

БИОРЕСУРСЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА



***Биоресурсы
Онежского озера***

КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА
СЕВЕРНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА ПетрГУ

KARELIAN RESEARCH CENTRE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
NORTHERN WATER PROBLEMS INSTITUTE
NORTHERN FISHERY RESEARCH INSTITUTE
PETROZAVODSK STATE UNIVERSITY



BIORESOURCES OF LAKE ONEGO

Petrozavodsk
2008

БИОРЕСУРСЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

Петрозаводск
2008

УДК 574 (282.247.211)

ББК 28.69

Б 63

Б 63 **Биоресурсы Онежского озера.** Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. 272 с.: 43 ил., табл. 57. Библиогр. 399 назв. ISBN 978-5-9274-0339-4

Исследования биологических ресурсов – одного из важнейших факторов социально-экономического развития России – приобретают все большую актуальность. В настоящее время перспективы рационального использования всех биоресурсов рыбохозяйственных водоемов связываются не только с их естественной продукционной возможностью, но и со степенью антропогенного воздействия на экосистемы, в том числе и техногенного. Данная работа посвящена разработке научно обоснованных принципов и методов сохранения и рационального использования биоресурсов Онежского озера и его бассейна на основе исследования современного состояния и функционирования сообществ и популяций гидробионтов. Дана оценка видового состава и количественных показателей водных сообществ, а также сезонный аспект функционирования популяций доминирующих видов в связи с изменчивостью основных факторов среды. Выявлены последствия влияния антропогенных факторов на состояние организма и популяций рыб. Исследованы особенности биопродукционного процесса и рассчитаны теоретически возможные величины рыбных запасов и возможных уловов в Онежском озере, позволяющие рекомендовать более рациональные пути использования сырьевых ресурсов водоема. Особое внимание уделяется такому уникальному свойству биологических ресурсов, как способность к воспроизводству и самовосстановлению при условии рационального (неистощимого) использования. Проведена ревизия правовой и нормативной базы для оценки ущерба водным экосистемам на региональном уровне. Разработаны научно-организационные мероприятия, направленные на сохранение популяций рыб и предусматривающие протекцию популяций и компенсацию уже нанесенного ущерба от рыбохозяйственной деятельности.

Монография адресована широкому кругу читателей – биологам, экологам, специалистам в области природопользования и охраны окружающей среды.

Water bioresources are the most important factors of social-economic development of Russia and their investigations are very significant. At the present time perspectives of non-consumptive use of water bioresources depend on both their natural production potential and anthropogenic influence on ecosystems. This research is about development of scientifically based approach to conservation and sustainable use of bioresources of Lake Onego studying modern condition and functioning of hydrobiont population and communities. Both evaluation of specie composition and quantitative characteristics of water communities are presented. State of fish organism and population under anthropogenic impact (industrial, amateur and sport fishery, pollution) are revealed. Features of bioproductional potential are studied and theoretically feasible fish stocks and catches in Lake Onego are calculated. It allows recommending the most sustainable utilization of water bioresources. Reproduction and rehabilitation of bioresources under non-consumptive use are most carefully studied. Examination of normative legal base to evaluate water ecosystem damage is given. Scientific approaches to conserve and protect fish populations are developed.

The book is meant for biologists, ecologists, and specialists in environmental protection and sustainable water management.

Рекомендовано к изданию

Ученым советом Института водных проблем Севера КарНЦ РАН

Коллектив авторов:

Лукин А. А., Ивантер Д. Э., Шарова Ю. Н., Шуров И. Л., Широков В. А., Полякова Т. Н., Рябинкин А. В., Бабий А. А., Горбачев С. А., Решетников Ю. С., Сярки М. Т., Теканова Е. В., Гимакова Т. М., Глибко О. Я., Гайда Р. В.

Ответственные редакторы:

К.б.н. В. И. Кухарев, д.б.н., профессор А. А. Лукин

Рецензенты:

Доктор биологических наук О. П. Стерлигова

Доктор биологических наук А. П. Новоселов

ISBN 978-5-9274-0339-4

©Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, 2008

©Северный научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства ПетрГУ, 2008

©Карельский научный центр РАН, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (Лукин А. А.)	9
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМА И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЕГО АКВАТОРИИ	12
1.1. Физико-географическая характеристика озера и его водосборного бассейна (Лукин А. А., Горбачев С. А.)	12
1.2. Исторический обзор рыбохозяйственных исследований (Лукин А. А.)	16
ГЛАВА 2. ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ПО СОСТОЯНИЮ КОРМОВОЙ БАЗЫ	24
2.1. Фитопланктон как компонент биоресурсной базы озера (Чекрyjeва Т. А.)	24
2.2. Первичная продукция – основа формирования кормовой базы (Теканова Е. В.)	36
2.3. Бактериопланктон как пищевой ресурс для развития зоопланктона (Тимакова Т. М.)	43
2.4. Зоопланктон (Сярки М. Т.)	54
2.5. Макрозообентос озера и его роль в питании рыб (Рябинкин А. В., Полякова Т. Н.)	67
ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ	92
3.1. Рыбное сообщество и роль отдельных видов в его формировании (Лукин А. А., Ивантер Д. Э.)	92
3.2. Биология основных промысловых видов	98
3.2.1. Атлантический (пресноводный) лосось (Щуров И. Л., Широков В. А., Гайда Р. В.)	98
3.2.2. Другие лососевые (Щуров И. Л., Широков В. А., Лукин А. А., Ивантер Д. Э.)	115
3.2.3. Сиговые (Решетников Ю. С., Лукин А. А.)	121
3.2.4. Хариусовые (Ивантер Д. Э., Лукин А. А.)	137
3.2.5. Корюшковые (Ивантер Д. Э., Лукин А. А.)	138
3.2.6. Щуковые (Ивантер Д. Э., Лукин А. А.)	141
3.2.7. Карповые (Ивантер Д. Э., Лукин А. А.)	142
3.2.8. Окуневые (Ивантер Д. Э., Лукин А. А.)	146
3.2.9. Налимовые (Ивантер Д. Э., Лукин А. А.)	147
ГЛАВА 4. ПРОМЫСЕЛ И ПРОБЛЕМЫ РЫБОЛОВСТВА	150
4.1. Ретроспективный анализ рыбного промысла (Лукин А. А.)	150
4.2. Состояние сырьевой базы рыболовства (Бабий А. А.)	154
4.3. Рыбопромысловая база на Онежском озере (Бабий А. А.)	156
4.4. Изменение объема и состава промысловых уловов (Бабий А. А., Лукин А. А., Ивантер Д. Э., Щуров И. Л., Широков В. А.)	160

4.5. Эффективность использования объектов рыболовства (Бабий А. А., Ивантер Д. Э.)	177
ГЛАВА 5. ЭКОСИСТЕМА ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ	180
5.1. Антропогенные факторы и их роль в формировании качества среды обитания гидробионтов (Горбачев С. А.).....	180
5.2. Последствия техногенного влияния на экосистему озера (Горбачев С. А.)	185
5.3. Последствия влияния загрязнения на организмы рыб (Шарова Ю. Н., Лукин А. А.)	196
5.4. Влияние промышленного рыболовства на состояние популяций рыб (Бабий А. А.)	211
5.5. Влияние любительского рыболовства и браконьерства на состояние популяций рыб (Лукин А. А., Щуров И. Л., Широков В. А.)	213
ГЛАВА 6. СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ, СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ	219
6.1. История развития отношений в сфере охраны и использования водных биологических ресурсов (Глибко О. Я., Лукин А. А.)	219
6.2. Анализ нормативно-правовой базы использования и охраны водных биоресурсов (Глибко О. Я., Лукин А. А.)	232
6.3. Оптимизация системы управления рыбным хозяйством как способ сохранения водных биоресурсов (Лукин А. А., Шарова Ю. Н.)	236
Заключение (Лукин А. А.)	243
Литература	247

CONTENTS

INTRODUCTION (Lukin A. A.)	9
CHAPTER 1. GENERAL CHARACTERISTIC OF LAKE ONEGO AND FISHERY RESEARCHES	12
1.1. Physicogeographical and characteristic of the lake and its catchment basin (Lukin A. A., Gorbachev S. A.)	12
1.2. Historical review (Lukin A. A.)	16
CHAPTER 2. EVALUATION OF FISH PRODUCTION USING FOOD SUPPLY CONDITION	24
2.1. Phytoplankton as a part of the bioresources reserve of Lake Onego (Chekryzheva T. A.)	24
2.2. Primary production is the base for forming of food supply (Tekanova E. V.)	36
2.3. Bacterioplankton is a food resource for zooplankton development (Timakova T. M.)	43
2.4. Zooplankton as a food supply of plankton-eaters (Syarki M. T.)	54
2.5. Macrozoobenthos and its role as a food supply (Ryabinkin A. V., Polyakova T. N.)	67
CHAPTER 3. GENERAL CHARACTERISTIC OF ICHTHYOFAUNA	92
3.1. Ichthyofauna and some species role in its forming (Lukin A. A., Ivanter D. E.)	92
3.2. Biology of major commercial species	98
3.2.1. Atlantic salmon (Shurov I. L., Shirokov V. A., Gaida R. V.)	98
3.2.2. Salmonidae (Shurov I. L., Shirokov V. A., Lukin A. A., Ivanter D. E.)	115
3.2.3. Coregonidae (Reshetnikov Yu. S., Lukin A. A.)	121
3.2.4. Thymallidae (Ivanter D. E., Lukin A. A.)	137
3.2.5. Osmeridae (Ivanter D. E., Lukin A. A.)	138
3.2.6. Esocidae (Ivanter D. E., Lukin A. A.)	141
3.2.7. Cyprinidae (Ivanter D. E., Lukin A. A.)	142
3.2.8. Percidae (Ivanter D. E., Lukin A. A.)	146
3.2.9. Lotidae (Ivanter D. E., Lukin A. A.)	147
CHAPTER 4. FISHERY AND ITS CHALLENGES	150
4.1. Retrospective analysis of the fishing industry (Lukin A. A.)	150
4.2. Fishery resources condition (Babiy A. A.)	154
4.3. Fishery supply of Lake Onego (Babiy A. A.)	156
4.4. Change of volume and composition of commercial catch (Babiy A. A., Lukin A. A., Ivanter D. E., Shurov I. L., Shirokov V. A.)	160
4.5. Target species efficiency (Babiy A. A., Ivanter D. E.)	177

CHAPTER 5. THE ONEGO LAKE ECOSYSTEM UNDER ANTHROPO-GENIC IMPACT	180
5.1. Anthropogenic factors and their role in forming of habitat surroundings quality (Gorbachev S. A.)	180
5.2. Consequences of technogenic influence on the ecosystem (Gorbachev S. A.)	185
5.3. Consequences of pollution on fish (Sharova J. N., Lukin A. A.)	196
5.4. Influence of industrial fishery on fish population state (Babiy A. A.).....	211
5.5. Influence of amateur fishery and poach on fish population state (Lukin A. A., Shurov I. L., Shirokov V. A.)	213
CHAPTER 6. WATER BIORESOURCES CONSERVATION AND MANAGEMENT STRATEGY	219
6.1. History of relation development in sphere of conservation and use of water bioresources (Glibko O. Ya., Lukin A. A.)	219
6.2. Analysis of normative legal base (Glibko O. Ya., Lukin A. A.)	232
6.3. Optimization of resources management as a way of protection of water bioresources (Lukin A. A., Sharova J. N.)	236
Conclusions (Lukin A. A.)	243
Supplement	247

*Необходимо учитывать, что неисчерпаемых
рыболовственных богатств в водах земного шара
вообще не существует и не может существовать.
Было время, когда даже крупные представители
научного мира были склонны считать богатства
морей неисчерпаемыми. Время таких наивных
иллюзий — прошло безвозвратно. Мы знаем, что
производительность водоемов всегда ограничена
некоторыми рамками, и эти рамки, как и вся жизнь
водоемов, определяются совокупностью среды, в
которой протекает жизнь растений и животных.*

Н. М. Книпович

ВВЕДЕНИЕ

Биологические ресурсы — один из важнейших факторов социально-экономического развития России. Поэтому вопрос о рациональном использовании и охране биологических ресурсов в природных системах на фоне возрастающей антропогенной нагрузки приобретает особую актуальность.

