 – Кубенское озеро; 7 – Рыбинское водохранилище; 8 – река Сухона; 9 – озеро Воже
 (по: Коновалов и др., 2014 а)

Уровеньный режим в течение всего года регулируется в водохранилищах Рыбинское (создано в 1940-е гг.) и Шекснинское (заполнено в 1960-е гг.), а также в Онежском озере (зарегулировано с начала 1950-х гг.). В Кубенском озере, начиная с первой половины XIX в., уровень воды регулируется только в летне-осенний период, а в озере Воже в течение всего года сохраняется естественный ход уровня. К водным объектам с интенсивным водообменом (более 1), большими сезонными колебаниями уровня (более 1,2 м), значительной площадью временного затопления с высокой степенью зарастаемости макрофитами относятся Рыбинское водохранилище, озера Кубенское и Воже. Сравнительно малым водообменом (менее 1) и невысокими сезонными колебаниями уровня (менее 1,2 м) характеризуются озера Онежское и Белое, Шекснинское водохранилище.

Глубоководность и стабильный температурный режим Онежского озера, где в границах Вологодской области преобладают песчаные грунты, благоприятствуют значительному доминированию в ихтиоценозе холодноводных осенне- и зимне-нерестующих видов рыб и весенне-нерестующей корюшки. В остальных сравнительно мелководных водных объектах региона – озерах Белое, Кубенское и Воже, Шекснинском и Рыбинском водохранилищах обильно заливаемая весной пойма и быстрое прогревание водной толщи в безледный период при высоком уровне зарастания макрофитами формируют благоприятные условия для размножения тепловодных и эвритермных весенне-

летне-нерестующих фитофильных видов рыб, определяя их доминирование в ихтиоценах водоемов.

Глава 4. Потепление климата и его проявления на водных объектах Вологодской области

В главе дана общая оценка многолетних изменений климата, их основных последствий и проявлений на территории России (IPCC, 2023; Доклад..., 2025). Для Вологодской области потепление климата прослежено по динамике температуры воздуха за период с первой половины XIX в. по 2024 г., а также температуры поверхностного слоя воды в важнейших рыбохозяйственных водных объектах региона – Рыбинском водохранилище – по литературным источникам (Литвинов, Законнова, 2014; Законнова, 2021), и в Белом озере – по анализу многолетних данных измерительных постов в г. Белозерск.

На метеостанции Вожега, расположенной на севере Вологодской области в 55 км к востоку от озера Воже, среднегодовая температура воздуха возрастала на $+0,37^{\circ}\text{C}$ за каждое десятилетие с 1970-х по 2010-е гг. (Коновалов, Борисов, 2015 а), причем особенно заметно температура воздуха увеличилась в 2000-е гг. в среднем на $+0,8^{\circ}\text{C}$. В целом среднегодовая температура воздуха к 2010-м гг. возросла на $+1,5^{\circ}\text{C}$, по сравнению с 1970-ми гг. Наибольший прирост средней температуры воздуха в течение года наблюдался в зимний период в декабре ($+2,9^{\circ}\text{C}$) и в феврале ($+2,3^{\circ}\text{C}$), затрагивая сезон нереста налима, а также в мае ($+2,6^{\circ}\text{C}$), на который приходится пик размножения большинства тепловодных рыб.

В мелководных водоемах Вологодской области последствия потепления климата проявились после 1975 г. в виде роста средней температуры поверхностного слоя воды. Так, в Рыбинском водохранилище с 1970-х по 2000-е гг. в безледный период температура воды в среднем возрастала на $+0,57^{\circ}\text{C}$ за каждое десятилетие, увеличившись на $+1,7^{\circ}\text{C}$ в целом за этот период (Литвинов, Законнова, 2014; Законнова, 2021). Температура поверхностного слоя воды в Белом озере в безледный период за каждое десятилетие с 1980-х по 2010-е гг. в среднем возрастала на $+0,40^{\circ}\text{C}$, а общий прирост температуры воды за весь период составил около $+1,2^{\circ}\text{C}$ (таблица 2). Наибольший прирост среднемесячной температуры воды на Рыбинском водохранилище и в Белом озере за последние десятилетия наблюдался в 2000-е гг., в сравнении с 1990-ми гг., во все месяцы, за исключением июня. Потепление климата в безледный период на Белом озере, начиная с 2000-х гг., наиболее заметно проявлялось во второй половине летнего периода, а в последние годы (2020 – 2024 гг.) прирост температуры особенно заметным становится в осенние месяцы.

Повышение температур воздуха и воды в зимние и весенние месяцы на фоне общего потепления климата способствовали более раннему распалению льда и соответствующему сдвигу сроков нереста основных промысловых видов рыб (Зеленецкий и др., 2017).

Таблица 2. Средняя температура поверхностного слоя воды (°C) Белого озера в безледный период в 1978 – 2024 гг.

Годы	месяцы								средняя за V–X
	третья декада IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	первая декада IX	
1978–1979	0,4	7,0	15,2	18,6	16,8	11,2	3,9	0,3	12,1
1980-е	1,2	7,6	16,4	19,0	17,2	11,2	5,2	1,3	12,8
1990-е	1,3	7,4	16,8	18,5	17,0	11,2	4,7	1,0	12,6
2000-е	1,7	8,8	16,1	20,9	18,5	12,5	6,0	1,6	13,8
2010-е	1,2	9,8	16,9	20,5	18,8	12,6	5,2	1,8	14,0
2020–2024	2,2	8,0	17,6	20,6	20,0	15,3	8,1	3,8	14,9
разность температур в среднем за десятилетие с 1980-х по 2010-е гг.	-0,01	0,72	0,18	0,50	0,52	0,50	0,01	0,16	0,40
общая разность температур за период с 1980-х по 2010-е гг.	0,0	2,2	0,5	1,5	1,6	1,5	0,0	0,5	1,2

Глава 5. Ихтиофауна Вологодской области

5.1 История формирования ихтиофауны региона (литературный обзор)

Становление ихтиофауны на территории, расположенной в современных границах Вологодской области, происходило после отступления Валдайского оледенения в два основных этапа вселения рыб, первый из которых составили северные холодноводные и эвритермные виды, а второй – относительно тепловодные южные виды, связанные с Каспийским бассейном (Квасов, 1975; Жаков, 1984; Кудерский, 2005; Махров и др., 2020 и др.). Время появления видов первой группы приходилось на начало освобождения территории региона от ледника в позднем плейстоцене, а второй группы – на плювиальный этап атлантического времени в среднем голоцене. Основным фактором, определявшим динамику ихтиофауны региона, была трансформация климата в конце плейстоцена – голоцене при чередовании периодов потепления и похолодания (Никольский, 1935, 1943, 1980; Берг, 1935, 1945; Цепкин, 1999; Кудерский, 2005). Важным фактором, определявшим особенности распространения рыб, являлся уровень водности, в определенные периоды позволявший гидробионтам на низинных заболоченных участках территории преодолевать границы водоразделов, расширяя свои ареалы.

5.2 Современное состояние фауны лучеперых рыб и миног

Видовой состав рыбного населения водных объектов

Общее количество таксонов, зарегистрированных в водных объектах Вологодской области, составляет 4 вида миног и 69 видов лучеперых рыб, из

которых самовоспроизводящиеся популяции имеют все виды миног и 50 видов лучеперых рыб (таблица 3).

Таблица 3. Распространение, динамика численности и уловов представителей современной фауны лучеперых рыб и миног, сформировавших самовоспроизводящиеся популяции в водных объектах Вологодской области (по: Коновалов и др., 2015, с уточнениями и дополнениями)

Семейство и вид миног и рыб	бассейн моря			нахождение в ареале
	Белого	Каспийского	Балтийского	
Сем. Petromyzontidae				
1. Речная минога – <i>Lampetra fluviatilis</i> (L.)	–	–	O, P ↑	ВГ
2. Европейская ручьевая минога – <i>L. planeri</i> (Bloch)	–	P ↑	O, P ↑	СГ
3. Камчатская (японская) минога – <i>Lethenteron camtschaticum</i> (Tilesius)	O, P ↓	–	–	ЗГ
4. Сибирская минога – <i>L. kessleri</i> (Anikin)	P ↓	–	–	ЗГ
Всего	2	1	2	
Сем. Acipenseridae				
1. Стерлядь – <i>Acipenser ruthenus</i> L.	P ↑	O, P ↑	–	СГ
Сем. Anguillidae				
2. Речной угорь – <i>Anguilla anguilla</i> (L.)	P ?	O, P ?	O, P ?	Ц
Сем. Ehiravidae				
3. Черноморско-каспийская тюлька – <i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann)	–	O, P ↑	–	СГ
Сем. Cobitidae				
4. Обыкновенная щиповка – <i>Cobitis taenia</i> L.	P ↑	O, P ↑	P ↑	СГ
5. Вьюн – <i>Misgurnus fossilis</i> (L.)	–	O, P ?	–	СГ
Сем. Cyprinidae				
6. Серебряный карась – <i>Carassius auratus</i> (L.)	П ?	O, P, П ↑	П ?	Ц
7. Золотой карась – <i>C. carassius</i> (L.)	O, P, П ↑	O, P, П ↑	O, P, П ↑	Ц
8. Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> (L.)	–	O ↑	–	СГ
Сем. Gobionidae				
9. Пескарь – <i>Gobio gobio</i> (L.)	P ↑	O, P ↑	P ↑	Ц
10. Белоперый пескарь – <i>Romanogobio albipinnatus</i> (Lukasch)	–	O, P ?	–	СГ
Сем. Leuciscidae				
11. Лещ – <i>Abramis brama</i> (L.)	O, P ↑	O, P ↑	O, P ↑	Ц
12. Быстрянка – <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch)	–	O, P ↓	–	СГ
13. Уклейка – <i>Alburnus alburnus</i> (L.)	O, P ↓	O, P ↓	O, P ↓	Ц
14. Синец – <i>Ballerus ballerus</i> (L.)	–	O, P ↓*	P ↓	СГ
15. Белоглазка – <i>B. sapa</i> (Pallas)	P ↑	O, P ↑	P ↑	СГ
16. Густера – <i>Blicca bjoerkna</i> (L.)	O, P ↑	O, P ↑	O, P ↑	Ц
17. Волжский подуст – <i>Chondrostoma variabile</i> Jakowlew	–	P ?	–	СГ
18. Верховка – <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel)	P ?	O, P ↓	P ?	Ц
19. Обыкновенный жерех – <i>Leuciscus aspius</i> (L.)	O, P ↑	O, P ↓	P ↑	СГ
20. Язь – <i>L. idus</i> (L.)	O, P ↓	O, P ↓	O, P ↓	Ц
21. Елец – <i>L. leuciscus</i> (L.)	O, P ↓	O, P ↓	O, P ↓	Ц
22. Чехонь – <i>Pelecus cultratus</i> (L.)	–	O, P ↑	O, P ↑	СГ
23. Обыкновенный голянь – <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.)	P ↓	P ↓	P ↓	Ц
24. Озерный голянь – <i>Rhynchocypris percunurus</i> (Pallas)	–	O, P ?	–	ЗГ
25. Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (L.)	O, P ↑	O, P ↑	O, P ↑	Ц
26. Красноперка – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	–	O, P ↑	O, P ↑	СГ
27. Голавль – <i>Squalius cephalus</i> (L.)	O, P ↓	O, P ↓	P ↓	Ц
Сем. Nemacheilidae				
28. Усатый голец – <i>Barbatula barbatula</i> (L.)	P ↓	P ↓	P ↓	Ц
Сем. Tincidae				
29. Линь – <i>Tinca tinca</i> (L.)	O, P, П ?	O, P, П ↑	O, P, П ↑	СГ
Сем. Siluridae				
30. Обыкновенный сом – <i>Silurus glanis</i> L.	–	O, P ↑	P ↑	СГ
Сем. Esocidae				
31. Обыкновенная щука – <i>Esox lucius</i> L.	O, P ↓	O, P ↓	O, P ↓	Ц

Семейство и вид миног и рыб	бассейн моря			нахождение в ареале
	Белого	Каспийского	Балтийского	
Сем. Osmeridae				
32. Европейская корюшка – <i>Osmerus eperlanus</i> (L.)	O, P ? ↓	O, P ↓	O, P ↑	ЮГ
Сем. Salmonidae (подсем. Coregoninae)				
33. Европейская ряпушка – <i>Coregonus albula</i> (L.)	O, P ? ↓	O, P ↓	O, P ↓	ЮГ
34. Обыкновенный сиг – <i>C. lavaretus</i> (L.)	O, P ↓	–	O, P ↓	ЮГ
35. Нельма – <i>Stenodus nelma</i> (Pallas)	O, P ↑	–	–	ЗГ
Сем. Salmonidae (подсем. Thymallinae)				
36. Европейский хариус – <i>Thymallus thymallus</i> (L.)	P ↓	P ↓	O, P ↓	Ц
Сем. Salmonidae (подсем. Salmoninae)				
37. Атлантический лосось, семга – <i>Salmo salar</i> L.	P ↓	–	O, P ↓	ЮГ
38. Кумжа – <i>S. trutta</i> L.	–	–	O, P ↓	ВГ
39. Палия – <i>Salvelinus lepechini</i> (Gmelin)	–	–	O ↓	ЮГ
Сем. Lotidae				
40. Налим – <i>Lota lota</i> (L.)	O, P ↓	O, P ↓	O, P ↑	Ц
Сем. Gasterosteidae				
41. Трехиглая колюшка – <i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	–	–	O ?	ЮГ
42. Девятииглая колюшка – <i>Pungitius pungitius</i> (L.)	O ↓	P ?	O, P ↑	ЮГ
Сем. Cottidae				
43. Пестроногий подкаменщик – <i>Alpinocottus poecilopus</i> Heckel	–	–	O ?	ВГ
44. Русский (обыкновенный) подкаменщик – <i>Cottus koshewnikowi</i> Gratzianov	O, P ↑	O, P ↑	O, P ↑	Ц
45. Четырехрогий бычок, рогатка – <i>Myoxocephalus quadricornis</i> (L.)	–	–	O ↑	ЮГ
Сем. Percidae				
46. Обыкновенный ерш – <i>Gymnocephalus cernua</i> (L.)	O, P ↑	O, P ↑	O, P ↑	Ц
47. Речной окунь – <i>Perca fluviatilis</i> L.	O, P ↑	O, P ↑	O, P ↑	Ц
48. Обыкновенный судак – <i>Sander lucioperca</i> (L.)	O, P ↑	O, P ↓	O, P ↓	СГ
49. Волжский судак, берш – <i>S. volgensis</i> (Gmelin)	–	O, P ↑	P ↑	СГ
Сем. Odontobutidae				
50. Ротан-головешка – <i>Perccottus glenii</i> Dybowski	П ? ↑	O, P, П ? ↑	П ? ↑	СГ
Всего	33	42	41	
Итого	35	43	43	

Примечание: распространение: «О» – в озерах и озерных водохранилищах, «Р» – в реках, ручьях, речных водохранилищах, «П» – в прудах, «?» – требует уточнения; «–» – виды в бассейне отсутствуют; численность и уловы: «↑» – увеличиваются, «↓» – уменьшаются, «↕» – стабильны; популяции обитают: «ЮГ», «СГ», «ВГ», «ЗГ» – соответственно на южной, северной, восточной, западной границах ареала, «Ц» – в центре ареала или вдали от границы ареала вида; * – численность и уловы синца уменьшаются в Белом озере, а в остальных водных объектах бассейна – увеличиваются.