По определению Д. С. Павлова и Б. Р. Стриганова (2005), в понятие «биологические ресурсы включаются живые организмы и их сообщества, продукция и жизнедеятельность которых используются или могут быть использованы человеком». Авторы особое внимание уделяют такому уникальному свойству биологических ресурсов, как способность к воспроизводству и самовосстановлению при условии рационального (неистощимого) использования. Однако когда речь идет об активной эксплуатации природных ресурсов, которая наблюдается на протяжении всей истории человечества, о рациональном использовании забывают, и очень часто бесхозяйственная деятельность приводит к изменениям глобального характера. На территории России в период экономического кризиса 1990-х гг. антропогенная нагрузка, связанная с изъятием биологических ресурсов, резко возросла. Несмотря на юридический вакуум и бесконечное реформирование природоохранных органов деятельность по эксплуатации природных ресурсов продолжает активно развиваться в самых разнообразных сочетаниях легальных и нелегальных форм предпринимательства. Эти замечания в полной мере относятся к ситуации, сложившейся на внутренних водоемах России. С одной стороны, правительство Российской Федерации издает

ряд нормативных документов, таких как «Морская доктрина РФ на период до 2020 г.» (2001), «Концепция развития рыбного хозяйства РФ на период до 2020 г.» (2003) и т. д. С другой – эти документы не дают ответа на все необходимые вопросы для обоснования эффективного управления и рационального использования водных биологических ресурсов. Более того, важные законодательные акты, связанные с проблемами аквакультуры, не приняты до сих пор. Поэтому в условиях растущего антропогенного пресса требуется разработка фундаментальных научных основ управления ресурсным потенциалом водоемов.

С этой точки зрения Онежское озеро – второй по величине пресноводный водоем Европы, как нельзя лучше подходит в качестве модельного объекта для фундаментальных научных исследований и научно-практических разработок в области биоресурсоведения.

Анализируя литературу, можно прийти к выводу, что предлагаемые авторами подходы к сохранению природных ресурсов являются, как правило, аргументированными и базирующимися на серьезных научных разработках. Так, например, основными задачами в рамках Национальной стратегии и сохранения биоразнообразия России (2001) считаются:

- Создание и совершенствование нормативно-правовой базы.
- Разработка стратегии комплексного использования биоресурсов на экосистемной основе.
- Обеспечение условий сохранения самовосстановительного потенциала для популяций отдельных ресурсных видов, сообществ, экосистем.
- Переход от экстенсивной к интенсивной стратегии биоресурсопользования.

Трудно не согласиться с этими положениями, однако на практике их реализация движется очень медленно.

Приступая к оценке современного состояния биоресурсов Онежского озера, мы исходили из концепции управления биоресурсами, в основе которой – выделение четырех функциональных групп биологических ресурсов: 1 – материальные, 2 – средообразующие, 3 – духовно-эстетические, 4 – информационные (Павлов, Стриганов, 2005).

Основная цель, которую ставили перед собой авторы – это обоснование принципов и методов сохранения и рационального использования биоресурсов Онежского озера на основе исследования современного состояния и функционирования сообществ и популяций гидробионтов.

В последние десятилетия под влиянием антропогенной деятельности олиготрофное состояние озера изменилось в некоторых районах до мезотрофного. Сократилась численность ценных видов, некоторые из них занесены в «Красную книгу России». В результате стихийной интродукции появились новые виды. Возникает проблема биологической инвазии, поэтому одной из актуальных задач становится исследование взаимоотношений видов аборигенов и вселенцев.

Таким образом, уже сейчас остро стоит проблема сохранения и восстановления природной среды Онежского озера и его экосистемы, так как на сегодняшний день запасы чистой пресной воды этого водоема являются наиболее крупными на Северо-Западе России.

В основу данной работы легли материалы многолетних (1980–2007 гг.) комплексных ихтиологических и гидробиологических исследований, которые проводились во время экспедиций практически на всей акватории Онежского озера. Часть материала получена из уловов рыбаков-промысловиков. В течение сезона проводились опросы рыбаков-любителей. Данные о нелегальном вылове рыбы предоставлены управлением «Россельхознадзор» по Республике Карелия.

Авторы отдают себе отчет в том, что представленная работа не лишена недостатков, которые обусловлены разнородностью содержащегося в ней материала, и заранее признательны за любые критические замечания и пожелания, которые позволят продолжить начатую работу.

Авторы выражают глубокую благодарность д.б.н. С. П. Китаеву и к.б.н. Ю. А. Смирнову за консультации, любезно предоставленные в процессе работы, сотрудникам лаборатории гидробиологии ИВПС КарНЦ РАН Т. Н. Герасимовой, М. М. Закурдаевой, З. Г. Костюковой, принимавшим участие в экспедиционных работах и камеральной обработке полученного материала, экипажам научно-исследовательских судов «Эколог» и «Посейдон» – за четкую и слаженную работу на акватории, сотрудникам «Карелрыбвода» и «Россельхознадзора» и особенно В. А. Мовчану, А. П. Шигарцову, М. Д. Громовой – за помощь и обсуждение проблем Онежского озера, председателю Госкомстата Республики Карелия С. Б. Васильеву – за обсуждение вопросов и беспокойство о рыбном сообществе, председателю рыболовного клуба «Серебро Онеги» П. Р. Свинцицкому за конструктивную критику существующего нормативно-правового обеспечения в области спортивного и любительского рыболовства и многим другим людям, с которыми удалось познакомиться в процессе проведения данных исследований.

ГЛАВА 1

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМА И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЕГО АКВАТОРИИ

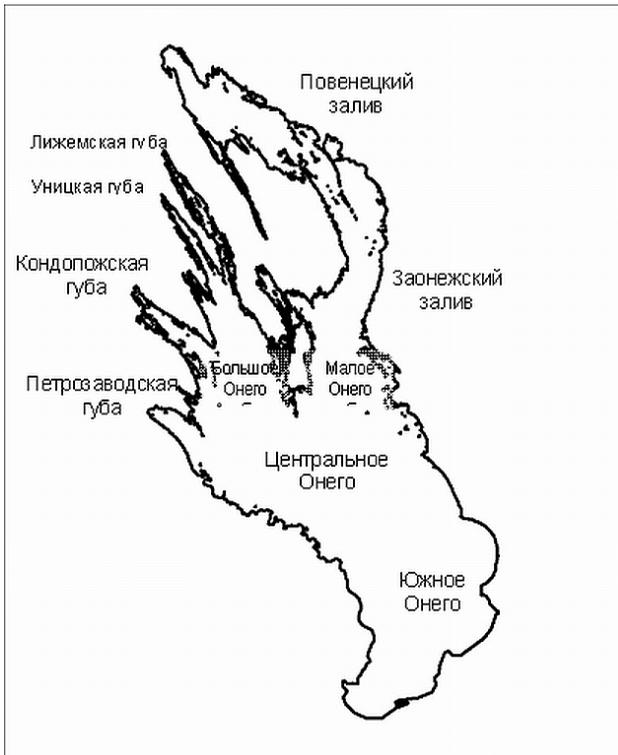
1.1. Физико-географическая характеристика озера и его водосборного бассейна

Онежское озеро расположено в зоне Европейского Севера России, между 60°53' и 34°55' с. ш., 34°13' и 36°28' в. д. Административно акватория озера принадлежит трем субъектам Российской Федерации – Ленинградской, Вологодской областям и Республике Карелия. В данной работе мы ограничимся кратким описанием исследуемого района, так как подробнейшее описание водоема дается целым рядом авторов начиная с XIX в. (Пушкарев, 1900; Черняева, 1973; Швец, 1977; Онежское озеро., 1999 и др.).

Онежское озеро и его крупнейший приток р. Илекса-Водла являются верхним звеном водной системы р. Невы. Площадь водосбора Онежского озера, включая его зеркало, равна 66284 км² (Швец, 1977). На территории Карелии находится большая часть водосбора озера (86,1% зеркала с водосборной площадью 53,5 тыс. км²). Остальная часть распределена по Архангельской (6%), Вологодской (13%) и Ленинградской (1%) областям (рис. 1.1). Рельеф водосбора имеет значительную расчлененность. Северные реки бассейна с геологической точки зрения более молодые, образовавшиеся по линиям тектонических разломов и понижений местности. Их водосборы характеризуются высокой озерностью (от 3 до 18%), порожистыми, неразработанными руслами с большими уклонами. Южные реки геологически более старые, отличаются хорошо выработанными руслами, меньшей озерностью (1–3%) и большей заболоченностью. Водную сеть бассейна образуют 6765 рек общей длиной 22741 км и 9516 озер общей площадью 13441 км² (Швец, 1977). В озеро впадают 52 реки длиной более 10 км и порядка тысячи малых речек и ручьев. Главные притоки – Водла, Шуя и Суна, обеспечивают в среднем 58% речного прихода водного баланса озера. Вытекает из озера р. Свирь, впадающая в Ладожское озеро. Среднегодовое количество стока составляет 18,4 км³, изменяясь в зависимости от водности года от 28,3 до 12,6 км³. Сток р. Свири зарегулирован

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМА

плотинами двух ГЭС. Высокая озерность водосбора (средняя 6,7%, а в северо-западной части – 11,3%) обуславливает большую естественную зарегулированность стока рек. На нее накладывается искусственное регулирование стока рек Суны, Водлы, преобразованных в судоходные каналы – Вытегры и Повенчанки. Удельный водосбор Онежского озера равен 5,81, т. е. водоем относится к первому типу по режиму уровней (классификация К. Д. Литинской). Данный тип характеризуется устойчивым режимом уровней, растянутым весенним половодьем и высокими уровнями летне-весеннего периода, а также относительно небольшой ролью водосбора в формировании гидрохимического и гидрологического режимов водоема, чему способствует огромный объем водных масс (291,8 км³), заключенных в котловине озера.