Определяющее влияние на состав современной ихтиофауны Вологодской области оказало расположение территории региона на водоразделе крупнейших бассейнов стока Евразии. Так, наиболее богатый и разнообразный состав рыбного населения в границах Вологодской области характерен для водных объектов бассейнов Каспийского и Балтийского морей, в каждом из которых зарегистрировано по 43 вида рыб и миног (таблица 3). В значительной степени это определяется связью с богатой ихтиофауной водных объектов, расположенных к югу и к западу от региона и инвазиями новых видов. Наименьшее число видов рыб и миног (35 видов) отмечено в водных объектах бассейна Белого моря, что обуславливается уязвимостью холодноводной северной ихтиофауны (Коновалов и др., 2015).

Расположение Вологодской области на водоразделе трех морей способствовало тому, что у миног и многих видов рыб по территории региона

проходит граница естественного ареала (таблица 3). Доля таких видов в водных объектах бассейна Белого моря составляет порядка 43% от их общего количества, а в Каспийском и Балтийском бассейнах – по 54% соответственно. При этом во всех трех бассейнах заметно преобладают виды, обитающие на северной границе ареала, особенно в водоемах бассейна Каспийского моря (44% от общего числа видов). Большинство популяций видов, распространенных близ северной границы ареала, имеют в регионе стабильную или растущую численность, тогда как аналогичные показатели большинства популяций рыб, населяющих южную, западную и восточную границы естественного ареала, в последние десятилетия закономерно снижаются (таблица 3).

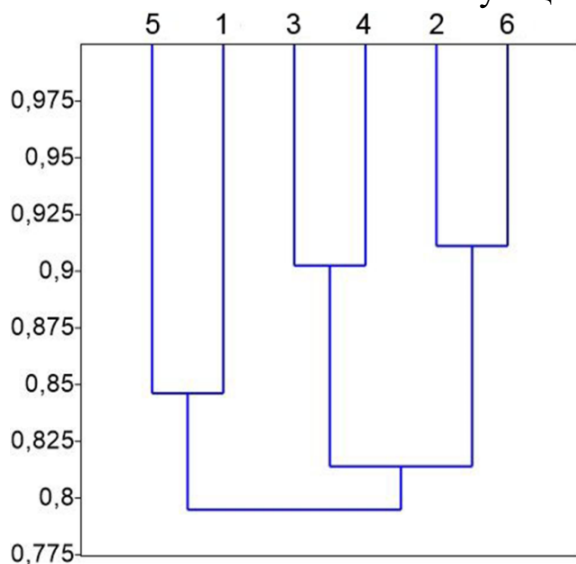


Рисунок 3. Дендрограмма сходства ихтиофауны различных бассейнов по видовым спискам водоемы, расположенные на территории Вологодской области в бассейнах морей: 1 – Белого, 2 – Каспийского, 3 – Балтийского; 4 – Онежское озеро и водоемы его бассейна на территории Республики Карелия (Ильмаст, 2012); 5 – пресноводные водоемы Архангельской области (Новоселов, 2007); 6 – водоемы бассейна Рыбинского водохранилища (Рыбы Рыбинского..., 2015)

За счет саморасселения новых видов рыб в водных объектах, принадлежащих к разным бассейнам, на территории Вологодской области наблюдается сглаживание отличий по составу фауны. В результате ихтиофауна пресноводных бассейнов Каспийского, Белого и Балтийского морей в границах региона по видовому составу со временем приобретает все более сходный характер. Подтверждением этого являются высокие коэффициенты сходства Сьёренсена, которые для сравниваемых бассейнов составляют около 80%. Тем не менее, ихтиофауна водных объектов каждого из трех бассейнов на территории Вологодской области по видовому составу остается ближе к водоемам тех же бассейнов в соседних регионах (рисунок 3).

Фаунистические комплексы лучеперых рыб и миног

Населяющие водные объекты Вологодской области рыбы и миноги принадлежат к десяти фаунистическим комплексам, из которых представители шести комплексов – арктического пресноводного, арктобореального, бореальных предгорного и равнинного, пресноводных амфибореального и понтического, формируют ядро современной ихтиофауны региона (Коновалов, 2016 а). Большинство представителей фаунистических комплексов высокоширотного происхождения («северные виды») – арктического пресноводного, арктобореального и бореального предгорного, имеют в регионе снижающуюся численность и, как правило, ограниченное распространение (таблица 4).

Из 16 видов и внутривидовых форм миног и костных рыб, занесенных в Красную книгу Вологодской области, к трем рассматриваемым фаунистическим

комплексам относятся 11 таксонов, а естественный ареал в регионе за счет саморасселения расширяли только 3 вида рыб. За период с 1980-х по 2010-е гг. в условиях потепления климата суммарная доля в промысловых уловах холодноводных представителей арктического пресноводного комплекса корюшки, налима, ряпушки и сига уменьшилась в два раза – с 37 до 19%.

Таблица 4. Характеристика рыб и миног, обитающих в водных объектах Вологодской области, относящихся к основным фаунистическим комплексам (по: Коновалов, 2016 а, с уточнениями и дополнениями)

Фаунистические комплексы	число видов	виды, имеющие в Вологодской области популяции			
		со стабильной или растущей численностью	с сокращающейся численностью	с промысловой значимостью*	самопроизвольно расширяющие ареал
1. Арктический пресноводный	8	нельма**, а также корюшка, палия и налим в Онежском озере	все кроме нельмы**, а также корюшки, палии и налима в Онежском озере	корюшка, налим, ряпушка, сиг	корюшка, ряпушка
2. Арктобореальный	4	миноги речная и ручьевая	колюшка девятииглая	отсутствуют	колюшка девятииглая
3. Бореальный предгорный	7	гольян, голец усатый, подкаменщик обыкновенный	хариус, лосось, кумжа	отсутствуют	отсутствуют
4. Бореальный равнинный	13	все виды, кроме щуки, голяна озерного	щука	плотва, щука, окунь, ерш	отсутствуют
5. Пресноводный амфибореальный	6	все виды кроме вьюна	судак в Белом озере	судак, берш	стерлядь, сазан, сом, судак, берш
6. Понтический пресноводный	12	все виды, кроме подуста волжского, синца в Белом озере	подуст волжский, синец в Белом озере	лещ, синец, чехонь	синец, белоглазка, жерех, чехонь, красноперка
7. Остальные комплексы	4	тюлька, рогатка, ротан-головешка	угорь	отсутствуют	угорь, тюлька, ротан-головешка

Примечание: * – виды, доля которых составляет более 1% от общего вылова рыбы в водных объектах Вологодской области; ** – за счет искусственного воспроизводства.

К бореальному равнинному фаунистическому комплексу (**«фоновые виды»**) относится наибольшее количество представителей региональной ихтиофауны – около 24% от общего числа видов (таблица 4). Все виды этого комплекса, за исключением озерного голяна *Rhynchocypris percniurus*, хорошо адаптированы к условиям водоемов таежной зоны, имеют широкое распространение и высокую численность в пределах Вологодской области. Окунь речной, ерш обыкновенный и плотва доминируют в ихтиоценах большинства водоемов и водотоков Вологодской области, являясь значимыми объектами любительского и промышленного рыболовства. В то же время при многолетнем потеплении климата и высокой промысловой нагрузке доля щуки по биомассе в общих уловах в регионе с 1970-х по 2010-е гг. сократилась с 12 до 6%.

Представители пресноводных амфибореального и понтического фаунистических комплексов (**«южные виды»**) в регионе имеют относительно стабильную, а чаще растущую численность, за исключением ограниченно

распространенных вьюна *Misgurnus fossilis* и волжского подуста *Chondrostoma variable* (таблица 4). При этом в Красную книгу региона занесены искусственно воспроизводимая в регионе стерлядь, а также подуст и белоперый пескарь *Romanogobio albipinnatus*, известный по единственной находке (Коновалов и др., 2019). За период с 1970-х по 2010-е гг. доля рыб пресноводных амфибореального и понтического комплексов леща *Abramis brama*, чехони *Pelecus cultratus*, судака и берша *Sander volgensis* в промысловых уловах возросла с 23 до 45%. Из них наиболее быстрыми темпами повсеместно, кроме Онежского озера, растет численность популяций леща. К пресноводным амфибореальному и понтическому фаунистическим комплексам принадлежит свыше 60% всех видов региональной ихтиофауны, самопроизвольно расселяющихся за границей своих ареалов. Активность по расселению за пределами зоны естественного распространения в регионе проявляют все виды пресноводного амфибореального комплекса, кроме вьюна, и более 40% представителей понтического пресноводного комплекса.

Структура ихтиофауны и сукцессия рыбного населения

Наиболее высокая **скорость трансформации** видового состава ихтиофауны водных объектов основных бассейнов стока на территории Вологодской области за 150 – 200-летний период характерна для бассейна Каспийского моря (СИИ = 0,45). В водных объектах Балтийского (СИИ = 0,36) и Беломорского бассейнов (СИИ = 0,30) изменения видового состава ихтиофауны происходили с меньшей интенсивностью. Происходящие изменения до 1980-х гг. в основном обуславливались попытками акклиматизации новых видов и выпадением ряда проходных рыб при зарегулировании стока, а начиная с 1980-х гг. – преимущественно саморасселением тепловодных видов при потеплении климата (рисунок 4).

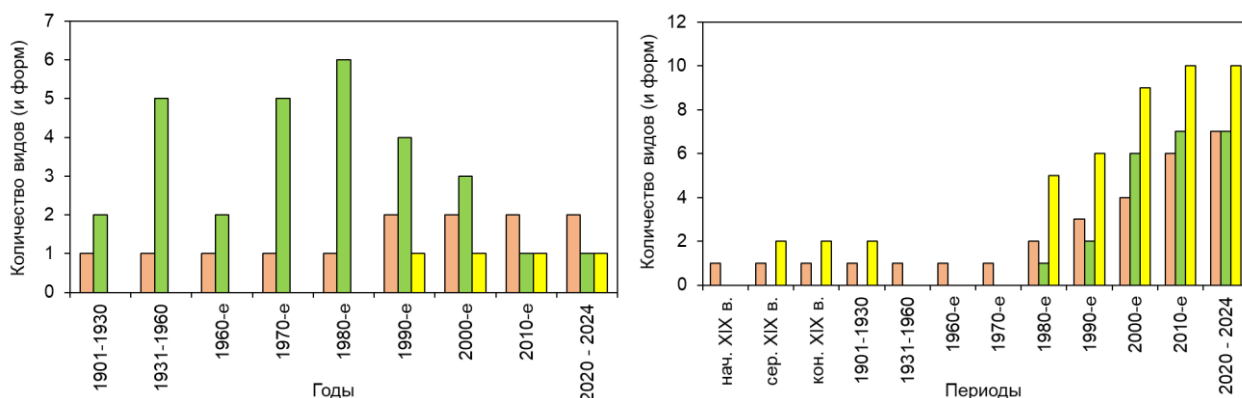


Рисунок 4. Изменение количества новых видов (и форм) рыб, появившихся в результате интродукции (слева) и саморасселения в водных объектах трех бассейнов стока в границах Вологодской области;
бассейны морей: (оранж.) – Белого; (зелен.) – Каспийского; (желт.) – Балтийского

По количеству видов во всех трех водных бассейнах региона основу рыбного населения сформировали представители бореального равнинного фаунистического комплекса (около 30%) (рисунок 5). В водных объектах

Балтийского (28% от общего) и Беломорского бассейнов (34%) в сравнении с водоемами Каспийского бассейна (16%) сохранилось более высокое количество представителей арктического пресноводного и бореального предгорного фаунистических комплексов. В водных объектах Каспийского бассейна более высокую долю имели представители понтического пресноводного и пресноводного амфибореального комплексов (42%).

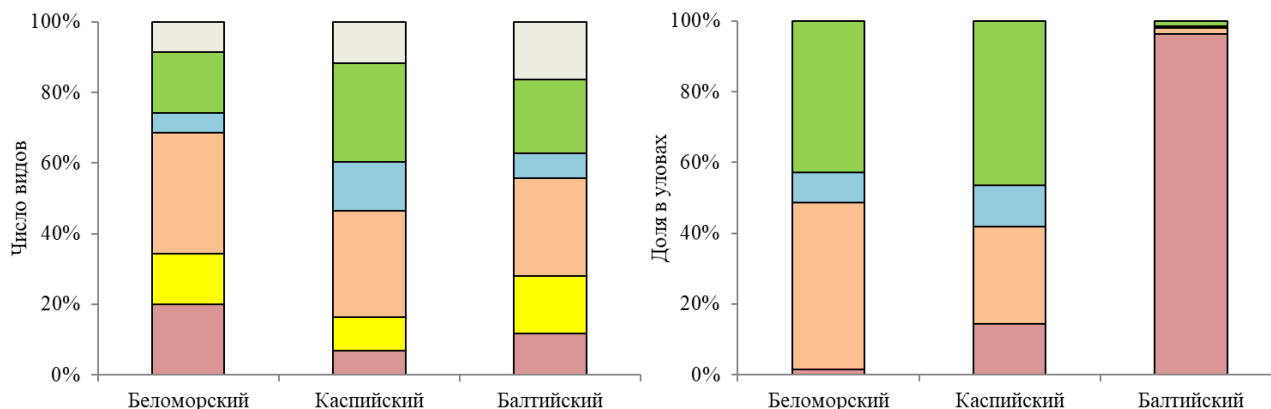


Рисунок 5. Соотношение рыб и миног основных фаунистических комплексов по числу видов и доле в общих уловах в среднем за период с 1970-х по 2010-е гг. в водных объектах бассейнов трех морей на территории Вологодской области: (■) – арктический пресноводный; (■) – бореальный предгорный; (■) – бореальный равнинный; (■) – пресноводный амфибореальный; (■) – понтический пресноводный; (■) – прочие

Представители понтического пресноводного комплекса также имели высокую долю в структуре рыбного населения водных объектов бассейна Балтийского моря (21%), при наличии популяций южных вселенцев в юго-восточной части бассейна Онежского озера. Ядро современного рыбного населения по **биомассе и объемам вылова** в водных объектах, относящихся к Беломорскому (90%) и Каспийскому бассейнам (73%), составляли представители бореального равнинного и пресноводного понтического фаунистических комплексов, а в Балтийском – пресноводного арктического фаунистического комплекса (96%) (рисунок 5).

В водных объектах всех трех водных бассейнов на территории Вологодской области **по количеству видов** заметно преобладали рыбы-фитофилы по предпочитаемому нерестовому субстрату (свыше 40%), а также относительно тепловодные виды (37 – 54%) и рыбы-эврифаги по способу питания (39 – 47%). В водоемах Беломорского и Каспийского бассейнов в составе уловов **по биомассе** абсолютно доминировали рыбы-фитофилы (83 и 64% соответственно) и относительно тепловодные виды (80 и 78%), а также рыбы-ихтиофаги (34 и 28%) и бентофаги (49 и 30%). В то же время в Балтийском бассейне по массе в уловах преобладали рыбы-псаммофилы (93%), холодноводные виды (96%) и рыбы-ихтиофаги (80%).

По составу и количественным показателям рыбного населения водные объекты Балтийского бассейна ближе всего к начальной стадии сукцессии, поскольку там преобладали первоначально заселившие их представители «северных» видов. В ходе сукцессии рыбного населения в водных объектах

Беломорского бассейна «северные» виды в значительной степени оказались замещены «фоновыми» и отчасти «южными» видами, а в водоемах Каспийского бассейна – частично «фоновыми», а преимущественно «южными» видами. Таким образом, по степени продвинутости сукцессионных изменений в структуре рыбного населения водные объекты региона, в зависимости от принадлежности к бассейну стока, ранжируются по возрастающей в следующей последовательности: водоемы Балтийского – Беломорского – Каспийского бассейнов.

Основные направления изменений в структуре рыбного населения наиболее крупных водных объектов Вологодской области (Шекснинское и Рыбинское водохранилища, озера Онежское, Белое, Кубенское и Воже) за период с 1970-х по 2010-е гг. связаны с увеличением биомассы и уловов представителей бореального равнинного, понтического пресноводного и пресноводного амфибореального фаунистических комплексов при уменьшении биомассы и вылова рыб пресноводного арктического комплекса (рисунок 6).

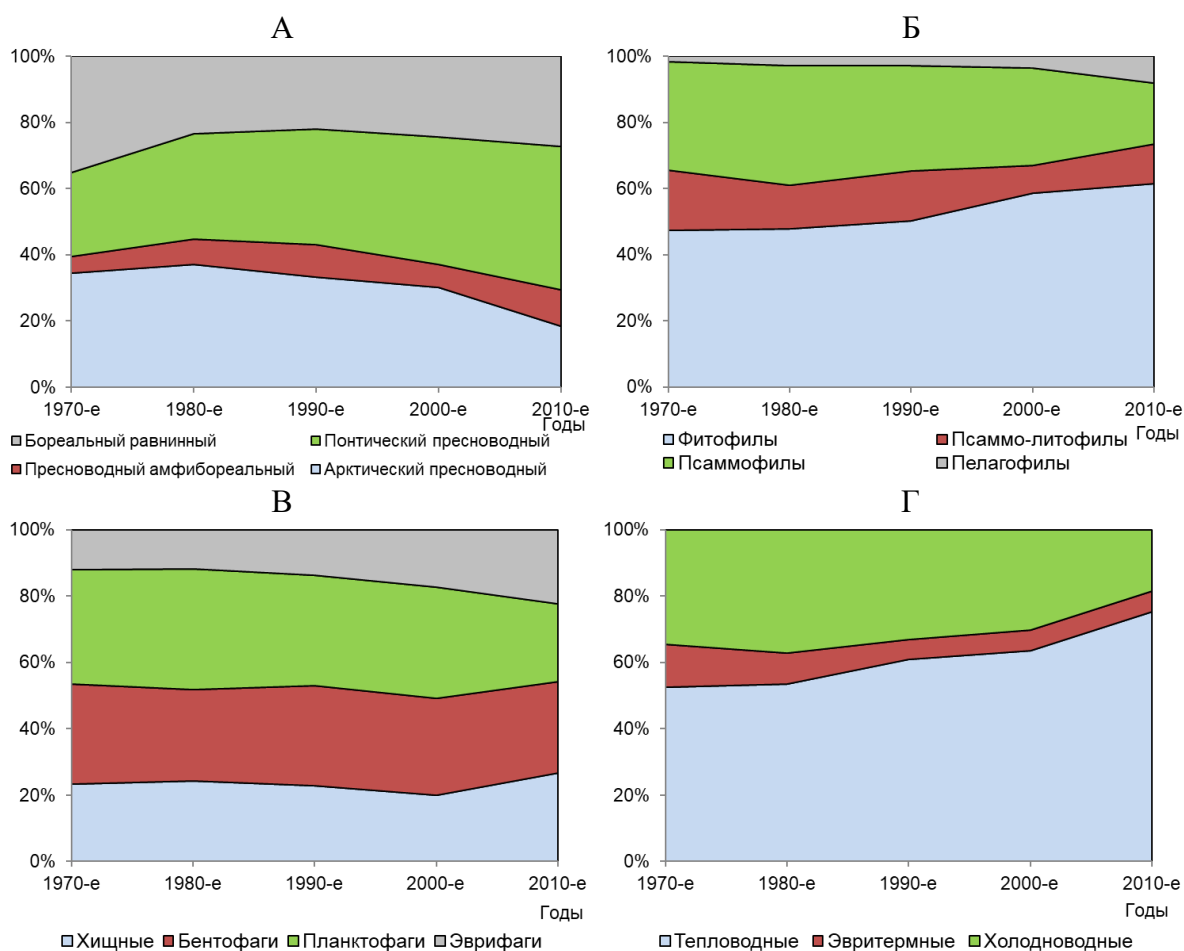


Рисунок 6. Соотношение рыб основных фаунистических комплексов (А) и экологических групп по типу нерестового субстрата (Б), способу питания (В) и отношению к температуре воды (Г) по доле в общих уловах (%) за период с 1970-х по 2010-е гг. в водных объектах Вологодской области

Важнейшей предпосылкой изменений структуры рыбного населения стало вызванное потеплением климата сокращение биомассы и сужение ареалов

холодноводных и эвритермных рыб и миног и их замещение тепловодными видами. Наблюдаемые перестройки также представляли собой рост биомассы рыб, нерестующих на затопленных растениях, а также рыб-эврифагов. Многолетний рост средневегетационной температуры воды основных рыбохозяйственных водоемов региона на примере Белого озера хорошо коррелирует (по Спирмену) с увеличением биомассы и уловов представителей понтического пресноводного фаунистического комплекса ($r_s = 0,55$, $p < 0,05$), тепловодных рыб ($r_s = 0,63$, $p < 0,05$) и рыб-эврифагов ($r_s = 0,54$, $p < 0,05$) и одновременно – со снижением вылова и запасов представителей пресноводного арктического комплекса ($r_s = -0,60$, $p < 0,05$), холодноводных рыб ($r_s = -0,60$, $p < 0,05$), рыб-псаммофилов ($r_s = -0,60$, $p < 0,05$) и планктофагов ($r_s = -0,55$, $p < 0,05$).

В условиях потепления климата, наблюдаемые изменения являются следствием ускорения в последние десятилетия естественной сукцессии, связанной с вытеснением представителей холодноводной ихтиофауны, первоначально заселившей водоемы региона («северные» виды), их замещением на экологически более пластичных представителей, характерных для бореальной зоны («фоновые» виды) и более южных широт («южные» виды). Учитывая темпы потепления климата, в регионе можно прогнозировать дальнейшее повышение численности и биомассы популяций леща, чехони, синца *Ballerus ballerus*, берша, густеры, а также второстепенных промысловых видов бореального равнинного фаунистического комплекса, включая окуня, плотву, ерша, которые слабо востребованы промыслом.

5.3 Редкие и уязвимые рыбы и миноги

В водных объектах Вологодской области к категории редких и уязвимых, а также сравнительно недавно исчезнувших в регионе рыб и миног, могут быть отнесены 4 вида миног и 42 вида лучеперых рыб. В разделе выполнен обзор распространения редких и уязвимых видов рыб и миног в водных объектах Вологодской области по бассейнам трех морей, с учетом статуса редкости отдельных видов (Коновалов и др., 2014 а).

Из 20 видов рыб и миног, которые наиболее быстрыми темпами сокращают в регионе свою численность и распространение, 12 видов являются холодноводными и потому особенно чувствительными к климатическим изменениям. Поэтому потепление климата в настоящее время является одной из главных угроз сокращения разнообразия ихтиофауны региона. Из 23 видов рыб, имеющих в силу естественных причин низкие показатели численности и распространения, 12 видов сформировали, или еще формируют популяции за пределами естественного ареала в результате саморасселения. В настоящее время около 20 редких и уязвимых видов рыб, или порядка 50% от общего их числа, могут быть отнесены к категории потенциально ценных объектов промысла в Вологодской области. Из них порядка 10 видов в настоящее время практически потеряли в регионе промысловое значение.

В разделе обобщены сведения о редких и исчезающих видах и внутривидовых таксонах рыб, занесенных в актуальную редакцию Красной

книги Вологодской области 2022 г., в сравнении с предыдущей версией 2006 г.; уточнены категории (статусы) редкости подлежащих охране таксонов. С учетом сведений о распространении и численности в регионе, в действующую редакцию были добавлены 2 новых вида миног и 5 видов рыб, а 2 вида рыб – исключены. Таким образом, в современную редакцию перечня видов, занесенных в Красную книгу Вологодской области, вошли 4 вида миног и 12 видов рыб, а еще 11 видов и/или популяций рыб должны стать объектами мониторинговых наблюдений в естественных местообитаниях.

Из 16 таксонов современной Красной книги Вологодской области 11 видов (почти 70%) являются холодноводными, а остальные 5 видов обитают на границе естественного ареала. К категории видов, нуждающихся в научном мониторинге их состояния в водных объектах области, отнесены отдельные сокращающиеся в численности промысловые популяции холодноводных рыб (ряпушка, сиг, хариус) и обитающие на границе ареала эвритермные и тепловодные виды. Таким образом, для большинства рассматриваемых видов (таксонов) наблюдающееся потепление климата создает серьезную угрозу для обитания в регионе.

Глава 6. Влияние интродукций и саморасселения рыб на видовой состав рыбного населения водных объектов Вологодской области

6.1 Акклиматизация рыб и ее результаты

В водные объекты Вологодской области с целью натурализации и/или пастбищного выращивания на естественной кормовой базе вселялось 20 видов и 8 внутривидовых и гибридных форм рыб (Коновалов, 2014 а, 2015 а). Из них 7 видов и 4 внутривидовых и гибридных формы являются чужеродными для ихтиофауны региона. Это белый амур *Ctenopharyngodon idella*, толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix*, канальный сомик *Ictalurus punctatus*, муксун *Coregonus muksun*, пелядь *Coregonus peled*, радужная форель (микижа) *Oncorhynchus mykiss*, головешка-ротан *Perccottus glenii*, а также ладожские рипус и сиг-лудога, чудской сиг, пелчир. Редкими и уязвимыми формами в Вологодской области, в отношении которых реализовывались мероприятия по вселению или выращиванию, являются стерлядь, сазан *Cyprinus carpio*, обыкновенный сом *Silurus glanis*, европейская ряпушка, сиг обыкновенный, нельма, а также онежский килец и сиг-нельмушка. Только семь видов рыб – лещ, щука, золотой *Carassius carassius* и серебряный караси *C. auratus*, линь *Tinca tinca*, снеток и судак, переселявшихся в новые для них водоемы, являются в регионе относительно широко распространенными и местами имеющими высокую численность. В разделе выполнен обзор рыбохозяйственной акклиматизации рыб, включая мероприятия, осуществлявшиеся с целью натурализации и формирования самовоспроизводящихся популяций, случайной интродукции, а также пастбищного выращивания рыб.

В Вологодской области акклиматизационные мероприятия осуществлялись на территории 14 муниципальных округов (ранее районов) из 26 существующих, в крупные озера – Онежское, Белое, Кубенское, Воже,

водохранилища Шекснинское и Рыбинское, не менее чем в 46 малых и средних озерах, в реку Суда и многочисленные искусственные водоемы (Коновалов, 2014 а, 2015 а). В основном работы проводились в северо-западных и западных округах Вологодской области, где расположено наибольшее количество малых и средних озер. Акклиматизационные мероприятия в Вологодской области наиболее активно велись в 1920-е – 1930-е гг. и в 1960-е – 1980-е гг., когда было задействовано порядка 20 – 30 водных объектов – преимущественно малых и средних озер (рисунок 7).