Р и с . 1 . 1 . Карта-схема Онежского озера

Морфометрия Онежского озера крайне сложная. Согласно определениям Ф. А. Черняевой (1973), общая длина береговой линии озера составляет 1810 км, на северную часть приходится 1230 (коэффициент извилистости 0,41) и на южную – 580 км (0,12). Берега островов имеют длину 190 км, их общая площадь 250,7 км². Количество островов размером более 1 га – около 200. Больше всего островов расположено в губах Великой и Кондопожской. Самые крупные острова: Большой Клименецкий (147,4 км²), Большой Леликовский (21,2 км²) и Суйсары (16,8 км²).

Рельеф дна озера как бы повторяет рельеф прилегающей суши: изобаты 10, 15 и 20 м следуют очертаниям берега, четко выделяются северная и южная части с границей по линии Петрозаводск – устье р. Водлы. Южная часть имеет сравнительно ровное дно с обширным плато на глубинах 50–60 м. Постепенно глубины уменьшаются к югу, а изобата 30 м отходит от берега. Исключением является Шокшинский участок с глубинами до 50 м. Северная часть озера характеризуется ультрасложным, контрастным сельговым рельефом с большими перепадами глубин, обилием островов, впадин, гряд, луд, заливов и губ. Большинство островов сложено коренными породами.

В физико-географическом отношении бассейн расположен в подзоне средней тайги. Главными природными ограничениями здесь являются недостаток тепла и избыток влаги. Вегетационный период длится 150–160 суток. Биопродуктивные процессы в водоемах бассейна протекают замедленно, особенно в холодноводном Онежском озере (объемом – 292 км³ при среднем коэффициенте условного водообмена – 0,06). Однако его термические условия неоднородны. Некоторые мелководные прибрежные участки, сильно врезанные губы (Святуха, Кефть, Уницкая и др.) летом хорошо прогреваются. Около 75% акватории, преимущественно центральные районы озера, характеризуются постоянно низкими температурами воды. Так, в центральных районах озера среднемесячная температура на горизонте 0,1 м в августе не превышает 16 °С, а на глубине 20 м – всегда ниже 8 °С (Онежское озеро..., 1999).

Озеро в течение 6–6,5 месяцев – с декабря (иногда с января) до середины мая – покрыто льдом. Весной (май-июнь) и осенью (октябрь) образуется термобар, отделяющий более прогретые весной и более охлажденные осенью воды мелководной зоны от глубоководной части озера. Летом образуется вертикальная термическая стратификация. Эпилимнион имеет толщину 20 м (Онежское озеро..., 1999).

Литораль (с глубинами до 10 м) занимает 19% площади Онежского озера (табл. 1.1). Преобладают глубины от 20 до 60 м, доля которых

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМА

57% площади. Наибольшая часть объема (86%) водных масс заключена на участках с глубинами до 40 м, которые являются основными для рыбохозяйственной эксплуатации. Их общая акватория 6,53 тыс. км² (653 тыс. га), но из них 34 тыс. га и 30 притоков озера имеют календарно-заповедный режим для рыболовства в связи с их особым значением для воспроизводства рыб (участки высшей категории рыбохозяйственного пользования по ГОСТ 17.1.2.04-77).

Т а б л и ц а 1 . 1

Литоральная зона Онежского озера (Природные ресурсы больших озер..., 1984)

Районы озера	Площадь зеркала, км ²	Литораль		Зарастаемость	
		Площадь, км ²	Доля от общей, %	Площадь, км ²	Доля от площади литорали, %
Повенецкий залив	872	314,2	36,0	10,23	3,3
Великая губа и Кижские шхеры	165	160,2	97,2	4,12	2,6
Уницкая губа	143	86,7	60,6	2,06	2,3
Бол. Лижемская губа	114	38,0	33,4	0,43	1,1
Кондопожская губа	221	64,5	29,2	1,26	2,0
Малое Онего и Заонежье	1563	461,3	29,5	2,60	0,6
Большое Онего	1171	135,0	11,5	1,90	1,4
Основной плес	5444	580,3	10,7	1,02	0,2
Итого	9693	1840	19,0	23,62	1,3

Онежское озеро является одним из наименее минерализованных озер мира. Общая минерализация в различных районах озера составляет 39–46 мг/л. Средняя концентрация биогенных элементов: фосфор общий 10–14 мкг/л, азот общий 0,52–0,65 мг/л, кремний 0,3–0,5 мг/л. Концентрация растворенного кислорода близка к полному насыщению (Онежское озеро..., 1999).

Хорошо выраженная лимническая гетерогенность и различная степень локального антропогенного воздействия создают предпосылки для существования различных по трофии участков озера. Глубоководный центральный район, заливы Повенецкий и Большое Онего сохраняют олиготрофный характер. Кондопожская и Петрозаводская губы, а также некоторые прибрежные участки приобрели статус мезотрофных. Отдельные мелкие губы и участки приближаются к эвтрофии.

Общая численность населения, проживающего на территории бассейна Онежского озера, составляет примерно 500–520 тыс. человек, из них в зоне побережья – около 380–390 тыс. Структура населения за последние годы существенно меняется в сторону увеличения доли городских жителей: в пределах карельской территории период с 1976 по 1995 гг. характеризовался общим приростом численности населения на 18,9% (в отличие от других районов) при изменении доли городских жителей от 92,8 до 95,7%, а сельских – от 7,2 до 4,3% (Онежское озеро..., 1999). Основная часть населения сконцентрирована на северо-западном побережье озера в зоне городов Петрозаводск и Кондопога с общей численностью около 330 тыс. человек. Северную оконечность (район Медвежьегорска-Пиндуши-Повенца) населяют около 30–35 тыс. человек. Практически не заселена территория водосбора озера в Архангельской области, представляющая собой заповедную зону площадью 3,41 тыс. км² в составе национального парка «Водлозерский», общая территория которого, включая Карелию, занимает 4,69 тыс. км².

1.2. Исторический обзор рыбохозяйственных исследований

В истории рыбохозяйственных и ихтиологических исследований Онежского озера можно условно выделить четыре основных этапа: первый – дореволюционный, с XVIII в. до 20-х гг. XX в.; второй – 20–40 гг. XX в.; третий – 1950 – конец 1980-х XX в.; четвертый – с начала 1990 гг. XX в. по настоящее время. Это деление весьма условно и отражает степень интереса и интенсивность проводимых исследований на акватории Онежского озера.

На первом, раннем этапе, исследования носили описательный и случайный характер. Первые сведения по рыболовству в Онежском озере в 1785 г. дал в своей книге «Путешествие по озерам Ладожскому, Онежскому и вокруг Ильмена» академик Н. Я. Озерецковский (1812). Из упоминаний этого автора, касающихся рыбного промысла, можно составить некоторое представление о рыболовстве на Онежском озере. Главной промысловой рыбой была тогда ряпушка. Осенний лов ряпушки был сконцентрирован в Толвуйском Онего. На острова Ваблок и Пальостров осенью собиралось «неводов ста по три для промысла ряпушки». В то время эти орудия лова являлись главными. Мелкоячейных сетей и ряпушковых мереж (основные орудия ловли ряпушки в настоящее время) тогда еще не было. Несмотря на обилие

рыбы и сравнительно развитое рыболовство, организованного сбыта рыбы на Онежском озере не существовало.

Исследования Онежского озера К. Ф. Кесслером были начаты в 1866 г. Результаты его работ подробно изложены в книге «Материалы для познания Онежского озера и Обонежского края, преимущественно в зоологическом отношении» (1868), до сих пор не потерявшей научной ценности. Главная задача К. Ф. Кесслера заключалась в выяснении видового состава рыб Онежского озера, их распространении, питании и наличии паразитов. Кроме того, им дается краткое описание применявшихся в то время здесь орудий лова: неводов, мутников, кереводов, ставных сетей, мереж, мерд, саков и продольников. Автор насчитывал 39 видов рыб, обитающих в Онежском озере, и подробно описывает те из них, которые имеют важнейшее промысловое значение.

К. Ф. Кесслер указывал на недостатки промысла, ведущие к снижению уловов в Онежском озере: чрезмерно густую установку мереж в устьях рек, сплошное преграждение речек, впадающих в озеро, мельничными и лесопильными плотинами, которые препятствуют прохождению на места нереста лосося, тайменя (кумже) и сига, употребление мелкочейных неводов и мутников. К недостаткам рыболовства он относит и почти полное отсутствие живорыбных садков и сойм.

Исследования И. С. Полякова были начаты по поручению Русского Географического общества в 1871 г. с целью зоогеографического изучения Олонецкой губернии. Свои работы он проводил в устьях рек Вытегры и Шалы, на Водлозере и Кенозере. В результате проведенной экспедиции были собраны обширные ихтиологические материалы. Образцы рыб из карельских озер хранятся в настоящее время в музеях Академии наук и Ленинградского университета.

Однако, как уже говорилось выше, работы Н. Я. Озерецковско-го, К. Ф. Кесслера и И. С. Полякова не были направлены на изучение промысла рыб Онежского озера. Такая задача была поставлена в 1851 г. перед знаменитой экспедицией Академии наук, проводившейся под руководством академика К. М. Бэра на всех крупных водоемах России в течение ряда лет. В отчете Н. Я. Данилевского (1875) «Исследования о состоянии рыболовства в России» впервые с научной точки зрения сделана попытка исследования рыбного промысла в Онежском озере и дана его оценка. Из рыболовных районов особое внимание уделяется Чолмужской губе (для которой описывается особая форма сига), Толвуйскому ряпушковому

району, районам рек Суны и Водлы. Определяется промысловая ценность уловов по отдельным районам. Общий улов со всего Онежского озера исчислялся в 11,66 тыс. ц или 1166 т. В результате работ данной экспедиции К. М. Бэрм и Н. Я. Данилевским были составлены правила рыболовства на северо-западных озерах, где есть немало предложений, относящихся и к Онежскому озеру.

Исследованиями Н. Н. Пушкарева (1895) были обозначены главнейшие промысловые участки, составлены подробные описания рыболовства на Онежском озере: перечень видов рыб с указанием их промысловой ценности и распространения, способы лова, промысловое значение отдельных рыболовных участков. Результаты исследований изложены в книге «Рыболовство на Онежском озере» (1900). Этот труд до сих пор остается одним из лучших описаний онежского рыболовства.

По оценке Н. Н. Пушкарева, валовой улов рыбы по всему озеру был равен приблизительно 2500 т. Отмечается увеличение вылова по сравнению с 1870 г. (периодом исследований Данилевского), когда общий улов по разным оценкам изменялся от 760 до 1166 т. Такое повышение уловов Н. Н. Пушкарев объясняет развитием глубоководного вылова продольниками, большим распространением озерного лова мережами, которые в 70-х гг. XIX столетия только начинали входить здесь в употребление. В заключение Н. Н. Пушкарев указывает, что хотя в рыболовстве на Онежском озере и наблюдается значительное развитие, по сравнению с предыдущими годами, но оно еще не достигло своего крайнего напряжения. Тем не менее он считал необходимым предложить ряд мер по охране рыбы от чрезмерного вылова: выделить запретные для лова участки в Соломенском (у Петрозаводской губы) и Чолмужском проливах и в ряде лососевых и сигаевых рек — Пяльме, Водле, Немене, Свири и установить для рыболовства в некоторых притоках Онежского озера запретные сроки. Вместе с тем Н. Н. Пушкарев перечисляет меры, которые должны содействовать развитию рыбного промысла, особое внимание он обращает на необходимость устранения загрязнения промысловых вод озера лесосплавом и на вредное влияние колюшки, поедающей икру ряпушки и палии.