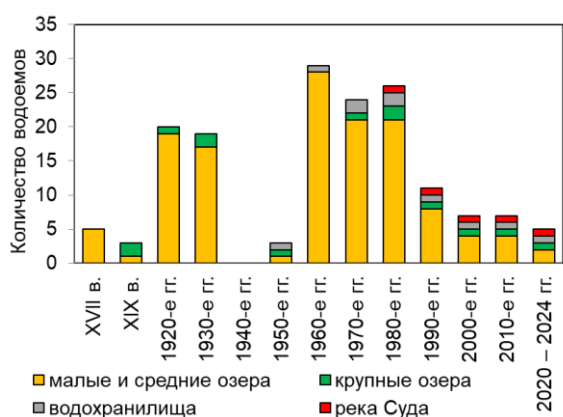


Рисунок 7. Количество водных объектов в Вологодской области, на которых велись акклиматизационные и рыбоводные работы

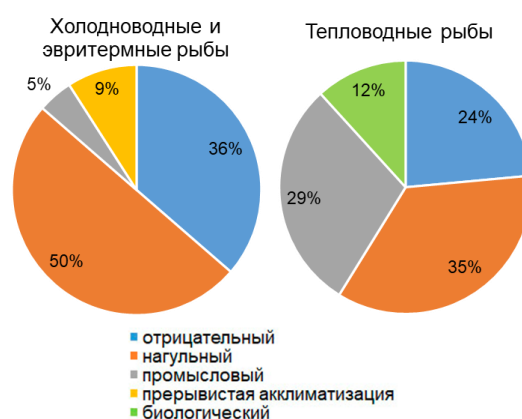


Рисунок 8. Рыбохозяйственные эффекты при осуществлении акклиматизационных работ в водных объектах Вологодской области

Большинство экспериментов по акклиматизации в регионе холодноводных рыб осуществлялось в основном в 1920-е – 1980-е гг., и имело отрицательный, либо нагульный эффекты, когда последствия потепления климата еще почти не проявлялись (рисунок 8). Попытки акклиматизации тепловодных рыб в регионе в целом были более результативны и чаще приводили к биологическому и даже промысловому эффектам.

Мероприятия по выпуску рыб с целью натурализации и случайная интродукция

К этой категории рыб-вселенцев относятся 19 видов, которые выпускались более чем в 40 водных объектах Вологодской области. Чужеродными для региона можно считать лишь 6 видов рыб – белого амура, белого толстолобика, канального сомика, пелядь, радужную форель и головешку-ротана, а также внутривидовые формы – ладожского и уральского рипусов, сигов лудогу и чудского (Коновалов, 2014 а, 2015 а).

Наиболее широкий охват естественных водоемов для вселения отмечался для обыкновенного сига (особенно чудского), карпа, пеляди и судака (Коновалов, 2014 а, 2015 а). Эти виды, являющиеся ценными объектами промышленного и любительского рыболовства, в пределах естественного ареала хорошо приспосабливаются к разнотипным условиям обитания, что стало причиной их широкого использования для акклиматизационных работ. В

Вологодской области все эти виды вселялись преимущественно в различные малые водоемы, а судак – также в крупные озера Кубенское и Воже бассейна Белого моря. В искусственных водоемах в 1990-е – 2000-е гг. рыболовами-любителями и аквариумистами широко расселялся головешка-ротан.

Наиболее значимые результаты были получены при попытках интродукции в регионе 7 видов рыб – леща, золотого и серебряного карасей, головешки-ротана, корюшки, сига и судака (Коновалов, 2015 а). В частности, успех по вселению первых четырех тепловодных и относительно нетребовательных к среде обитания видов рыб был связан с их включением в состав ихтиоценов зарастающего малого озера (лещ в озере Ухтомьярское) и небольших прудов (караси и головешка-ротан). Европейская корюшка (снеток) успешно натурализовалась в Сиверском озере после переселения монахами в XVII в. из Белого озера. Однако ускоряющееся в последние десятилетия потепление климата создало угрозу утраты этой и других популяций данного вида в малых озерах Кирилловского округа.

С научной и практической точки зрения наиболее важны результаты акклиматизации в регионе чудского сига и судака (Коновалов, 2015 а). Так, из 18 водоемов, в которые проводились выпуски чудского сига, наибольший успех имело вселение этой формы в 1920-е гг. в Лозско-Азатское озеро (Тихий, 1941). В этом водоеме сиг в течение нескольких десятилетий успешно размножался и постоянно встречался в составе уловов (Тихий, 1941, 1953; Болотова, Зуянова, 1994). Общий вылов чудского сига с 1946 по 1999 гг. в Лозско-Азатском озере в составе промысловых уловов составил около 5 т.

Примером экономически наиболее успешной акклиматизации ценного вида рыб, проводившейся с целью натурализации, стало вселение судака в крупные озера Кубенское и Воже (Коновалов, 2007 в, 2014 а, 2015 а), где этот вид сформировал устойчивые самовоспроизводящиеся популяции, в отдельные годы достигая 23% от общего вылова в озере Кубенское и 62% – в озере Воже (рисунок 9). К отрицательным последствиям акклиматизации судака в озера Кубенское и Воже относится пресса хищников на исчезающие популяции ценных видов корюшковых и сиговых рыб, а также саморасселение в другие водоемы.

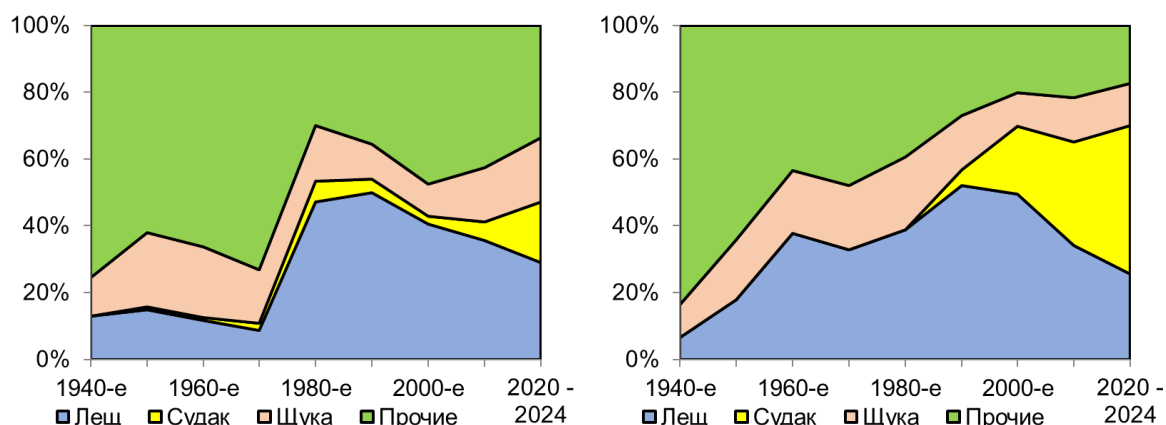


Рисунок 9. Изменение доли в общих уловах (%) основных промысловых видов рыб в озерах Кубенское (слева) и Воже в 1940-е – 2024 гг.

Пастбищное выращивание рыб на естественной кормовой базе в водоемах Вологодской области

С целью пастбищного выращивания в водных объектах Вологодской области содержалось 9 видов рыб (Коновалов, 2015 а). Это русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii*, белый амур, сазан (капп), белый толстолобик, сиг обыкновенный (в т. ч. лудога и чудской), муксун, пелядь (в т. ч. пелчир), щука и микижа (радужная форель). Все эти виды, за исключением сазана, щуки и сига, являются чужеродными для ихтиофауны региона, а русский осетр исчез в начале XX в. В пределах региона для товарного выращивания рыбы использовалось более 30 водных объектов, из которых свыше 25 водоемов относятся к группе малых и средних озер.

В 1960-е – 1980-е гг. положительный региональный опыт был приобретен по товарному выращиванию холодноводных объектов пастбищного рыбоводства – пеляди и муксуна на естественной кормовой базе малых озер Лозско-Азатского озерного рыбоводного хозяйства (Коновалов, 2014 а, 2015 а). Основным объектом товарного выращивания была пелядь, которая выпускалась более чем в 20 водоемов. Наибольший выход товарной рыбы был получен на главном водоеме хозяйства – Лозско-Азатском озере, которое периодически зарыблялось личинками и молодь пеляди до 1982 г. С 1969 по 1984 гг. ежегодный вылов пеляди в этом водоеме колебался от 0,1 до 4,5 т. Наибольший улов приходился на середину 1970-х гг., когда доля пеляди ежегодно составляла до 15% от общего вылова рыбы в водоеме. В составе уловов в Лозско-Азатском озере пелядь перестала встречаться с начала 1990-х гг. Попытки товарного выращивания на естественной кормовой базе озер других ценных видов рыб, включая белого амура, сига, муксуна, радужной форели и др., как правило, давали лишь небольшой и временный положительный результат.

6.2 Саморасселение рыб по магистральным водным путям

Основным фактором, объединившим водосборные бассейны Каспийского, Белого и Балтийского морей стала прокладка судоходных водных путей, что создало предпосылки для расселения многих видов рыб, особенно в последней четверти XX в. на фоне потепления климата (Konovalov et. al., 2015). Расселению рыб в водных объектах Вологодской области способствовали Волго-Балтийский (ранее – Мариинский), Северо-Двинский, а также Северо-Екатерининский водные пути. Через магистральные водные системы в бассейнах Каспийского, Белого и Балтийского морей в течение нескольких десятилетий распространялись, расширяя свой ареал, как в границах региона, так и за его пределами, около 20 видов костных рыб. Из них 6 видов – черноморско-каспийская тюлька *Clupeonella cultriventris*, тупоносый бычок *Proterorhinus semipellucidus*, пелядь, толстолобик, белый амур и головешка-ротан – являются чужеродными для ихтиофауны региона. Остальные 15 видов смогли существенно расширить естественный ареал в границах Вологодской области и начать освоение новых акваторий в соседних регионах.

Распространение новых видов рыб через границы бассейнов трех морей

В разделе выполнен обзор распространения рыб по магистральным водным путям через границы бассейнов трех морей, происходившего с первой половины XIX в. по настоящее время. Рассмотрены пути формирования популяций ценных промысловых видов – стерляди и сома (рисунок 10), которые в XIX в. из рек и озер Каспийского бассейна распространились по каналам в бассейнах Сухоны и Северной Двины (стерлядь), а также в притоках и южной части Онежского озера (стерлядь и сом). В последние десятилетия при потеплении климата сом начал не только активно расселяться в водных объектах бассейна верхней Волги, все чаще встречаясь в уловах в Шекснинском водохранилище и в Белом озере, но и повторно проник и распространяется в водохранилищах реки Вытегра бассейна Онежского озера.

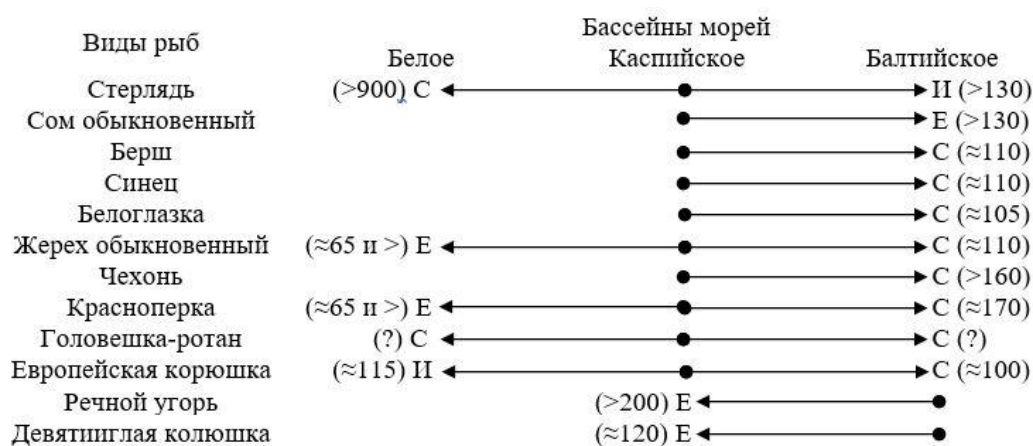


Рисунок 10. Распространение рыб по каналам водных путей через границы бассейнов Белого, Каспийского и Балтийского морей на территории Вологодской области: И – в настоящее время вид исчез в водоеме-реципиенте; Е – представители вида встречаются единично; С – вид сформировал самовоспроизводящиеся популяции. В скобках указано примерное расстояние от вероятного ближайшего центра расселения, км (по: Konovalov et. al., 2015, с уточнениями и дополнениями)

Во второй половине XX в. при потеплении климата по Волго-Балтийской водной системе в бассейне реки Вытегра расселились тепловодные представители пресноводных понтического и амфибореального комплексов: берш, синец, белоглазка *Ballerus sapa*, жерех *Leuciscus aspius*, чехонь и красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (Konovalov et. al., 2015), обитавшие на северной границе естественного ареала в реке Шексна, Белом озере и его притоках (рисунок 10). В настоящее время все эти виды рыб сформировали популяции в Новинкинском, Белоусовском и Вытегорском водохранилищах (Борисов и др., 2013), где синец, чехонь и красноперка встречаются, начиная с 1980-х гг., а берш – с 2000-х гг. Оценено распространение этих видов рыб, их численность в исследовательских уловах в водоемах и водотоках, связанных с Онежским озером. Также рассмотрены пути формирования популяций тепловодных видов рыб в бассейнах рек Сухона и Северная Двина (рисунок 10), где в 1960-е – 1980-е гг. отмечалось расселение белоглазки и чехони, начиная с 1990-х гг. – жереха, а с начала 2020-х гг. – красноперки.

Особый интерес представляют немногочисленные случаи расселения в регионе короткоциклового холодноводного рыб – корюшки европейской (снетка) и ряпушки, отмечавшиеся в периоды высокой численности их популяций в материнских водоемах. Так, созданный в XIX в. Северо-Двинский канал позволил снетку из озера Белое распространиться в Кубенское озеро (Данилевский, 1862; Konovalov et. al., 2015), сформировать там малочисленную популяцию (рисунок 10), существовавшую вплоть до середины XX в., а возможно и до конца 1970-х гг. (Лебедев, 1977). Из озера Белое снеток по реке Ковжа поднялся в бассейн Вытегры (рисунок 10), где в 1980-е – 2010-е гг. регулярно встречался в исследовательских уловах в Новинкинском, Вытегорском и Белоусовском водохранилищах (Konovalov et. al., 2015). В конце 2000-х – начале 2010-х гг. в составе ихтиофауны этих водохранилищ была обнаружена ряпушка, размерно-возрастные характеристики и морфологические особенности которой близки к таковым у популяций из озер Белое и Ковжское, что позволяет предположить о ее происхождении как мигранта из бассейна Белого озера.