Н. Н. Пушкаревым впервые был поставлен вопрос о необходимости всестороннего рыбохозяйственного изучения Онежского озера, т. е. не только об исследовании рыболовства, но и о серьезном изучении самих рыб и условий их существования, необходимости ихтиологических, гидрологических и гидробиологических исследований этого водоема.

Второй, послереволюционный этап исследований, начался с работы Онежской экспедиции Государственного гидрологического института (ГГИ) в 1924–1932 гг. В задачи этой экспедиции под руководством проф. С. А. Советова входило изучение гидробиологии озера. В результате был собран обширный материал по гидрохимии и термическому режиму водоема, составлена карта грунтов. Одновременно с гидрологическими работами ГГИ в 1924 г. Всесоюзный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства (ВНИОРХ) начал ихтиологические исследования, продолжавшиеся до 1929 г. Были проведены оценка состояния рыболовства и ревизия списка рыб Онежского озера с указанием их промыслового значения в различных районах, составлено описание рыболовных участков и существующей техники лова (Петров, 1926).

Общий годовой улов рыбы, по расчетам В. В. Петрова, составлял в период его исследования около 8330 ц, т. е. был почти в 2 раза меньше, чем в 1895 г. Главной причиной такого уменьшения вылова считалось сокращение количества орудий лова. Вместе с этим, однако, отмечался перелов ценных рыб (лосося и сига), а также уменьшение числа нерестилищ вследствие преграждения рек плотинами и сплаваемым лесом. В качестве мер к сохранению рыбных запасов Онежского озера предлагались ограничения пользования неводами и мережами и установление запретных для лова участков. Однако эти причины расценивались как второстепенные. Основными причинами сокращения лова ценных промысловых видов являлись: а) слабо регулируемый сплав; б) загромождение рек сплавными материалами; в) зарегулирование стока; г) загрязнение воды. Для устранения этих причин, вызывающих сокращение объемов промысла, предлагалось обустройство рыбоходов при наиболее крупных плотинах, согласование ведения сплава с нуждами рыболовства и искусственное рыборазведение.

В последующие 1927–1930 гг. под руководством М. И. Тихого (ВНИОРХ) было проведено исследование рыболовства в юго-восточной части Онежского озера. Эти работы были нацелены на выяснение промыслового значения тех участков, на рыболовстве которых могли бы отразиться гидротехнические работы на р. Свири. Обследовалось рыболовство по восточному побережью Онежского озера южнее Унских островов, по южному побережью и р. Свири. Результаты этих работ изложены в статьях В. В. Вещезерова, М. В. Логашева (1931). Авторы дают список промысловых рыб обследованных районов, описание орудий лова, организации промысла. При изучении рыб Онежского озера основной задачей было

выяснение миграционных путей лосося и сига из Онежского озера в р. Свирь, Ладожское озеро и обратно. Этот вопрос имел большое значение для оценки степени влияния на биологию проходных лососевых рыб свирских гидротехнических плотин. В 1929 и 1930 гг. было помечено 294 экз. рыб, в основном лососей. Результаты мечения подтвердили заключение К. Ф. Кесслера о том, что ладожский и онежский лососи являются местными формами, не мигрирующими из одного озера в другое. Ладожский лосось, нерестующий в р. Свири, до Онежского озера не доходит и после икрометания возвращается в Ладожское озеро.

Как указывалось выше, организацию работ по искусственному разведению основных промысловых рыб Онежского озера считал необходимой еще Н. Н. Пушкарев в 1913–1915 гг. В 1926 г. были проведены специальные изыскания на Онежском озере с целью выбора места для постройки рыбоводного завода, выяснения расового состава и биологии тех рыб, которые должны быть объектами разведения. В этих изысканиях приняли участие Отдел прикладной ихтиологии, Бородинская биологическая станция и НарКомЗем Карелии (Н. И. Кожин, Б. П. Шишов, Е. И. Гурьева).

В процессе ихтиологических исследований обращалось внимание на озерно-речных сига, запасы которых в наибольшей степени использовались промыслом и нуждались в искусственном восстановлении. Особенно подробно изучались сунский и шальский сига – основные промысловые формы озерно-речных сига Онежского озера. И. Ф. Правдин дал описание систематических признаков сига, составил их подробное описание и привел сведения о распространении сунского и шальского сига в Онежском озере (Правдин, 1935).

В 1927 г. были начаты опыты по искусственному разведению сунского сига и исследованию его биологии. Эти работы производились на р. Суне так называемым беззаводским методом, на рамках в реке (способ, используемый на р. Неве для разведения лосося). Н. И. Кожин, руководивший работами по рыбоводству, на основании опытов 1927–1929 гг. пришел к выводу, что существует возможность разведения сига без строительства завода, но необходимо продолжить изучение условий развития икры в естественных условиях и совершенствовать применяемое для искусственного разведения икры оборудование. В этот период были собраны материалы по питанию сига и отмечено своеобразие в питании разных экологических форм.

Бородинская биологическая станция в 1930 г. провела комплексные рыбохозяйственные исследования р. Водлы и Шальской губы

Онежского озера, основная цель которых заключалась в определении промысловой ценности района в связи с намечавшейся постройкой Заонежского бумажного комбината у места слияния рек Водлы и Шалицы. Необходимо было также указать место для спуска сточных вод будущего комбината с таким расчетом, чтобы эти воды оказывали наименьшее влияние на рыб и рыболовство Шальского района. Совместно с Онежской экспедицией Государственного гидрологического института, Бородинской биологической станцией были проведены гидрологические, гидробиологические, ихтиологические и рыбопромысловые работы, охватившие р. Водлу от устья до г. Пудожа, Шальскую губу и группу Киндосских озер (Труды..., 1932). Приводятся материалы по биологии и промыслу шальских рыб, гидрометеорологии и гидробиологии. Результаты исследований свидетельствовали о том, что сточные воды бумажного комбината, состоящие на 80% из соединений натрия и серы, несомненно, окажут вредное воздействие на рыб и вызовут снижение их численности в одном из важнейших промысловых районов озера. В этот период Шальский район (р. Водла и Шальская губа) давал от 85 до 200 т рыбы, в том числе таких ценных, как сиги и лосось, и являлся местом нагула молоди рыб.

Конечная цель комплексного рыбохозяйственного исследования — определение рыбных запасов и пути их рационального использования — не могла быть достигнута эпизодическими работами. Поэтому созданная в 1931 г. Карельская биологическая станция с первого же года своего существования основное внимание уделяла изучению состояния отдельных популяций наиболее ценных промысловых видов рыб. Практически в это же время Карельское отделение ВНИОРХ проводило комплексное рыбохозяйственное изучение рыб и условий их обитания, оценку качества окружающей среды, разработку вопросов техники лова и обработки рыбы, экономику рыбного хозяйства и, наконец, работы по воспроизводству рыбных запасов.

В 1931 г. выполнено общее рыбохозяйственное исследование Онежского озера, имевшее главной целью выяснение состояния его рыболовства. В 1932 и 1933 гг. проводилось более детальное изучение озера по отдельным его районам. В задачу этих работ входило исследование биологии важнейших промысловых рыб (ряпушки, сига, лосося, пали, судака, корюшки). Одновременно продолжались статистико-экономические работы. Была составлена подробная карта рыбного промысла Онежского озера. В 1934 и 1935 гг. ихтиологические исследования Онежского озера проводились в тесной связи с опытным ловом. В

1934 г. выполнялись ихтиологические, гидробиологические и гидрологические работы и опытный лов в северо-восточном районе озера, а в 1935 г. — в его южной части. Работы эти носили поисково-разведочный характер. Их основной целью было выяснение условий существования промысловых рыб, их распространение и возрастной состав. Выяснялась также целесообразность и рентабельность организации промышленного сетного лова. Серьезное внимание в этот период уделялось вопросам искусственного разведения рыб. Продолжались опытные работы по искусственному разведению сунского сига, ряпушки, лосося и палии в естественных условиях. Из весенненерестующих видов особое внимание обращалось на разработку методов искусственного разведения леща и судака.

Третий этап исследований начался практически сразу после Великой Отечественной войны. Он характеризуется более углубленными и детальными исследованиями, касающимися распространения и систематики рыб, динамики численности и оценки рыбохозяйственного значения отдельных частей Онежского озера и других крупных озер. На этом этапе впервые поднимаются вопросы, связанные с оценкой влияния загрязнения воды на рыб, хотя, как видно из представленного выше обзора, эти вопросы и ранее волновали исследователей. В отличие от предыдущих периодов, эти исследования вели преимущественно научные учреждения: лаборатория озерадения Ленинградского университета, Карельское отделение Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ), затем реорганизованного в СевНИИРХ, Карело-финский филиал Академии наук СССР. О важности и необходимости проведения рыбохозяйственных исследований свидетельствует тот факт, что уже в первое послевоенное пятилетие (1946—1950 гг.) тема по изучению сегов была поставлена в план работ Карело-финского филиала Академии наук. Большой вклад в изучение рыбной части сообщества внесли И. Ф. Правдин, Л. С. Берг, В. В. Покровский, Е. А. Веселов, С. В. Гердт, Л. А. Кудерский, А. М. Гуляева, А. Ф. Смирнов, Д. Г. Вебер, О. И. Потапова, В. Г. Мельянцева, Л. П. Рыжков и многие другие. Очень сложно перечислить всех ученых, занимавшихся проблемами Онежского озера. Основы многих работ явились базой для рационального хозяйствования на акватории этого водоема. Особо следует отметить работы Комплексной экспедиции по исследованию Онега. Было отмечено, что процесс загрязнения озера продолжался и привел к «резко выраженной деградации рыбного

населения заливов Петрозаводского и Кондопожского, а также Орогубы. Предельное засорение больших рек древесиной сводит на нет запасы лосося во всем Онежском озере» (Николаев, 1968). В 1980-е гг. изучение Онежского озера продолжалось сотрудниками Отдела водных проблем Карельского филиала АН СССР (ОВП КФАН СССР) и ознаменовалось целой серией оперативно-информационных материалов и статей о гидрологическом, гидрохимическом и гидробиологическом режимах Онежского озера и водоемов его бассейна. К сожалению, все меньше внимания в этих работах уделялось исследованию рыбной части сообщества.

Четвертый этап исследований водоема в начале 1990-х гг. пришелся на период экономического кризиса в России. Созданный на базе ОВП КФАН СССР Институт водных проблем Севера Карельского научного центра (ИВПС КарНЦ РАН) продолжил работы по изучению Онежского озера. С 1992 г. начались регулярные наблюдения по программе комплексного экологического мониторинга. Однако и здесь фундаментальные работы по оценке состояния популяций рыб не проводились. Рыбохозяйственные исследования в этот период целиком и полностью легли на СевНИИРХ и Петрозаводский государственный университет. Основное направление прикладных исследований было связано с оценкой потенциальных промысловых запасов с целью ограничения допустимых уловов (ОДУ). Много усилий для изучения современного состояния популяции онежского лосося (*Salmo salar m. sebago*) приложили сотрудники СевНИИРХ (И. Л. Щуров, В. А. Широков) и Петрозаводского госуниверситета (Л. П. Рыжков). Ряд работ, связанных с изучением рыбной части сообщества, были выполнены сотрудниками Института биологии Карельского научного центра О. П. Стерлиговой (2000, 2002), С. П. Китаевым (1984).