Эвритермный представитель арктобореального комплекса – девятииглая колюшка *Pungitius pungitius* – из бассейна Онежского озера через Волго-Балтийскую систему проник в озеро Белое (рисунок 10), где его немногочисленная популяция была обнаружена сотрудниками ИБВВ РАН в 1986 г. в устье реки Кема (Яковлев, Слынько, Кияшко, 2001).

Судоходные водные пути, по-видимому, сыграли определенную роль в распространении экзотического инвазивного вида головешки-ротана и катадромного вида речного угря *Anguilla anguilla* (Konovalov et. al., 2015). Так, ротан был впервые пойман в Рыбинском водохранилище в границах региона в 1994 г. (Зеленецкий, 2006), а в конце 2000-х гг. также был отмечен в реках верхневолжского бассейна, куда он проник при саморасселении (Konovalov et. al., 2015). Существует вероятность дальнейшего распространения ротана через каналы Волго-Балтийской и Северо-Двинской систем в бассейнах Онежского озера и реки Сухона. Речной угорь по каналам Волго-Балтийской водной системы, вероятно, распространяется из бассейна Балтийского моря в водные объекты верхней Волги (рисунок 10), где этот вид зарегистрирован в Шекснинском водохранилище и Белом озере, а также в притоках Рыбинского водохранилища, включая бассейн Мологи.

Расселение рыб в границах бассейнов Каспийского и Белого морей

В 1940-е гг. европейская корюшка (снеток) и европейская ряпушка спустились из Белого озера по реке Шексна и начали формировать популяции в Рыбинском водохранилище (Васильев, 1950; Konovalov et. al., 2015), которые в последующие десятилетия расселились вниз по Волге вплоть до Саратовского водохранилища (Коскова, 1977; Яковлев, Слынько, Кияшко, 2001; Атлас пресноводных рыб..., 2003). В последние десятилетия при потеплении климата численность этих рыб в волжских водохранилищах сильно сократилась (Слынько, Кияшко, 2012; Герасимов и др., 2018). В 1970-е – 1990-е гг. после рыбоводно-акклиматизационных мероприятий в Каспийском бассейне

отмечалось расселение холодноводного вида пеляди, а начиная с 2000-х гг. – целого ряда тепловодных видов рыб – сазана (карпа), стерляди, белого амура, белого толстолобика и канального сомика (Kononov et. al., 2015; Рыбы Рыбинского..., 2015), распространение которых проанализировано в разделе.

Южные вселенцы в бассейне Каспийского моря в водных объектах Вологодской области представлены формирующимися популяциями чужеродных видов черноморско-каспийской тюльки и тупоносого бычка (Kononov et. al., 2015; Karabanov et. al., 2023). Так, тюлька через каскад волжских водохранилищ в первой половине 1990-х гг. проникла в Рыбинское водохранилище (Яковлев, Слынько, Кияшко, 2001), к началу 2000-х гг. широко распространилась по речной части Шекснинского водохранилища (Степанов, 2011; Слынько, Кияшко, 2012), а в 2010-е гг. начала наращивать численность в Белом озере. Скопления тупоносого бычка осенью 2022 г. были обнаружены сотрудниками ИБВВ РАН на прибрежных мелководьях Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища (Karabanov et. al., 2023).

В бассейне Белого моря в водных объектах Северо-Двинской шлюзованной системы на протяжении XX в. описано постепенное распространение по каналам ряда тепловодных видов – судака, чехони, жереха, синца, сазана, красноперки, происходившее из реки Шексна, а позднее – из Шекснинского водохранилища (Borisov et. al., 2024). В результате в наиболее крупных озерах этой системы – Сиверское, Зауломское, Никольское, Бородаевское, Ферапонтовское, Кишемское и др. – сформировался богатый состав рыбного населения.

После успешных акклиматизационных мероприятий в Беломорском бассейне начал активно расселяться судак, распространившийся в бассейнах Онеги и Северной Двины вплоть до Белого моря (Новоселов, 2000; Козьмин, Шатова, 2001; Kononov et. al., 2015). Начиная с середины 2010-х гг., в бассейнах рек Сухона и Вага, а в начале 2020-х гг. – и в бассейне озера Воже, в период нерестовой миграции были зарегистрированы первые случаи поимки горбуши *Oncorhynchus gorbusha*, которая с 1950-х гг. акклиматизировалась в Белом море (Борисов и др., 2019). Очевидно, после успешной натурализации в последние десятилетия этот вид начал подниматься к нерестилищам, расположенным все дальше от моря.

Роль судоходных водных путей в саморасселении рыб в водных объектах Вологодской области в условиях потепления климата

В последние десятилетия при потеплении климата основным направлением саморасселения рыб по водным путям в регионе является их распространение с юга на север (Kononov et. al., 2015). В северном направлении через территорию Вологодской области расселялись преимущественно тепловодные и эвритермные виды, связанные по происхождению с Каспийским бассейном: стерлядь, тюлька, тупоносый бычок, сом, синец, белоглазка, сазан, жерех, чехонь, красноперка, берш, судак. Таким образом, с точки зрения специфики инвазионного процесса для территории Вологодской области бассейн Каспийского моря на протяжении XIX – XXI вв. являлся основным

«поставщиком» южных вселенцев в два других бассейна. Подтверждением этого является наиболее высокое количество видов-вселенцев (18 видов), составляющее почти 43% от общего числа всех зарегистрированных в Каспийском бассейне видов рыб. Исключением в этой группе рыб являлись короткоцикловые виды европейская корюшка (снеток) и европейская ряпушка, а также экзотический южный инвазионный вид ротан-головешка. Учитывая тенденции по активизации расселения южных видов рыб в северные экосистемы по водным путям, с учетом темпов потепления климата, существует вероятность проникновения в ближайшие десятилетия по Северо-Двинской системе в водные объекты бассейнов Кубенского озера и реки Сухона тюльки, синца, белоглазки, чехони, линя, берша, ротана и некоторых других видов (Kononov et. al., 2015).

Расселение с севера на юг через территорию Вологодской области по водным путям отмечалось лишь у трех холодноводных и эвритермных видов рыб – корюшки, ряпушки, девятииглой колюшки в периоды высокой численности их популяций в водоемах-донорах, а также катадромного вида речного угря и акклиматизированной в Белом море горбуши. Из них только виды с коротким жизненным циклом (корюшка и ряпушка), способные быстро восстанавливать численность после неблагоприятных изменений условий обитания, смогли проникнуть в новые биотопы водохранилищ верхней и средней Волги.

Глава 7. Динамика рыбного населения и эксплуатация водных биоресурсов основных рыбохозяйственных водоемов Вологодской области

7.1 Онежское озеро и водные объекты юго-восточного Прионежья

Общая характеристика ихтиофауны озера и его бассейна

В составе современной ихтиофауны Онежского озера и водных объектов его бассейна в границах Вологодской области зарегистрировано 2 вида миног и 41 вид рыб. Причем количество форм, общих для озера и его бассейна, составляет 72,1% от общего числа зарегистрированных видов. Спецификой рыбного населения Онежского озера и наиболее крупных водных объектов его бассейна является обилие холодноводных видов, доля которых составляла около 30% от общего числа видов рыб и миног. По мере удаления от Онежского озера и утраты с ним связи, в исследованных водных объектах отмечалось исчезновение части холодноводных форм и увеличение доли тепловодных видов.

Динамика структуры рыбного населения

Рыбное население Онежского озера в сравнении с остальными водными объектами Вологодской области сохраняется в состоянии, наиболее близком к первоначальным стадиям естественной сукцессии, начавшейся после отступления Валдайского оледенения. За более чем 50-летний период холодноводные рыбы пресноводного арктического фаунистического комплекса, нерестующие на плотных песчаных грунтах, обеспечивали более 90% биомассы общих уловов. Это свидетельствует о сравнительно низкой скорости

сукцессионных изменений рыбного населения водоема и его относительной устойчивости.

Лососевые рыбы юго-восточного Прионежья

В границах Вологодской области статус нерестовых притоков, в которые озерный лосось и озерная форель поднимаются для нереста, сохранили бассейны наиболее крупных рек – Андома с притоком Самина и Мегра. Реки Вытегра и Водлица, в которые в начале XX в. лосось поднимался для нереста (Пушкарев, 1915; Вещезеров, 1931), к настоящему времени, скорее всего, утратили статус нерестовых водотоков с учетом их серьезной антропогенной трансформации.

Первоначально основным фактором неблагоприятного воздействия на популяции лосося и кумжи являлся интенсивный промысел в акватории Онежского озера (Рыжков, Крупень, 2004). Причем, если в середине XX в. наибольшее воздействие на биомассу популяций лососевых рыб оказывал траловый промысел, то к началу XXI в. максимальное воздействие на их запасы стал оказывать браконьерский и неучтенный лов, приуроченный к устьевым участкам рек. Численность лососевых рыб в юго-восточной части бассейна Онежского озера в настоящее время также лимитируется ухудшением условий естественного воспроизводства при нарушении водного режима рек, их загрязнении отходами лесосплава, захламлении и загрязнении нерестилищ.

Исследования «ВологодНИРО» и «ГосНИОРХ им. Л.С. Берга» рек Андома, Самина и Мегра с основными притоками в 2023 и 2024 гг. подтвердили, что естественный нерест озерного лосося сохранился только в реке Андома, однако численность молоди была невелика и составляла 0,8 – 1,3 экземпляра на 100 м². Низкие показатели плотности распределения молоди лосося свидетельствуют о невысокой численности производителей, ежегодно добирающихся до нерестилищ. При современной низкой численности ежегодный отлов производителей не позволит обеспечить получение достаточного количества оплодотворенной икры, необходимого для организации эффективного искусственного воспроизводства андомского стада лосося. Поэтому по действующим технологиям организация мероприятий по искусственному воспроизводству озерного лосося андомской и мегрской популяций нецелесообразна. Наиболее перспективным подходом является формирование маточных стад этих форм с последующей организацией искусственного воспроизводства.

По результатам исследований в сентябре 2023 г. молодь кумжи была обнаружена как в самой реке Андома, так и во всех ее обследованных притоках – реках Самина, Чекша, Инжа, Ноздрига и ручей Ноздручей. По результатам аналогичных исследований осенью 2024 г. молодь кумжи была отмечена в реке Мегра и в ее притоках. Плотности распределения кумжи колебались от 3,6 до 16 экз. на 100 м². В целом современное состояние популяций кумжи в бассейнах рек Андома и Мегра стабильное, возрастной состав представлен особями разных возрастных групп, искусственного воспроизводства популяций не требуется.

7.2 Белое озеро

Общая характеристика ихтиофауны озера и ее изменения

В первой половине XX в. из состава ихтиофауны Белого озера при зарегулировании Волги выпали сазан и представители проходных осетровых рыб – русский осетр и белуга *Acipenser huso*, а также жилые формы стерляди. В настоящее время в составе ихтиофауны Белого озера насчитывается 35 видов рыб, из которых самовоспроизводящиеся популяции имеют 30 видов, а рыбы-вселенцы – стерлядь, тюлька, сазан, белый толстолобик и сом местные популяции не сформировали (Коновалов и др., 2024 а). Средний индекс изменения (СИИ) видового состава ихтиоцены Белого озера с 1902 г. на рубеже XX – XXI вв. составлял 0,19 – 0,22, что свидетельствует об относительно низкой скорости происходящих изменений.

Динамика структуры рыбного населения

Основными факторами трансформации рыбного населения Белого озера во второй половине XX в. стало зарегулирование стока при включении в состав Шекснинского водохранилища в 1963 – 1964 гг., а начиная с последней четверти XX в. – также потепление климата. Многолетний рост средневегетационной температуры воды Белого озера коррелирует с увеличением биомассы и уловов представителей понтического пресноводного фаунистического комплекса ($r_s = 0,52$, $p < 0,05$), тепловодных рыб ($r_s = 0,63$, $p < 0,05$) и рыб-эврифагов ($r_s = 0,53$, $p < 0,05$) и, одновременно, – со снижением вылова и запасов представителей пресноводного арктического комплекса ($r_s = -0,57$, $p < 0,05$), холодноводных рыб ($r_s = -0,57$, $p < 0,05$), рыб-псаммофилов ($r_s = -0,57$, $p < 0,05$) и планктофагов ($r_s = -0,62$, $p < 0,05$). Таким образом, в последние десятилетия продолжается тенденция усиления роли рыб понтического пресноводного комплекса в составе рыбного населения при снижении значимости пресноводного амфибореального и особенно пресноводного арктического комплексов. Увеличение значимости рыб, относящихся к понтическому пресноводному комплексу, в 1970-е – 1980-е гг. было связано с ростом численности и уловов синца, а впоследствии – леща, ставшего доминировать по биомассе и объемам рыбодобычи в Белом озере к началу XXI в. После 1980-х гг. в условиях потепления климата ускорилось уменьшение роли в уловах и снижение общей биомассы холодноводных представителей пресноводного арктического комплекса – снетка, ряпушки и налима. Сокращение значимости рыб пресноводного амфибореального фаунистического комплекса происходило за счет уменьшения роли в уловах и биомассы его важнейшего представителя – судака.

Многолетняя динамика уловов, численности и биомассы популяций судака и снетка в условиях потепления климата

Белое озеро вплоть до конца XX в. являлось водоемом со снетково-судачьим типом рыбного населения (Серенко, 1980, 1983; Водоватов, Серенко, 1981; Коновалов, 2004), однако начиная с 1970-х гг. водоем постепенно утрачивал этот статус за счет многолетнего сокращения численности и биомассы

популяций судака и снетка и их доли в общих уловах, превращаясь в «лещовый» водоем.