Таким образом, поставленная перед нами задача изучения современного биоресурсного потенциала Онежского озера не нова, имеет глубокие корни и серьезную исследовательскую базу. Однако анализ проведенных исследований и соответствующей опубликованной литературы показал, что комплексной рыбохозяйственной характеристики Онежского озера, включая оценку кормовой базы, состояния промысловых видов, последствия биологического и техногенного загрязнения, влияния промысла, в том числе любительского и спортивного, нормативно-правовой базы пользователей до сих пор так и не сделано.

ГЛАВА 2

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ПО СОСТОЯНИЮ КОРМОВОЙ БАЗЫ

Рыбопродуктивность относится к важнейшей составляющей биоресурсов водоемов, поэтому прогнозирование потенциальной рыбопродуктивности континентальных водоемов и ее зависимость от трофодинамики их экосистем можно рассматривать как первоочередную задачу водной экологии (Алимов и др., 2005).

2.1. Фитопланктон как компонент биоресурсной базы озера

Фитопланктон является важнейшим компонентом биоресурсной базы водоемов. Роль микроскопических водорослей в накоплении органического вещества в водных экосистемах исключительно велика ввиду высоких темпов размножения и воспроизводства биомассы. Общеизвестно, что интенсивное развитие фитопланктона в процессе эвтрофирования оказывает существенное влияние на последующие звенья трофической цепи водоема, в первую очередь, зоопланктон и деструкторов органического вещества (бактерии, водные грибы). При возрастании уровня трофности водоема увеличивается значение водорослей, особенно мелкоразмерных видов, в рационе планктонных ракообразных. Помимо вовлечения в трофодинамические процессы органического вещества водорослей после их отмирания, озерный фитопланктон прямо или косвенно служит источником пищи для многих водных животных, в том числе рыб-планктонофагов и молоди всех рыб.

Из литературных источников известны сведения об использовании в пищу организмов фитопланктона фильтраторами пелагического зоопланктона (Gliwicz, 1975; Wojciechowska, 1976; Никулина, 1977; Рассашко и др., 1980; Гутельмахер, 1986; Крючкова, 1989), хищными циклопами (Монаков, Сорокин, 1959; Гиляров, 1976), личинками некоторых донных животных, например, хирономидами (Бородич, 1956) и рыбами (Соколова, Филимонова, 1962; Смирнов, 1963; Сидоров, 1976).

В спектре питания планктонных ракообразных в пресных водоемах обнаружен разнообразный состав (более 150 видов диатомовых, хлорококковых, синезеленых) водорослей (Кожова, 1959; Васильева, 1959;

Gliwich, 1969; Гутельмахер, 1974; Семенова, 1974; Сушения, 1975; Гутельмахер, Никулина, 1977; Никулина, 1977; Gliwich, Siedlar, 1980). Доля фитопланктонных видов в рационах планктонных ракообразных составляла, как правило, 0,05–18%, но могла достигать 50–80% от общей биомассы потребленных водорослей (Аксенова и др., 1969; Богатова, 1971; Гутельмахер, 1986). Доля циклопов, в которых найдены только фитопланктонные организмы, составляла в озере Глубоком 15–21% (Гиляров, 1976). Диатомовые, хлорококковые и синезеленые водоросли являлись основными компонентами пищи личинок хирономид в пресных прудах, достигая 230 тыс. кл. в их кишечниках (Бородич, 1956). Фитопланктон в пищевом спектре личинок рыб (лещ, щука, плотва, окунь, ерш, судак, налим, укля) может составлять 0,06–0,6% (Филимонова, 1956), а в половозрелых сигах, хариусах и ряпушке – от 0,5 до 4% (Сидоров, 1976). При этом указывается разная степень утилизации рыбами фитопланктона, от 15% и практически до полного (99%) усвоения (Киселев, 1980; Константинов, 1986).

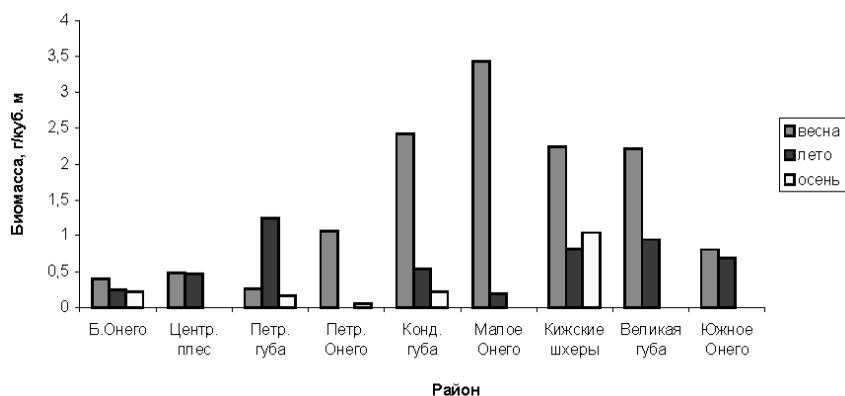
При определении роли фитопланктона как составной части биологического ресурса Онежского озера, выполнен анализ его видовой и размерной структуры, динамики показателей количественного развития (численность, биомасса) разноразмерных фракций планктонных водорослей. На основе этих показателей была предложена оценка промыслового вылова рыбы по биомассе фитопланктона.

Фитопланктон Онежского озера представлен разнообразной флорой (780 таксонов), обычной для крупных глубоких холодноводных олиготрофных озер умеренного пояса, в составе которой существенная доля приходится на бореальные (40%) и северо-альпийские (13%) формы. Наиболее разнообразно флористически, как в пелагическом, так и в литоральном планктоне, представлены диатомовые (50%), зеленые (26%), золотистые (10%) и синезеленые (8%) водоросли. Сезонные комплексы определяются диатомовыми водорослями, которые сохраняют ведущую роль в озерном планктоне во все сезоны года. Планктон литоральной зоны озера мало отличается своим видовым составом от пелагического. Доля водорослей разной систематической принадлежности в биомассе пелагического и литорального фитопланктона по районам озера существенно не меняется. Основную часть биомассы фитопланктона в озере создают диатомовые, зеленые и золотистые водоросли.

Фитопланктон является первым звеном трофической цепи и одним из основных продуцентов органического вещества в водных экосистемах.

Косвенным показателем оценки продукционных возможностей водоемов служит такой показатель, как биомасса фитопланктона.

Глубоководный район, включающий в себя наибольшую часть акватории озера, имеет сходный термический режим и химизм вод, что создает в его пределах почти одинаковые условия для развития водорослей. Уровень биомассы фитопланктона в этом районе озера (Центральный плес, заливы Повенецкий и Большое Онего, Лижемская и Уницкая губы) остается невысоким и соответствует статусу олиготрофных вод (рис. 2.1; табл. 2.1). В заливах Большое Онего и Повенецкий фитопланктонное сообщество отреагировало на антропогенное воздействие заметно более высокой в весенний сезон биомассой ($1,5 \text{ г/м}^3$).



Р и с . 2 . 1 . Сезонная динамика биомассы фитопланктона в различных районах Онежского озера в 2004–2006 гг.

В эвтрофируемых Петрозаводской и Кондопожской губах уровень развития фитопланктона значительно превышает его показатели в водах центральной олиготрофной части озера, что позволяет судить о более высокой степени их трофности. В наблюдаемый период 2004–2006 гг. биомасса фитопланктона Петрозаводской и Кондопожской губ, до настоящего времени испытывающих антропогенное влияние (Вислянская, Калугин, 1980; Вислянская, 1986, 1990, 1998, 1999), была соизмеримой с предшествующим десятилетним периодом наблюдений. Некоторые изменения отмечены в планктоне Кондопожской губы, выразившиеся в спаде биомассы в весенний период и возрастанием в летний. В прилегающем к Петрозаводской губе районе

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

Петрозаводского Онего биомасса весеннего фитопланктона достигала $1,1 \text{ г/м}^3$, в то время как осенние величины не превышали $0,1 \text{ г/м}^3$. Высокая весенняя биомасса зафиксирована в заливе Малое Онего (см. рис. 2.1; табл. 2.1).

Т а б л и ц а 2 . 1

Сезонная биомасса фитопланктона (г/м^3) в разных районах Онежского озера

Район озера	Период наблюдений	Сезон наблюдений		
		Весна	Лето	Осень
Повенецкий залив	1990-е годы	0,455	0,270	—
	2000-е годы	1,547	0,274	—
Большое Онего	1990-е годы	0,674	0,468	0,361
	2000-е годы	1,450	0,242	0,219
Центральный плес	1990-е годы	0,351	0,602	—
	2000-е годы	0,481	0,238	—
Петрозаводская губа	1990-е годы	2,347	1,028	0,850
	2000-е годы	1,248	1,241	0,161
Петрозаводское Онего	1990-е годы	2,274	1,234	—
	2000-е годы	1,061	—	0,052
Малое Онего	2000-е годы	3,426	0,191	—
Уйская губа	1990-е годы	1,088	1,910	—
	2000-е годы	2,962	2,791	—
Шокшинская бухта	1990-е годы	1,294	1,253	—
Пухтинская губа	1990-е годы	1,274	0,741	—
Пиньгуба	1990-е годы	6,111	1,672	1,426
Кондопожская губа	1990-е годы	12,973	0,858	0,352
	2000-е годы	3,920	1,906	0,220
Лижемская губа	1990-е годы	1,055	0,927	—
	2000-е годы	—	0,670	—
Уницкая губа	1990-е годы	—	1,144	—
Южное Онего	1990-е годы	1,211	0,582	—
	2000-е годы	0,805	0,691	—
Кижские шхеры	1990-е годы	1,850	—	1,030
	2000-е годы	2,146	0,602	0,740
Великая губа	1990-е годы	—	1,184	—
	2000-е годы	2,146	0,948	—
Заонежский залив	2000-е годы	—	0,393	—
Большая губа Повенецкого залива (городское побережье)	1990-е годы	0,350	0,471	0,336
Большая губа Повенецкого залива (глубоководный район)	1990-е годы	0,238	0,355	0,364
Пер-губа (Повенецкий залив)	1990-е годы	0,305	0,276	0,288
Кумса-губа (Повенецкий залив)	1990-е годы	0,763	0,403	0,792
Губа Лумбуши (Повенецкий залив)	1990-е годы	2,457	0,636	1,498
Горская губа (открытая литораль)	1970-е годы	4,520	1,450	0,180
Горская губа (закрытая литораль)	1970-е годы	4,220	2,620	2,170

Продуктивность фитопланктона Кижского шхерного района в период открытой воды 2005 г. наблюдений соответствовала уровню 90-х гг. прошлого столетия. Как и в прежние годы исследований в весенний и осенний сезоны в планктоне доминировали диатомовые, а в летний период интенсивно вегетировали мелкоклеточные виды хлорококковых и золотистых водорослей. Присутствие в планктоне мелкоклеточных видов водорослей, обычных для мезотрофных водоемов, является характерной чертой этого более продуктивного района озера.

Биомасса фитопланктона Великой губы в последние два десятилетия достигла уровня мезотрофных вод, в то время как летняя биомасса фитопланктона Заонежского залива не превышала $0,5 \text{ г/м}^3$, что отражает олиготрофный характер его вод.

В Южном Онего в последние годы наблюдений биомасса весеннего и летнего фитопланктона достигала $0,7\text{--}0,8 \text{ г/м}^3$, что соответствовало значениям, полученным в 1980-е гг. исследований (Вислянская, 1998) и не превышало лимиты для олиготрофных озер.

В Большой губе Повенецкого залива, включая прибрежную зону и центральный район открытого плеса, а также в изолированных губах залива (Лумбуши, Пер-губа, Кумса-губа) значения биомассы фитопланктона не выходят за рамки величин, характерных для олиготрофных вод.

Уровень количественных показателей фитопланктона литоральной зоны Онежского озера в конце 60-х гг. прошлого столетия был невысоким и соизмеримым с уровнем прилежащих районов пелагиали (Петрова, 1975).

Биомасса фитопланктона в литоральной мелководной зоне залива Большое Онего (Горская губа), а также на мелководье западного побережья центрального плеса озера (Шокшинская бухта, Уйская и Пухтинская губы) и в Пиньгубе соответствует уровню мезотрофных вод (см. табл. 2.1).

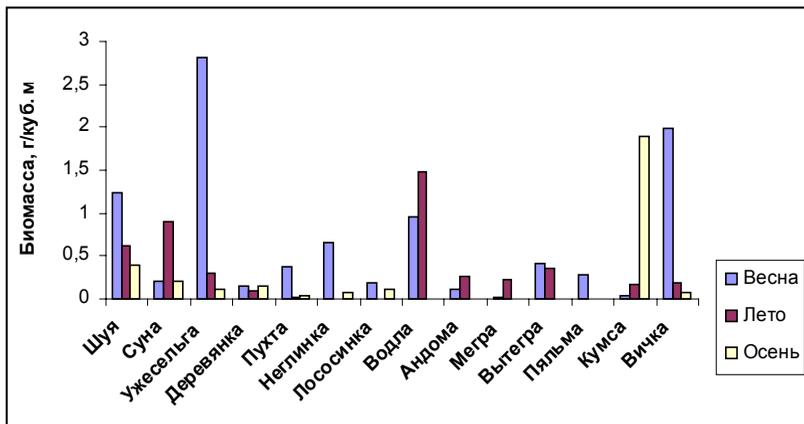
Более детальные исследования литорального фитопланктона, выполненные в летний сезон 2006 г., выявили невысокий уровень его количественного развития в большинстве районов озера (табл. 2.2). Исключение составили наиболее загрязненные сточными водами целлюлозно-бумажного комбината участки Кондопожской губы, в которых биомасса фитопланктона достигала уровня мезотрофных вод.

Т а б л и ц а 2. 2

Численность и биомасса литорального фитопланктона (г/м³) в разных районах Онежского озера в летний сезон 2006 г.

Район озера	Численность, тыс., кл/л	Биомасса, г/м ³
Кондопожская губа, вершинная часть, западное побережье	16165	11,348
Кондопожская губа, вершинная часть, восточное побережье	4143	2,930
Кондопожская губа, р-н о. Суйсарь	3975	3,087
Кондопожская губа, р-н о. Соколий	420	0,484
Кондопожская губа, р-н о. Великие	8025	8,745
Б. Онего, Узкая Салма	460	0,395
Уницкая губа, р-н о. Миж	545	0,420
Уницкая губа, р-н Ламбас	1110	1,216
Лижемская губа	330	0,670
Заонежский залив	940	0,937
Район о. Ивановский	1595	0,982
Повенецкий залив	1115	1,076
Повенецкий залив, устье р. Путкозерки	1511	1,245

В формировании фитопланктонных сообществ озера большое значение имеет фитопланктон его притоков. Результаты исследования фитопланктона рек, впадающих в Онежское озеро (Вислянская, 1990), показывают, что во все сезоны года при явном доминировании диатомовых, в планктоне разнообразны также зеленые, золотистые и синезеленые водоросли. Амплитуда колебаний биомассы в течение сезонов значительна. Если минимальные величины в течение периода открытой воды не превышают 0,1 г/м³, то максимальные значения весной, летом и осенью составляют, соответственно, 2,8; 1,48 и 0,89 г/м³ (рис. 2.2). Невысокая в среднем средневегетационная биомасса фитопланктона характеризует низкий уровень трофности притоков озера. Фитосток притоков участвует в формировании запасов фитопланктона литоральной зоны озера и оказывает влияние на уровень ее трофности в различные сезоны года. Наибольшее количество водорослей в течение периода открытой воды (весна, лето, осень) поступает в озеро из рек Водлы (1004,0 т) и Шуи (699,4 т), минимальный сток осуществляется из рек Лососинки и Неглинки (2,5–2,9 т). В среднем в Онежское озеро со стоком рек (Шуя, Суна, Неглинка, Лососинка, Водла, Андома, Мегра, Вытегра, Пяльма) в весенний сезон поступает 136,6±89,2 т фитопланктона, в летний – 95,5±41,9 т, в осенний – 37,5±30,2 т.



Р и с . 2 . 2 . Биомасса фитопланктона (г/м³) в устьевых участках рек водосборного бассейна Онежского озера

Пересчет показателей биомассы фитопланктона на объем водных масс отдельных районов озера позволяет оценить возможность создания органического вещества планктонного происхождения в озере в целом и роль отдельных районов в этом процессе. Для пересчета использованы литературные данные об объемах водных масс разных частей озера (Черняева, 1973).

Оценка количества органического вещества планктонного происхождения в Онежском озере представляет определенные трудности. Связаны они с тем, что на общем количестве органического вещества планктона, рассчитанном в столбе воды под 1 м², очень сильно сказываются высокие количественные показатели скоплений в гиполимнионе физиологически малоактивных популяций основного доминанта озера – диатомовой водоросли *Aulacoseira*. Величины биомассы летнего фитопланктона (до 30–60 г) в гиполимнионе обследованных районов в период 1990–2006 гг. наблюдений очень велики по сравнению с биомассами в вышерасположенных слоях воды, но соизмеримы с полученными ранее (Петрова, 1971). Таким образом, биомассу фитопланктона оценивали для слоя 0–10 м.

Самым значительным в озере районом, в водной толще которого создается основная часть органического вещества, является огромный по площади глубоководный район озера (табл. 2.3). Существенно

меньший вклад приходится на долю Петрозаводской и Кондопожской губ. В настоящее время биомасса фитопланктона в озере в целом значительно возросла по сравнению с 60-ми гг. прошлого столетия, что нашло свое отражение в рассчитанных величинах биомассы, как под 1 м², так и в общем запасе биомассы фитопланктона (тыс. т) в слое 0–10 м, которые оказались на порядок выше указанных для середины прошлого столетия.

Т а б л и ц а 2.3

Биомасса летнего фитопланктона (г/м²) и запас биомассы (тыс. т) в слое 0–10 м основных районов Онежского озера

Район	Петрозаводская губа	Кондопожская губа	Центральный плес	Всего
г/м ²	10,45	7,25	14,48	32,18
тыс. т	0,759	1,386	111,339	113,5

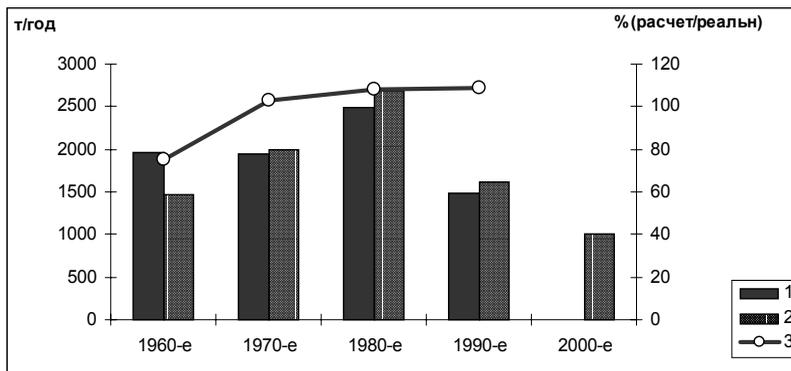
Биомасса фитопланктона формирует биологические ресурсы и сырьевую базу рыболовства. В качестве индикаторов биопродуктивности на практике используют параметры, тесно связанные с трофическим состоянием водоема, в первую очередь, биомассой фитопланктона. Для рыбохозяйственной оценки кормовой базы используют шкалы трофности (Китаев, 1984, 2007) и кормности водоемов (Пидгайко и др., 1968), в соответствии с которыми районы озера с биомассой фитопланктона уровня олиготрофных вод (< 1 г/м³) являются малокормными, с биомассой на уровне мезотрофных вод (1–4 г/м³) – средnekормными, а при биомассе свыше 4 г/м³ – высококормными. В рамках экологического направления в оценке рыбопродукционных возможностей водоемов достаточно широко используются различные гидробиологические методы определения возможной промысловой рыбопродукции водоемов, которые предполагают поиск связи ихтиомассы или промыслового вылова с отдельными лимнологическими показателями (Китаев, 2007). В частности, для оценки промыслового вылова по биомассе фитопланктона используется уравнение парной регрессии (Коваль, Казанский, 1984):

$$P = 4,546 V_{\phi}^{0,691},$$

где P – промысловый вылов, кг/га в год; V_φ – биомасса фитопланктона, г/м³.

Расчеты показали, что оцененный по сырой биомассе фитопланктона промысловый вылов в Онежском озере, хотя и варьирует по го-

дам, но усредненный по десятилетиям (рис. 2.3) соответствует величинам уловов, приведенным в литературе (Кудерский и др., 1997). При этом расчетные величины уловов в 1960-е гг. составляют 75% от реальных, а в последующие десятилетия прошлого столетия превышают реальные на 3–9%.



Р и с . 2 . 3 . Реальный (1) и расчетный (2) промысловый вылов, % расчетный/реальный (3) в Онежском озере

В гидроэкологических исследованиях уделяется большое внимание изучению размерной структуры организмов фитопланктонных сообществ с точки зрения оценки их экологической и физиологической значимости в пресноводных экосистемах, а также как возможных кормовых объектов для организмов последующих трофических уровней.

Ориентируясь на размерные параметры водорослей, обнаруженных в фитопланктонных пробах Онежского озера, также учитывая рекомендации из работы Т. М. Михеевой с соавторами (1998), нанопланктонной фракцией считали микроводоросли размером 10–50 мкм, крупнее — микропланктоном, мельче — ультрапланктоном.