Динамика количественных показателей популяции судака Белого озера зависит от аналогичных изменений в популяции снетка, для которого, в свою очередь, важнейшим фактором многолетнего сокращения численности начиная с 1970-х гг. становится потепление климата (Коновалов, 2019). Многолетняя тенденция потепления климата создает угрозу снижения промысловой значимости популяций снетка и судака в Белом озере. За период наблюдений с 1976 по 2017 гг. наиболее стабильное состояние популяции судака Белого озера отмечалось во второй половине 1980-х гг., когда высокая численность маломерных рыб обеспечивала хорошее промысловое пополнение запасов, а обилие крупных особей способствовало формированию нерестового стада, достаточного для возникновения новых поколений со стабильной численностью. В 2000-е гг. началась наиболее крупная за последние 40 лет дестабилизация размерной структуры популяции судака Белого озера, проявившаяся в увеличении численности маломерных рыб, при сокращении численности крупных особей. В начале 2010-х гг. повышение численности крупного судака сопровождалось синхронным уменьшением численности маломерных рыб. В первой половине 2020-х гг. несмотря на общее сокращение численности популяции снетка наметился тренд восстановления биомассы промыслового запаса судака при появлении урожайных поколений 2016 и 2019 гг.

Промыслово-биологическая характеристика, состояние и эксплуатация промысловых запасов основных видов рыб

Озеро Белое, где сохранился наиболее интенсивный промысел, среди водных объектов Вологодской области характеризуется самым высоким освоением ОДУ и РВ водных биоресурсов, которое в среднем за период с 2015 по 2024 гг. составляло около 58% (Konovalov et. al., 2023). Причем наиболее высокие показатели освоения имели тепловодные виды рыб (61,1%). Многолетнее изменение величины вылова за 1 час учетного траления, а также динамика общих уловов отражают основные тенденции изменения биомассы наиболее востребованных промысловых видов рыб Белого озера (рисунок 11).

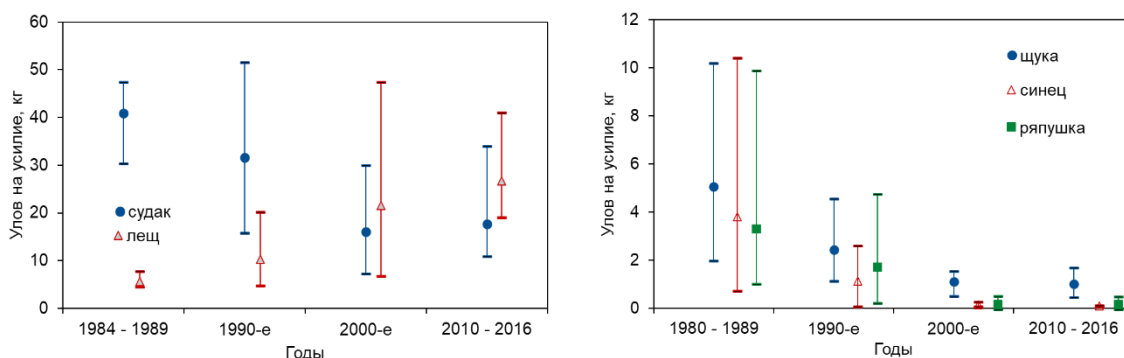


Рисунок 11. Средний улов судака, леща, щуки, синца и ряпушки за 1 час учетного траления в озере Белое в 1980 – 2016 гг.

В частности, после 1970-х – 1980-х гг. в водоеме росли биомасса запаса и вылов леща, чехони, берша, плотвы, окуня, густеры; тогда как значение в уловах и биомасса популяций судака, снетка, щуки, синца, ряпушки – сокращались.

Из рыб Белого озера, имеющих промысловое значение, четыре вида – лещ, судак, снеток и чехонь, могут быть отнесены к категории основных объектов промысла (Коновалов и др., 2024 а). При общей промысловой биомассе 3398 т, или порядка 50% от общей учтенной величины запаса промысловых видов, эти рыбы в 2015 – 2024 гг. обеспечивали средний ежегодный улов около 504 т, или порядка 73,1% от общей рыбодобычи в водоеме. Восемь промысловых видов рыб – берш, окунь, плотва, щука, густера, налим, синец и ряпушка, совместно имевших в 2015 – 2024 г. биомассу запаса около 2386 т, или 35% от общей учтенной величины, ежегодно обеспечивали в среднем лишь 182 т совокупных уловов, или 26,4% от общего (Коновалов и др., 2024 а). Оставшиеся восемь малозначительных промысловых видов рыб единично встречались в уловах, совместно давая лишь 0,5% от общего вылова.

На фоне потепления климата после 1970-х гг. быстрый рост биомассы в условиях интенсивной промысловой нагрузки не привел к замедлению линейного роста в популяциях высокочисленных тепловодных рыб – леща и чехони (рисунок 12). Сокращение численности снетка – основного объекта питания судака после 1970-х гг. способствовало снижению темпа роста судака в старших возрастных группах. Уменьшение линейного роста щуки на фоне общего сокращения биомассы популяции в период с начала 1970-х гг. по начало 2020-х гг., очевидно, являлось следствием ухудшения популяционных характеристик данного вида при потеплении климата.

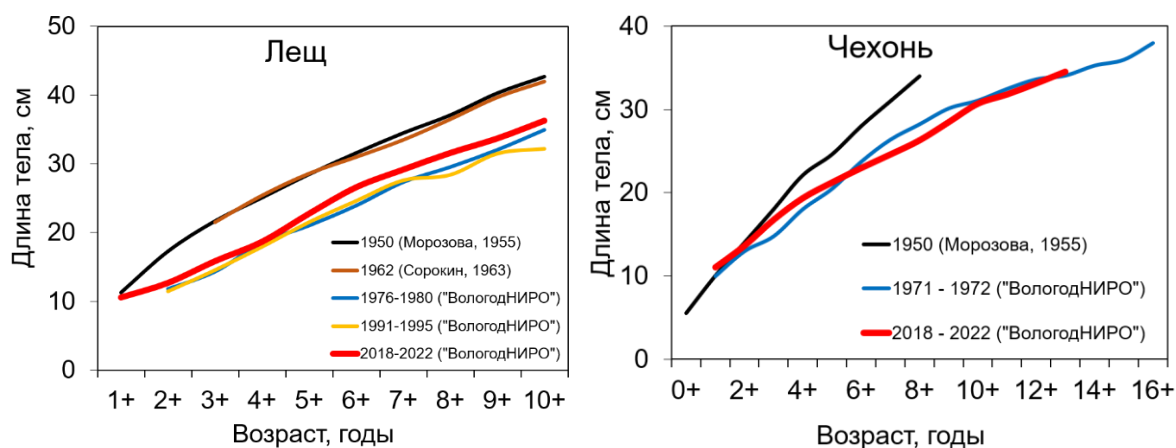


Рисунок 12. Линейный рост леща и чехони Белого озера в различные периоды XX и XXI вв.

7.3 Шекснинское и Рыбинское водохранилища

Общая характеристика ихтиофауны водохранилищ и ее изменения

Ко времени создания Рыбинского водохранилища в 1946 г. в реке Шексна уже исчезли белуга и севрюга *Acipenser stellatus*, а русский осетр и белорыбца *Stenodus leucichthys* перестали встречаться в конце 1940-х – начале 1950-х гг. (Кулемин, 1944; Васнецов, 1950; Васильев, 1950). Стерлядь и сазан ко второй

половине 1960-х гг., очевидно, оказались близки к исчезновению. В северной части Рыбинского водохранилища в границах Дарвинского государственного заповедника, в том числе в акватории, относящейся к Вологодской области, в составе ихтиофауны установлено обитание не менее 28 видов рыб (Зеленецкий, 2006). Фактическое количество видов, обитающих в настоящее время в акватории водохранилища и в его притоках в целом в границах изучаемого региона, несомненно больше, хотя при отсутствии регулярных исследований оценить его представляется затруднительным. Состав рыбного населения речной части Шекснинского водохранилища, в котором в настоящее время зарегистрировано 37 видов рыб и ручьевая минога *Lampetra planeri*, близок к таковому в Белом озере. За период с 1929 г. средний индекс изменения (СИИ) видового состава ихтиоценов в северной части Рыбинского водохранилища в первой четверти XXI в. составлял 0,41, а в Шекснинском водохранилище – 0,33, что свидетельствует о высокой скорости происходящих изменений.

Динамика структуры рыбного населения

В первые полтора десятилетия после создания в 1963 – 1964 гг. Шекснинского водохранилища на фоне вспышки численности мелкочастиковых видов рыб в уловах по биомассе существенно преобладала щука (бореальный равнинный фаунистический комплекс), а начиная с 1980-х гг. и по настоящее время начал доминировать лещ (понтический пресноводный комплекс). В северной части Рыбинского водохранилища, при общем преобладании по биомассе рыб понтического пресноводного комплекса, со временем произошла смена доминирующих в уловах видов – леща (в 1980-е – 2000-е гг.) на синца (начиная с 2010-х гг.).

В двух рассматриваемых водохранилищах наиболее быстрыми темпами, в сравнении с расположенными севернее крупными водными объектами области, сокращается доля рыб пресноводного арктического фаунистического комплекса (налим). В рассматриваемых водохранилищах за последние 40 – 50 лет увеличивается биомасса запасов и уловы тепловодных представителей понтического пресноводного (лещ, синец, густера и чехонь), пресноводного амфибореального (судак, берш, сом) и бореального равнинного (линь, золотой карась) фаунистических комплексов.

Промыслово-биологическая характеристика, состояние и эксплуатация запасов основных видов рыб Шекснинского водохранилища

В связи с сильным засорением акватории затопленной древесно-кустарниковой растительностью промысловые запасы большинства видов рыб Шекснинского водохранилища эксплуатируются недостаточно интенсивно. Наибольшее освоение величин ОДУ и РВ характерно для самых значимых объектов промысла – судака и леща (около 40 – 45%). Рекомендованные объемы добычи щуки и налима осваиваются менее чем на 30%, синца, чехони, берша, жереха, густеры и красноперки – лишь около 20%, а окуня и плотвы – менее 10%.

На фоне слабой промысловой нагрузки основной промысловый вид Шекснинского водохранилища – лещ – характеризуется замедленными

показателями темпа роста в сравнении с таковыми в популяции из Белого озера. Линейно-весовой рост чехони и синца в речной части Шекснинского водохранилища несколько превышал соответствующие показатели у популяций рыб из Белого озера, что, вероятно, свидетельствует о более благоприятных условиях для откорма рыб-планктофагов и эврифагов. Показатели линейного и весового роста остальных промысловых видов рыб (судак, щука, плотва, окунь, густера и др.) в основном соответствуют таковым у популяций из Белого озера.

7.4 Озера Кубенское и Воже

Общая характеристика ихтиофауны озер и ее изменения

Современная ихтиофауна озер Кубенское и Воже имеет близкий видовой состав, что во многом связано со сходными условиями обитания и принадлежностью к общему Беломорскому бассейну. Так, в Кубенском озере зарегистрировано 19 видов рыб, еще 6 видов рыб и миног обитают в притоках. В озере Воже обнаружено 17 видов рыб, а еще 7 видов отмечены в водоемах и водотоках его бассейна. При этом общими для двух озер и их притоков являются 18 видов рыб. Основные отличия обусловлены наличием в составе ихтиофауны Кубенского озера голавля *Squalius cephalus*, щиповки *Cobitis taenia*, жилой формы нельмы и японской миноги *Lethenteron camtchaticum* (в притоках), а также южных вселенцев – жереха и красноперки. Особенности рыбного населения озера Воже по видовому составу обусловлены более северным расположением водоема, в котором, в отличие от Кубенского озера, зарегистрированы холодноводные виды – семга, ряпушка и снеток (два последних вида сохранились в озерах бассейна), девятииглая колюшка, а также вероятные вселенцы – горбуша, золотой карась и линь. За период с середины XIX в. по 2024 г. ускорение трансформации видового состава ихтиоценов отмечалось в первой четверти XXI в., когда индекс СИИ увеличился более чем в 2 раза в озерах Кубенское (до 0,29) и Воже (до 0,35), что свидетельствует о высокой скорости происходящих изменений в структуре ихтиоценов и уязвимости рыбного населения этих северных водоемов к потеплению климата.

Специфическими особенностями ихтиофауны обоих озер, в отличие от других водоемов Вологодской области, является наличие в ее составе уникальных форм рыб, относящихся к арктическому пресноводному фаунистическому комплексу: в Кубенском озере – проходной и жилой форм нельмы, жилой формы сига-нельмушки; в озере Воже – проходных форм семги и сига, в недавнем прошлом – проходной нельмы и сохранившихся в бассейне жилых форм ряпушки и корюшки (снетка).

Динамика структуры рыбного населения

В 1940-е гг. в озерах Кубенское и Воже доминировали представители бореального равнинного фаунистического комплекса, доля которых в уловах превышала 80% от общего благодаря преобладанию в водоемах по величинам биомассы популяций плотвы, окуня, ерша, щуки и язя *Leuciscus idus*. С 1960-х гг. в озере Воже, а в Кубенском озере – с 1980-х гг. начинают доминировать виды

понтического пресноводного фаунистического комплекса, составляя порядка 40 – 50% от общих уловов за счет роста биомассы леща, который начал преобладать в ихтиоценозах озер и превратился в основной объект рыбодобычи. В обоих озерах также отмечена многолетняя тенденция сокращения общей биомассы и уловов представителей арктического пресноводного фаунистического комплекса, которые имели наибольшую долю в уловах в 1950-е гг., в Кубенском озере – за счет нельмы и сига-нельмушки, а в озере Воже – снетка и ряпушки. В Кубенском озере представители комплекса почти потеряли промысловое значение уже к началу 1980-х гг., а в более северном озере Воже они сохраняли заметную долю в уловах за счет добычи налима и отчасти снетка вплоть до начала 2000-х гг.

Важнейшим фактором трансформации рыбного населения обоих озер стала успешная акклиматизация судака, который стал значимым объектом рыбодобычи в Кубенском озере начиная с 1980-х гг., а в озере Воже – с начала 2000-х гг. (Bolotova et. al., 1995; Коновалов, 2004). Рост биомассы судака в Кубенском озере способствовал сокращению численности сига и исчезновению снетка, а в озере Воже – вероятному исчезновению популяций снетка и ряпушки, сокращению численности девятииглой колюшки.