В результате анализа размерно-видовой структуры фитопланктона Онежского озера выявлен таксономический состав его размерных фракций (табл. 2.4). В микропланктонную фракцию входили диатомовые, синезеленые, динофитовые водоросли. Мелкоразмерную (кормовую) фракцию фитопланктона составляют нанопланктонные и

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

ультрапланктонные виды водорослей. Нанопланктонную группу, помимо водорослей из перечисленных отделов, формировали также представители золотистых, криптофитовых, эвгленовых и хлорококковых. В ультрапланктонной группе присутствовали мелкие формы синезеленых, хлорококковых и золотистых.

Т а б л и ц а 2 . 4

Таксономический состав размерных фракций фитопланктона
Онежского озера

Отдел	Род
Микропланктон (> 50 мкм)	
Синезеленые	Oscillatoria, Anabaena, Coelosphaerium, Gomphosphaeria, Aphanizomenon, Microcystis, Merismopedia
Диатомовые	Aulacoseira, Asterionella, Tabellaria, Fragilaria, Diatoma
Динофитовые	Ceratium, Peridinium
Зеленые	Volvox, Pandorina, Eudorina
Кормовой фитопланктон:	
Нанопланктон	
Синезеленые	Aphanothece, Gloeocapsa
Диатомовые	Cyclotella, Stephanodiscus, Cocconeis, Achnanthes, Rhodocospaena, Navicula, Amphora, Cymbella, Gomphonema, Epitemia, Nitzschia
Динофитовые	Gymnodinium, Glenodinium
Криптофитовые	Rhodomonas, Cryptomonas, Croomonas
Золотистые	Chromulina, Mallomonas, Hyalobryon, Dinobryon, Chrysococcus
Эвгленовые	Trachelomonas, Euglena, Phacus
Зеленые: вольвоксовые хлорококковые	Chlamydomonas, Platymonas, Phacotus, Pteromonas Tetradron, Oocystis, Crucigenia, Tetrastrum, Scenedesmus, Ankistrodesmus, Chlorella, Dictyosphaerium, Coenocystis, Golenkinia, Pediatrum, Elakatotrix, Kirchneriella, Koliella, Monoraphidium, Schroederia, Lagerheimia Closterium, Cosmarium, Euastrum, Staurastrum
десмидиевые	
Ультрапланктон	
Синезеленые	Cynechococcus, Cynechocystis, Lyngbia
Зеленые: хлорококковые	Chlorococcales
Золотистые	Chrysococcus, Stenokalyx, Kephyrion, Pseudokephyrion, Chrysococcus

Анализ количественных показателей разноразмерных фракций пелагического фитопланктона в летний сезон 2005–2006 гг. показал, что на всей акватории озера преобладала микропланктонная (> 50 мкм)

фракция, на долю кормового (нанопланктон и ультрапланктон, < 50 мкм) приходилось в среднем 10%. Выявлено, что относительный вклад биомассы крупноразмерного планктона в суммарную биомассу фитопланктона озера во все сезоны года был более значительным, чем доли мелкоразмерных (кормовых) фракций водорослей (табл. 2.5). Биомасса микропланктонной фракции водорослей превышала величины нанопланктона и ультрапланктона в весенний сезон в 24 раза, в летний и осенний, соответственно, в 16 и 9 раз (табл. 2.6).

Т а б л и ц а 2 . 5

Биомасса (г/м³) размерных фракций и их доли в суммарных величинах биомассы пелагического фитопланктона в поверхностном горизонте Онежского озера в 2004–2006 гг.

Фракция	Среднее	%
Микропланктон	0,935 ± 0,182	88,7
Нанопланктон	0,113 ± 0,06	9,2
Ультрапланктон	0,004 ± 0,0015	0,56

Т а б л и ц а 2 . 6

Сезонная биомасса (г/м³) разноразмерных фракций фитопланктона в разных районах Онежского озера в 2004–2006 гг.

	Микропланктон		Нанопланктон		Ультрапланктон	
	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³	%
весна						
Большое Онего	0,556	98,5	0,007	1,5	—	—
Центральное Онего	0,643	98,0	0,008	1,7	0,001	0,3
Петрозаводская губа	0,263	95,0	0,011	4,2	0,002	0,8
Кондопожская губа	0,480	93,0	0,036	6,5	0,002	0,5
Южное Онего	0,791	95,1	0,014	4,85	0,0001	0,05
лето						
Большое Онего	0,235	78,0	0,064	21,0	0,002	1,0
Центральное Онего	0,347	87,0	0,036	12,7	0,0011	0,3
Петрозаводская губа	1,990	93,0	0,116	6,9	0,002	0,1
Кондопожская губа	4,138	98,5	0,044	1,4	0,003	0,1
осень						
Большое Онего	0,149	89,2	0,014	10,5	0,0003	0,3
Петрозаводская губа	0,149	90,8	0,610	9,0	0,0001	0,2
Кондопожская губа	0,209	94,5	0,011	5,5	—	—

По результатам исследований литорального фитопланктона летом 2006 г. обнаружено, что амплитуда долей нанопланктона и ультрапланктона в суммарной биомассе фитопланктона была

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

значительной, меняясь от долей до 73% (табл. 2.7). В среднем на мелкоразмерную (кормовую) фракцию фитопланктона приходилось до 18% от суммарной биомассы планктонных водорослей. Высокие значения биомассы мелкоразмерной группы литорального фитопланктона в Уницкой и Лижемской губах, заливах Большое Онего и Повенецком формировались, главным образом, за счет интенсивного развития золотистых водорослей рода *Dinobryon* и диатомей из рода *Cyclotella*. Вклад микропланктонной фракции в литорали озера достигал в среднем 80% от суммарной биомассы фитопланктона.

Т а б л и ц а 2.7

Доли (%) размерных фракций в суммарной биомассе литорального фитопланктона Онежского озера в летний сезон 2006 г.

Район озера	Биомасса, %	
	Нано- и ульт- рапланктон	Микро- планктон
Кондопожская губа, вершинная часть, западное побережье	0,5	99,5
Кондопожская губа, вершинная часть, восточное побережье	2,3	97,7
Кондопожская губа, р-н о. Соколий	0,7	97,3
Кондопожская губа, р-н о. Великие	0,04	99
Кондопожская губа, р-н о. Суйсарь	0,5	99,5
Лижемская губа	31,8	68,2
Уницкая губа, р-н о. Миж	22	78
Уницкая губа, р-н Ламбас	13	87
Б. Онего, Узкая Салма	20	80
Район о. Ивановский	7	93
Заонежский залив	18	82
Повенецкий залив	48	52
Повенецкий залив, устье р. Путкозерки	73	7

В целом в составе биомассы как пелагического, так и литорального фитопланктона Онежского озера количественно преобладает крупноразмерная (> 50 мкм) фракция ($80 \pm 7\%$). На долю биомассы мелкоразмерных (кормовых) фракций приходится в среднем $18 \pm 5,7\%$ от суммарных величин биомассы, что хорошо согласуется с результатами, полученными для других водоемов умеренной климатической зоны (Михеева и др., 1998).

2.2. Первичная продукция – основа формирования кормовой базы

Первичная продукция, наряду с аллохтонным органическим веществом, является основой потока вещества и энергии в озерной экосистеме, во многом определяя ее биопродуктивность. Конечным этапом продукционного процесса является рыбопродукция, связанная с продукцией фитопланктона известными закономерностями перехода вещества и энергии через трофические звенья. В настоящей работе показаны уровни первичной продукции в разных районах Онежского озера и на ее основе предпринята попытка ориентировочных расчетов уловов и рыбопродукции.

По показателям первичной продукции Онежское озеро в целом – олиготрофный водоем, за исключением эвтрофируемых Кондопожской и Петрозаводской губ, где продукция фитопланктона достигает показателей мезотрофных вод (Тимакова, Теканова, 1999; Теканова, Тимакова, 2007). За 17-летний период наблюдений (с 1989 по 2006 г.) ее уровень существенно не изменился (табл. 2.8). На основной акватории водоема (Центральное, Южное, Петрозаводское, Малое Онего, Повенецкий и Заонежский заливы, Уницкая губа) суточная первичная продукция в летний период находится в пределах 50–150 мгС/м². Исключение составляют участки открытого плеса, принимающие загрязненные воды Петрозаводской и Кондопожской губ – Петрозаводское Онего и залив Большое Онего, где в отдельные периоды суточная продукция фитопланктона достигала 200–300 мгС/м². Для залива Большое Онего и Кижских шхер отмечается тенденция к повышению уровня первичного продуцирования в пределах олиготрофных значений. Измерения, выполненные в Лижемской (2003–2006 г.) и Великой губах (2005 г.), выявили более высокий, по сравнению с открытым плесом озера, уровень первичной продукции – до 223 и 164 мгС/м²·сут. соответственно. В последние годы на водоемах и водотоках, впадающих в Лижемскую губу, и в самом заливе активно развивается садковое рыбоводство. Однако по имеющимся в нашем распоряжении немногочисленным данным, относящимся к тому же к разным периодам вегетационного сезона, трудно сказать, носит ли обнаруженный повышенный уровень первичной продукции устойчивый характер. В Петрозаводской губе суточные величины первичной продукции достигают 67–585, в Кондопожской – 133–1037 мгС/м².

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

Т а б л и ц а 2 . 8

Продукция фитопланктона в разных районах Онежского озера в летний период, мг С/м² сут.

Район		1989–1996 гг.	1999–2006 гг.	Среднее 1989–2006 гг.
Южное Онего		91,9±24,4	86,0±24,5	88,3±15,5
Центральное Онего		104,5±26,2	89,7±15,2	96,3±10,5
Малое Онего			85,3	85,3
Заонежский залив			74,2±13,6	74,2±13,6
Повенецкий залив	Большая губа		69,2±3,4	69,2±3,4
	центр. часть		28,6±4,3	28,6±4,3
Уницкая губа			72,8±4,3	72,8±4,3
Лижемская губа			158,8±63,9	158,8±63,9
Великая губа			164,3	164,3
Кижские шхеры		41,8±9,0	112,1±26,0	89,0±22,1
залив Большое Онего		133,1±9,6	168,9±35,4	146,6±14,5
сев.-зап. часть открытого плеса		140,6±1,0	90,2	123,8±16,8
Петрозаводское Онего			209,1±114,0	209,1±114,0
Петрозаводская губа	центр. часть	225,7±58,4	174,2±54,8	199,8±38,3
	внешн. часть	161,7±60,1	115,2±18,3	122,3±21,7
Кондопожская губа	вершина	390,5±90,2	440,9±98,0	412,9±62,7
	центр. часть	286,1±33,9	288,0±35,7	286,7±24,2
	внешн. часть	233,9±27,3	196,7±41,9	217,4±23,3

Первичная продукция литоральной зоны озера в летний период сравнима с открытым плесом. Повышенными ее величинами характеризуются лишь участки около населенных пунктов (Уйская губа – 216,4 мг С/м² сут.) и приустьевые районы крупных рек – Андомы и особенно Водлы, несущей в озеро четвертую часть общего фосфора, поступающего со всеми притоками (Сабылина, 1999). В последнем случае первичная продукция достигает 351,0 мг С/м² сут., что соответствует мезотрофным водам. Однако следует отметить, что в годовой первично-продукционный цикл литоральной зоны наиболее весомый вклад вносит весенний сезон – период поступления обогащенных биогенами паводковых вод. Наличие термобара не позволяет им проникать в глубь озера, поэтому весеннее продуцирование фитопланктона может быть здесь значительно активнее летнего.