Основным многолетним трендом трансформации структуры рыбного населения мелководных озер Кубенское и Воже в условиях потепления климата стал рост биомассы и уловов тепловодных рыб, преимущественно относящихся к понтическому пресноводному, пресноводному амфибореальному и, отчасти, к бореальному равнинному фаунистическим комплексам, доля которых в обоих озерах возросла в среднем с 60% в 1950-е гг. до 80% в 2010-е гг.

Сиговые рыбы бассейна Кубенского озера

Нельма сформировала уникальную пресноводную жилую форму в Кубенском озере, являясь одним из важнейших объектов промысла в водоеме в середине XX в. (Bolotova, Bolotov, 2002; Болотова, Коновалов, 2008; Коновалов и др., 2016 а, б). С учетом состояния популяции в период стабильных уловов разработаны рекомендации по ее искусственному воспроизводству в условиях критического сокращения численности. Начиная с 2014 г. проводятся систематические мероприятия по воспроизводству нельмы, когда за десятилетний период в реку Кубена было выпущено более 23,9 млн. экз. личинок и свыше 400 тыс. экз. сеголеток данного вида. По результатам полевых исследований установлены высокие показатели выживаемости молоди нельмы, как от выпусков на стадии личинок, так и на стадии сеголеток. Так, выживаемость молоди, выпущенной в 2015 г., по состоянию на начало осени 2016 г. оценивалось около 0,18% для личинок и 9,0% – для сеголеток (Коновалов и др., 2016 б). Для повышения эффективности восстановления популяции нельмы в Кубенском озере необходим комплекс мелиоративных и оздоровительных мероприятий по восстановлению качества воды, усиление охранных и ограничительных мер по регулированию рыболовства, а также организация генетико-селекционной работы по улучшению ремонтно-маточного стада.

Сиг-нельмушка Кубенского озера является быстро созревающей и относительно короткоцикловой формой, продолжительность жизни которой в современных условиях не превышает 7 лет (Bolotova, Bolotov, 2002; Коновалов и др., 2023). При исключительно малых размерах сиг практически не востребован в промысле, очень редко встречаясь лишь в составе прилова при неводном лове. Роль сига-нельмушки в структуре общих уловов рыбы в Кубенском озере в XX в. была сравнительно небольшой и даже в годы, когда отмечался пик промысловой добычи, доля сига от общего вылова не превышала 6–10%. Разработаны подходы к осуществлению искусственного воспроизводства сига-нельмушки Кубенского озера как формы, не имеющей высокого значения в сложившейся структуре промысла, однако важной для сохранения генофонда полиморфного вида *Coregonus lavaretus* (Коновалов и др., 2023).

Промыслово-биологическая характеристика, состояние и эксплуатация запасов основных видов рыб

Освоение общих допустимых уловов и рекомендованных объемов добычи (вылова) водных биоресурсов в озере Кубенское в среднем за период с 2015 по 2024 гг. составляло 28,3%, в озере Воже – 29,3%, а освоение запасов – 3,8 и 3,1% соответственно, что свидетельствует о низкой интенсивности промысла и его слабом воздействии на запасы основных видов рыб.

По биомассе запаса в озерах Кубенское и Воже значительно преобладали тепловодные виды рыб, доля которых от совокупной оцененной биомассы промысловых видов в среднем за последние 10 лет составляла 88,4% в Кубенском озере и 84,0% – в озере Воже. Наибольшее освоение величин ОДУ и РВ характерно для основных объектов промысла – судака около 61% в обоих озерах, а также леща и щуки – около 40% в Кубенском озере и порядка 30% – в озере Воже. В Кубенском озере во многом за счет ведения неводного лова, рекомендованные объемы добычи второстепенных объектов промысла – плотвы, окуня, язя и густеры – осваивались на 7 – 22%. В озере Воже вышеуказанные виды рыб, несмотря на высокие показатели биомассы запаса, не востребованы промыслом и относятся к малозначительным промысловым объектам, встречаясь только в прилове.

В условиях роста биомассы запасов при потеплении климата и при снижении промысловой нагрузки в популяциях тепловодных рыб установлено многолетнее замедление линейного роста, что проанализировано на примере леща Кубенского озера (рисунок 13). Косвенно этот процесс также отражают более низкие, чем в остальных рассматриваемых крупных водоемах региона, показатели линейного роста леща, плотвы, окуня, густеры и язя в озере Воже, которые слабо востребованы в структуре современного промысла. На примере сига (раздел 7.4.3) и щуки Кубенского озера (рисунок 13), описано многолетнее замедление линейного роста холодноводных и эвритермных рыб в условиях потепления климата.

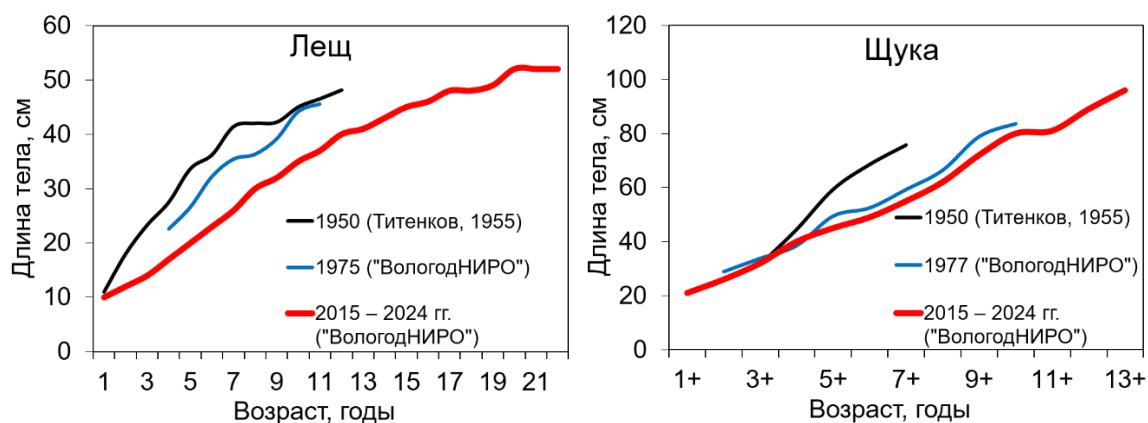


Рисунок 13. Линейный рост леща и щуки Кубенского озера в различные периоды XX и XXI вв.

7.5 Рыболовство на водных объектах Вологодской области и его влияние на промысловые запасы водных биоресурсов

В водных объектах Вологодской области наибольшие уловы отмечались в 1980-е гг., составляя в среднем 3050 т, а в последующие десятилетия вылов в регионе снизился в среднем до 1600 т (рисунок 14) (Коновалов, 2024 б). За период с 1975 по 2024 гг. наибольшие объемы вылова водных биоресурсов в регионе характерны для водоемов бассейна Каспийского моря. В среднем они составляли 60,5% от общего за счет добычи рыбы в Белом озере и Рыбинском водохранилище, имеющих высокую рыбопродуктивность и богатый состав промысловой ихтиофауны.

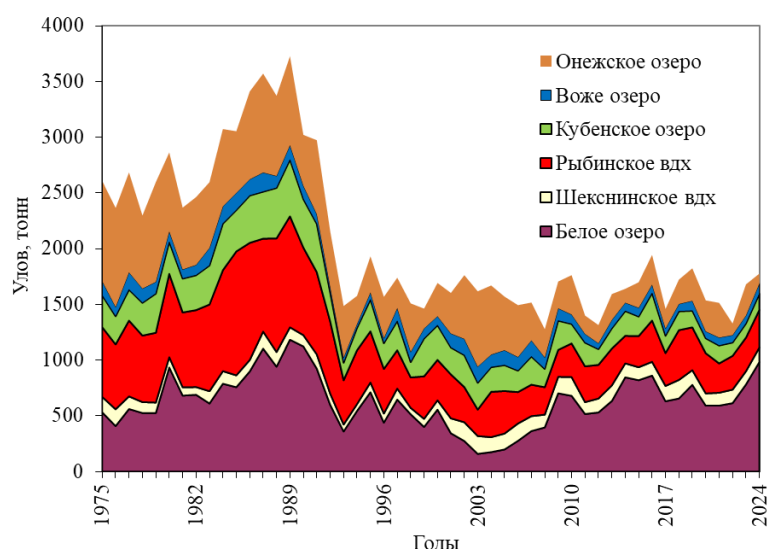


Рисунок 14. Многолетняя динамика уловов водных биоресурсов в основных рыбопромысловых водных объектах Вологодской области (по: Коновалов, 2024 б, с дополнениями)

Росту уловов в последние десятилетия препятствовала низкая рентабельность промысла на фоне удаленности основных водоемов от крупных населенных пунктов, при убыли проживающего на их берегах населения (Коновалов, 2024 б). В 2020 – 2024 гг. в водных объектах Вологодской области,

за исключением Рыбинского водохранилища, рыбаками-любителями ежегодно добывалось от 220 до 340 т рыбы (в среднем 260 т/год), что составляло около 16,6% от общего.

До 98% общих уловов в Вологодской области обеспечивали 13 видов рыб, из которых главным объектом промысла в регионе начиная с 2000-х гг. стал лещ (Коновалов, Борисов, 2015 а). За рассматриваемый 50-летний период общая доля тепловодных видов рыб в уловах в водных объектах Вологодской области закономерно увеличивалась с 50,8% во второй половине 1970-х гг. до 77,5% в первой половине 2020-х гг. Одновременно доля эвритермных и холодноводных видов сократилась более чем в 2 раза с 12,8 до 5,9% и с 36,5 до 16,6% соответственно. Наряду с выпадением после 1970-х гг. из состава уловов нельмы, стерляди, лосося, кумжи и ряда других видов, это свидетельствует о многолетнем ухудшении качественного состава и ценности промысловых уловов.

В течение года наибольший промышленный вылов водных биоресурсов в Вологодской области приходился на май, когда в 2015 – 2024 гг. добывалось около 19,9% от годового улова за счет промысла онежской корюшки и белозерского снетка (Коновалов, 2024 б). В остальные месяцы года наибольшие уловы отмечались в декабре, когда вылавливались преимущественно основные объекты промысла – лещ, судак и щука, а добыча составляла около 17,6% от годовых уловов.

В крупных озерах Белое, Кубенское, Воже, Шекснинском водохранилище промысел оказывает умеренную промысловую нагрузку на запасы лишь пяти промысловых видов рыб – леща, судака, чехони, корюшки (снетка) и щуки, освоение которых за последние десять лет в среднем составляло от 33,8% (щука) до 72,8% (чехонь) от величин ОДУ/РВ (таблица 5) (Коновалов, 2024 б).

Таблица 5. Запасы важнейших промысловых рыб основных рыбопромысловых водоемов Вологодской области и их фактическое освоение в среднем за 2015 – 2024 гг.

Показатели	промысловый запас, т	ОДУ / РВ, т	доля ОДУ / РВ от запаса, %	вылов*, т	освоение ОДУ / РВ, %	освоение запаса, %
лещ	3649	541	14,8	337	62,3	9,2
плотва	2076	274	13,2	60	22,0	2,9
окунь	1441	224	15,6	55	24,4	3,8
судак	1233	184	14,9	125	68,1	10,1
густера	1399	76	5,4	13	17,0	0,9
чехонь**	1065	208	19,5	151	72,8	14,2
щука	799	155	19,4	53	33,8	6,6
снеток***	689	170	24,7	73	43,0	10,6
прочие	2018	396	19,6	85	21,5	4,2
всего	14369	2227	15,5	952	42,7	6,6

Примечание: обобщены сведения по крупным озерам Белое, Кубенское, Воже и Шекснинскому водохранилищу; оценка запаса снетка выполнена в среднем за 2015 – 2019 гг.; * – промышленное и научно-исследовательское рыболовство; ** – в озере Белое и Шекснинском вдх.; *** – в озере Белое.

Промысловые запасы остальных видов рыб испытывают слабое воздействие промысла, а освоение рекомендованных объемов их добычи (вылова) в период с 2015 по 2024 гг. составляло лишь 13 – 60 т, или 17,0 – 24,4%.

В отношении водных биоресурсов речной части Шекснинского водохранилища, озер Кубенское и Воже современное рыболовство не является фактором, значимо влияющим на многолетнюю динамику промысловых запасов. Основу современного промысла в мелководных водных объектах Вологодской области составляет эксплуатация запасов тепловодных видов рыб, общая доля которых от совокупной оцененной биомассы запаса промысловых видов составляла 12550 т (87,3%), а вылов – 823 т (86,4%) от общего. Наблюдаемое потепление климата способствует дальнейшему увеличению биомассы запасов тепловодных видов рыб и росту их роли в общих уловах.

Заключение

По результатам выполнения работы могут быть сформулированы следующие **выводы**, отражающие итоги выполненного исследования.

1. В глубоководном Онежском озере стабильный температурный режим и преобладание песчаных грунтов благоприятствуют доминированию в ихтиоценозе холодноводных видов рыб. Высокая амплитуда колебаний температуры и уровня воды в мелководных зарастающих водных объектах региона – Рыбинском и Шекснинском водохранилищах, озерах Белое, Кубенское и Воже, способствуют преобладанию в рыбном населении тепловодных и эвритермных видов рыб. Последствия потепления климата в водоемах Вологодской области проявились после 1975 г. в виде роста средней температуры поверхностного слоя воды.

2. Становление современной ихтиофауны на территории региона происходило после отступления Валдайского оледенения в позднем плейстоцене, когда шло расселение северных холодноводных и эвритермных видов, а также в плювиальный этап атлантического времени в среднем голоцене, когда распространялись относительно тепловодные южные виды, связанные с Каспийским бассейном. Формирование ихтиофауны региона в конце плейстоцена – голоцене определялось трансформацией климата при чередовании периодов потеплений и похолоданий, а также динамикой уровня водности.

3. В водных объектах Вологодской области самовоспроизводящиеся популяции сформировали четыре вида миног и 50 видов костных рыб. Определяющее влияние на состав современной ихтиофауны оказало расположение территории региона на водоразделе крупнейших бассейнов стока Евразии. Изменения в структуре фауны рыб и миног Вологодской области после 1970-х гг. отражают сукцессию рыбного населения, связанную с вытеснением представителей холодноводной ихтиофауны и их замещением на экологически более пластичные тепловодные виды.

4. В водных объектах Вологодской области к категории редких и уязвимых, а также сравнительно недавно исчезнувших в регионе рыб и круглоротых относятся 4 вида миног и 42 вида лучеперых рыб. В современную

(вторую) редакцию Красной книги Вологодской области вошли 4 вида миног и 12 видов рыб, из которых 11 видов являются представителями фаунистических комплексов высокоширотного происхождения. Из 20 видов рыб и миног, которые наиболее быстрыми темпами сокращают в регионе свои численность и распространение, 12 видов являются холодноводными и потому особенно чувствительными к климатическим изменениям. Поэтому потепление климата в настоящее время является одной из главных угроз сокращения разнообразия ихтиофауны региона.

5. В водные объекты Вологодской области с целью натурализации и/или пастбищного выращивания вселялось 20 видов и 8 внутривидовых и гибридных форм рыб. Результаты вселения холодноводных рыб были либо отрицательными, либо проявлялись непродолжительное время после завершения работ, тогда как попытки акклиматизации тепловодных видов в регионе были более результативны и чаще приводили к биологическому и даже промысловому эффектам. В водных объектах Вологодской области распространяются, формируя популяции за пределами ареала, около 20 видов костных рыб, а преобладающим вектором инвазии является расширение ареала южных видов на север. Основными причинами саморасселения в регионе большинства видов рыб стали объединение водосборных бассейнов Каспийского, Белого и Балтийского морей при прокладке судоходных водных путей и потепление климата.

6. Ихтиоцен Онежского озера, где преобладают представители пресноводного арктического фаунистического комплекса, сохраняется в состоянии, наиболее близком к первоначальным стадиям сукцессии. В составе рыбного населения озер Белое, Кубенское, Воже, Шекснинского и Рыбинского водохранилищ в последние десятилетия усиливается роль представителей понтического пресноводного и бореального равнинного фаунистических комплексов при снижении значимости пресноводного арктического комплекса. Важнейшим фактором трансформации ихтиоценов озер Кубенское и Воже стала успешная акклиматизация судака, где этот вид стал значимым объектом рыбодобычи, начиная с 1980-х гг. в озере Кубенское и с начала 2000-х гг. – в озере Воже. В бассейне Кубенского озера сохранились уникальные жилые формы холодноводных сиговых рыб – нельма и сиг-нельмушка, а в основных притоках Онежского озера – локальные стада лососевых рыб – озерного лосося и озерной форели, нуждающиеся в принятии комплекса мер по их сохранению в условиях потепления климата.

7. До 98% биомассы общих уловов в Вологодской области обеспечивали 13 видов рыб, из которых, начиная с 2000-х гг., главным объектом промысла в регионе стал лещ. В крупных озерах Белое, Кубенское, Воже, Шекснинском водохранилище современное рыболовство оказывает умеренную нагрузку на запасы лишь пяти промысловых видов рыб – леща, судака, чехони, корюшки (снетка) и щуки, тогда как остальные виды рыб испытывают слабое воздействие промысла. Общая доля тепловодных видов рыб в уловах закономерно увеличилась с 50,8% во второй половине 1970-х гг. до 77,5% в первой половине 2020-х гг., тогда как доля эвритермных и холодноводных видов сократилась

более чем в 2 раза с 49,2 до 22,5%. Результатом многолетних перестроек в структуре ихтиоценов водных объектов Вологодской области является обеднение состава промысловой ихтиофауны и общее снижение ценности уловов рыбы.

Рекомендации

Угнетение популяций холодноводных видов рыб, большинство из которых являются ценными объектами рыболовства, в условиях прогрессирующего потепления климата свидетельствует не только о необходимости принятия комплекса мер по ограничению промыслового использования, но и о целесообразности совершенствования подходов к восстановлению их численности. В частности, необходима разработка технологий создания и поддержания маточных стад озерного лосося Онежского озера и сига-нельмушки, совершенствование механизмов нормативно-правового регулирования их искусственного воспроизводства.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшая разработка рассматриваемой темы связана с изучением влияния биогенных, органических и прочих загрязняющих веществ, поступающих в рыбохозяйственные водные объекты Вологодской области, на динамику ихтиоценов. Необходима оценка современного состояния проблемы антропогенного эвтрофирования естественных водоемов в контексте происходящих в регионе климатических изменений, а также связанной с этим проблемы «цветения водоемов», возникновения локальных и массовых заморов рыбы. Кроме того, необходимы исследования закономерностей трансформации популяционной структуры основных промысловых видов рыб в условиях многолетних климатических изменений.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации
Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ по профилю
специальности 1.5.13. Ихтиология (биологические науки), а также статьи
в изданиях, индексируемых реферативными базами данных Web of Science
и/или Scopus (обозначены звёздочкой *)

1. **Коновалов, А.Ф.** Акклиматизация рыб в водоемах Вологодской области и ее результаты / **А.Ф. Коновалов** // Вопросы рыболовства. - 2014. - Том 15, № 2. - С. 250–269.
2. **Коновалов, А.Ф.** Морфологические особенности гибридных популяций ряпушки в водоемах на водоразделе Белого, Каспийского и Балтийского морей / **А.Ф. Коновалов, Н.Л. Болотова** // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2014. - № 1 (март). - С. 7–17.
3. **Коновалов, А.Ф.** Распространение редких и уязвимых видов рыб и круглоротых в водоемах Вологодской области / **А.Ф. Коновалов, М.Я. Борисов, Н.Л. Болотова** // Вопросы рыболовства. - 2014. - Том 15, № 1. - С. 21–35.
4. **Коновалов, А.Ф.** Современное состояние и использование водных биологических ресурсов основных рыбохозяйственных водоемов Вологодской области / **А.Ф. Коновалов, М.Я. Борисов** // Рыбное хозяйство. - 2014. - № 1. - С. 59–62.
5. **Коновалов, А.Ф.** Основные итоги работ по акклиматизации рыб в водоемах Вологодской области / **А.Ф. Коновалов** // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2015. № 2 (июнь). - С. 7–14.
6. **Коновалов, А.Ф.** Современное состояние фауны рыб и круглоротых в водоемах Вологодской области / **А.Ф. Коновалов, М.Я. Борисов, Н.Л. Болотова** // Вопросы рыболовства. - 2015. - Том 16, № 2. - С. 137–147.
7. * **Kononov, A.F.** Distribution of new fish species along the navigable waterways in the water bodies of Vologda Oblast / **A.F. Kononov, M.Ya. Borisov, N.L. Bolotova** // Russian Journal of Biological Invasions. - 2015. - Vol. 6, № 3. - P. 170–178. - DOI: 10.1134/s2075111715030029.
8. **Коновалов, А.Ф.** Многолетние изменения структуры фаунистических комплексов рыб и круглоротых в водоёмах Вологодской области / **А.Ф. Коновалов** // Труды ВНИРО. - 2016. - Том 161. - С. 115–126.
9. **Коновалов, А.Ф.** Промысел осетровых рыб в реках Вологодской области в XVI–XX веках / **А.Ф. Коновалов, Ф.Я. Коновалов** // Вопросы рыболовства. - 2016. - Том 17, № 2. - С. 148–164.
10. * **Artaev, O.N.** Genetic screening of distribution pattern of roaches *Rutilus rutilus* and *R. lacustris* (Cyprinidae) in broad range of secondary contact (Volga basin) / **O.N. Artaev, M.A. Levina, B.A. Levin, O.A. Ermakov, V.Y. Iljin, D.A. Vekhov, A.F. Kononov, I.V. Pozdeev, A.B. Ruchin, I.V. Alyushin** // Inland Water Biology. - 2021. - Т. 14. № 2. - P. 205–214. DOI: 10.1134/s1995082921020024.
11. Борисов, М.Я. Искусственное воспроизводство стерляди *Acipenser ruthenus* L., 1758 в Вологодской области / М.Я. Борисов, **А.Ф. Коновалов, А.А.**

Игнашев, Н.В. Думнич // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2023. - № 11. - С. 732–742.

12. **Коновалов, А.Ф.** О совершенствовании правил рыболовства, актуальных для водоёмов Вологодской области / **А.Ф. Коновалов** // Вопросы рыболовства. - 2023. - Том 24, № 3. - С. 66–76. - DOI: 10.36038/0234-2774-2023-24-3-66-76.

13. **Коновалов, А.Ф.** Регулирование промысла и восстановления запасов сига-нельмушки в Кубенском озере Вологодской области / **А.Ф. Коновалов**, М.Я. Борисов, Н.Ю. Тропин и др. // Труды ВНИРО. - 2023. - Том 191. - С. 94–101. - DOI: 10.36038/2307-3497-2023-191-94-101.

14. * Borisov, M.Ya. Current state and development of aquaculture in Vologda Oblast / M.Ya. Borisov, **A.F. Konovalov**, N.V. Dumnich, et. al. // Ecosystem Transformation. - 2023. - № 6 (4). - P. 64–78. - DOI: 10.23859/estr-230731.

15. * **Konovalov, A.F.** The current state of fishery in water bodies of the Vologda Oblast and its impact on commercial stocks of aquatic biological resources / **A.F. Konovalov**, M.Ya. Borisov, N.Yu. Tropin, et. al. // Ecosystem Transformation. - 2023. - № 6 (4). - P. 5–32. - DOI: 10.23859/estr-230423.

16. Думнич, Н.В. К 50-летию «ВологодНИРО»: основные направления и результаты исследований / Н.В. Думнич, **А.Ф. Коновалов**, М.Я. Борисов и др. // Труды ВНИРО. - 2024. - Том 196. - С. 219–224.

17. **Коновалов, А.Ф.** Промыслово-биологическая характеристика и состояние запасов основных видов рыб Белого озера (Вологодская область) / **А.Ф. Коновалов**, М.Я. Борисов, Н.Ю. Тропин и др. // Вопросы рыболовства. - 2024. - Том 25, № 3. - С. 77–98. - DOI: 10.36038/0234-2774-2024-25-3-77-98.

18. **Коновалов, А.Ф.** Рыболовство в Вологодской области: современное состояние и многолетняя динамика уловов / **А.Ф. Коновалов** // Вопросы рыболовства. - 2024. - Том 25, № 3. - С. 27–36. - DOI: 10.36038/0234-2774-2024-25-3-27-36.

19. * Borisov, M.Ya. Long-term dynamics of fish populations in lakes of the “Russian North” National Park / M.Ya. Borisov, **A.F. Konovalov**, N.Yu. Tropin, et. al. // Ecosystem Transformation. - 2024. - № 7 (2). - P. 49–71. - DOI: 10.23859/estr-230125.

20. * **Konovalov, A.F.** On establishment of biological (zoological) reserves for conservation of aquatic biological resources and their habitat in the Sheksna and Rybinsk reservoirs / **A.F. Konovalov**, M.Ya. Borisov, I.V. Filonenko, S.I. Seltsova // Ecosystem Transformation. - 2024. - № 7 (2). - P. 72–86. - DOI: 10.23859/estr-221203.

Наиболее значимые работы в других изданиях

1. Болотова, Н.Л. Рыбное население Шекснинского водохранилища / Н.Л. Болотова, **А.Ф. Коновалов** // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища: Коллективная монография. - Ярославль: Изд-во ЯГТУ. - 2002. - С. 211–279. [Коллективная монография].

2. Александров, Ю.В. Современное состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах России // Ю.В. Александров, М.А. Андрияшева, Ю.В. Блинов, ... **А.Ф. Коновалов** и др. Под ред. Д.И., Иванова, А.С. Печникова. СПб.: «ГосНИОРХ». 2004. 580 с. [Коллективная монография].

3. Белова, Ю.Н. Природа Вологодской области / Ю.Н. Белова, Н.Л. Болотова, М.Я. Борисов, ... **А.Ф. Коновалов** и др. Под ред. Г.А. Воробьева. Вологда: Издательский Дом «Вологжанин». - 2007. - 440 с. [Коллективная монография].
4. Болотова, Н.Л. Сохранение биоразнообразия природных комплексов водосбора Онежского озера на территории Вологодской области / Н.Л. Болотова, Ю.Н. Белова, М.Я. Борисов, ... **А.Ф. Коновалов** и др. Под ред. Н.Л. Болотовой, Н.К. Максutowой, А.А. Шабунова. - Вологда: ВГПУ. - 2008. - 266 с. [Коллективная монография].
5. Bolotova, N.L. Natural and anthropogenic factors of the success of invasive fish species in the aquatic ecosystems of the Vologda Region / N.L. Bolotova, **A.F. Konovalov**, M.Ya. Borisov, N.V. Dumnich // Russian Journal of Biological Invasions. - 2010. - Vol. 1, No. 4. - P. 251–263. - DOI: 10.1134/S2075111710040028.
6. **Коновалов, А.Ф.** Многолетняя динамика рыбного населения водоемов Вологодской области / **А.Ф. Коновалов**, М.Я. Борисов // Принципы экологии. - 2015. - № 4. - С. 22–34. - DOI: 10.15393/j1.art.2015.4721.
7. **Коновалов, А.Ф.** Направления работ по вселению и товарному выращиванию рыб в водоемах Вологодской области / **А.Ф. Коновалов**, М.Я. Борисов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2015. - № 5. - С. 14–18.
8. **Коновалов, А.Ф.** Опыт искусственного воспроизводства нельмы *Stenodus leucichthys nelma* в бассейне Кубенского озера / **А.Ф. Коновалов**, М.Я. Борисов, Н.В. Думнич // Вестник рыбохозяйственной науки. - 2016. - Том 3. № 4 (12). - С. 12–19.
9. Борисов, М.Я. Рыбы в Вологодской области / М.Я. Борисов, **А.Ф. Коновалов**, Н.В. Думнич. - Череповец: ИД Порт-Апрель. - 2019. - 128 с.
10. **Коновалов, А.Ф.** Многолетняя динамика уловов, численности и биомассы популяции судака (*Sander lucioperca* L.) Белого озера / **А.Ф. Коновалов** // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2019. - № 1. - С. 59–66. - DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-59-66.