При оценке уловов или рыбопродукции водоема, как правило, оперируют годовыми величинами, поэтому для их ориентировочного расчета были определены годовые значения первичной продукции в Онежском озере (табл. 2.9). В 1989–1993 гг. были проведены сезонные (с июня по октябрь) измерения в Кондопожской, Петрозаводской губах и заливе

Большое Онего (по уровню продукции и типу сезонной динамики этот залив соответствует открытому плесу), что позволило более точно рассчитать годовые величины первичной продукции. В остальной период годовая продукция фитопланктона рассчитывалась по способу, предложенному Г. Г. Винбергом (1960), когда наибольшая интегральная (под м²) суточная продукция составляет 1% от годовой. Этот метод расчета был подтвержден и для Онежского озера (Теканова, 2004), а ранее – на вологодских озерах (Орехова, 1988), Рыбинском (Сорокин, 1956) и Братском (Крашук, 1986) водохранилищах.

Т а б л и ц а 2.9

Годовая продукция фитопланктона в Онежском озере, г С/м²

Год	Кондопожская губа	Петрозаводская губа	Открытый плес
1989	60,1	42,3	20,2
1990	57,0	25,4	16,4
1991	44,6	34,4	14,6
1993	41,0	20,9	16,9
1994			14,0
1996			14,0
1997			13,7
1998			13,3
1999	43,7		
2001			16,4
2002		32,6	
Мин.-макс.	41,0–60,1	20,9–42,3	13,3–20,2
Среднее	49,3±3,9	31,1±3,7	15,5±0,7

В пелагических участках Онежского озера, как и в других больших холодноводных водоемах (озера Ладожское, Онтарио, Гурон), в сезонном ходе первичной продукции присутствует один (летний) максимум, тогда как в губах – два (наибольший – весной). Поэтому для определения годовой продукции фитопланктона в открытом плесе использовались ее суточные величины в районе Центрального Онего летний период (июль – начало августа), в Кондопожской и Петрозаводской губах – во время весеннего максимума (начало июня). В эвтрофируемых заливах имеет место градиент продукции по продольному разрезу, поэтому в табл. 2.8 приводятся ее средние значения для разных участков. Как видно из табл. 2.9, в открытом плесе озера годовая продукция фитопланктона составляет 13–20 (среднее 15,5) г С/м² сут., тогда как в Петрозаводской и Кондопожской губах – выше в 2 и 3 раза

соответственно. Межгодовая изменчивость этого показателя не превышает 1,5–2,0 раза.

При определении первичной продукции для всего озера ее величина на акватории (кроме Кондопожской и Петрозаводской губ) была принята одинаковой с таковой в открытом плесе (см. табл. 2.8). Кондопожская и Петрозаводская губы занимают лишь около 4% площади озера, однако являются самыми продуктивными его участками. В связи с этим представляется важным оценить вклад этих заливов в первичное продуцирование водоема с учетом площадей (табл. 2.10). Годовая продукция фитопланктона Кондопожской и Петрозаводской губ достигает 11,7–18,7 (среднее 14,6) тыс. т органического углерода, а озера в целом с учетом этих заливов – 150,6–207,4 (среднее 172,1) тыс. т. Таким образом, участие эвтрофируемых заливов в первичном продуцировании Онежского озера составляет примерно 9%. Литоральная зона с глубинами до 10 м занимает около 19% площади озера, однако, из-за отсутствия здесь оценок годовой продукции, ее участием в продукционном процессе для последующих расчетов рыбопродукции мы пренебрегли. В песчаной и илистой литорали, составляющей 47% всей зоны, конкурентом фитопланктона за биогенные элементы выступает высшая водная растительность, сдерживая, таким образом, уровень его продукции. По данным И. М. Распопова (1975), годовая продукция макрофитов в Онежском озере в 1960-е гг. составляла 1,5 г С/м², или около 10% от продукции фитопланктона.

Т а б л и ц а 2.10

Вклад Кондопожской и Петрозаводской губ в первичную продукцию Онежского озера с учетом площадей, тыс. т С в год

	1989	1990	1991	1993	Среднее	
Губы	Кондопожская губа	13,4	12,7	9,9	9,1	11,3±1,0
	Петрозаводская губа	5,3	3,1	4,3	2,6	3,8±0,6
	В общем	18,7	15,8	14,2	11,7	14,6±1,1
Озеро в целом с учетом губ	207,4	169,0	150,6	161,2	172,1±12,4	
Вклад губ в первичную продукцию озера, %	9,0	9,3	9,4	7,3	8,7±0,5	

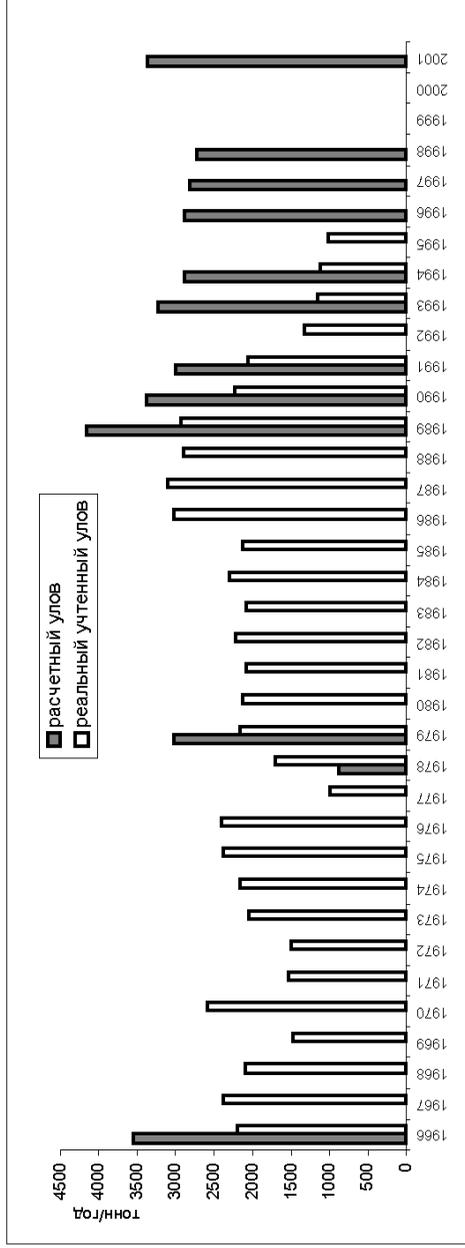
Наличие прямой связи между продукцией фитопланктона и рыбопродукцией показано многими авторами (Винберг, Кобленц-Мишке, 1966; Рассашко, 1970; Винберг, 1975; Burgis, Dunn, 1978; Wissmar, Wetzel, 1978; Бульон, Винберг, 1981; Китаев, 1984, 2007; Бульон, 2003, 2005 и др.). В настоящее время принято считать, что уловы при оптималь-

ном вылове рыбы в водоемах озерного типа составляют 0,2% от продукции фитопланктона и около 1/3 от рыбопродукции (Бульон, Винберг, 1981; Китаев, 1984, 2007; Nakanson, Boulion, 2001; Алимов и др., 2005). Рассчитанные таким образом возможные уловы в Онежском озере с привлечением литературных данных по первичной продукции за 1966 г. (Сорокин, Федоров, 1969) и 1978–1979 гг. (Умнова, 1982) оказались несколько больше реальных учетных уловов (Кудерский и др., 1997) (рис. 2.4). Это вполне объяснимо, так как в данных Л. А. Кудерского не учитываются непромышленные виды вылова (любительское, спортивное рыболовство, браконьерство). В 1978 г., который характеризовался как холодный и малопродуктивный (Умнова, 1982), расчетный улов, наоборот, оказался ниже реального. Видимо, отдельные малопродуктивные годы существенно не влияют на некий средний уровень рыбопродукции в озере. Кроме того, рис. 2.4 показывает, что вне зависимости от изменения расчетных величин, реальные учетные уловы с 1992 г. сокращаются. Это может быть связано с проблемами, возникшими с переходом от плановой к рыночной экономике (сокращение промышленного вылова в целом, трудности достоверного учета вылова частными компаниями и др.). Действительно, после разделения периодов до и после 1992 г. появилась возможность более четко определить соотношение расчетного и реального уловов (табл. 2.11). Так, в стабильный экономический период 1966–1991 гг. реальный учетный улов составлял от 62 до 71, в среднем 68% от расчетного, тогда как в период экономического кризиса – 35–39, в среднем 37%, притом, что уровень первичной продукции в озере не изменился.

Т а б л и ц а 2 . 1 1

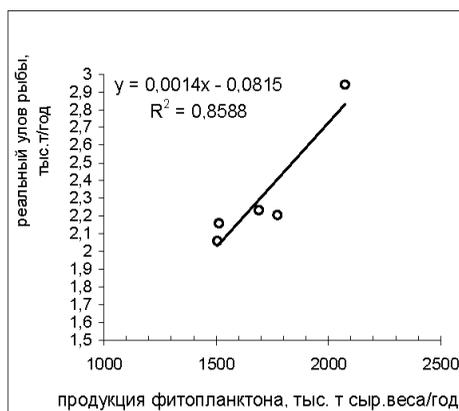
Расчетный и реальный учетный улов рыбы в Онежском озере, т в год

Год	Реальный улов	Расчетный улов	Реальный расчетный, %
1966	2207	3547	62
1979	2159	3024	71
1989	2942	4148	71
1990	2234	3179	70
1991	2060	3012	68
Среднее	2320±158	3382±214	68±2
1993	1143	3225	35
1994	1116	2878	39
Среднее	1129±13	3051±173	37±2



Р и с . 2 . 4 . Расчетный и реальный учтенный улов в Онежском озере

Для выявления достоверности связи между первичной продукцией и реальными уловами рыбы в Онежском озере выполнен корреляционный анализ этих параметров (рис. 2.5). Для сравнения были выбраны лишь данные, относящиеся к стабильному экономическому периоду 1966–1991 гг. с оптимальным выловом рыбы. Получен высокий корреляционный коэффициент – 0,93 при $n = 5$. Реальные учетные уловы составляют от продукции фитопланктона 0,12–0,14, в среднем 0,13% (табл. 2.12). В этой связи, с учетом непромышленных видов вылова предлагаемый в литературе коэффициент расчета возможных уловов по продукции фитопланктона, равный 0,2%, представляется приемлемым для ориентировочных расчетов и в условиях Онежского озера.



Р и с . 2 . 5 . Связь между продукцией фитопланктона и реальными уловами в Онежском озере

Т а б л и ц а 2 . 1 2

Продукция фитопланктона и реальный улов рыбы с площади озера за год

Год	Реальный улов*, тыс. т	Первичная продукция, тыс. т сырого веса	Улов первич. прод. в сыр. весе, %
1966	2,207	1773	0,12
1979	2,159	1512	0,14
1989	2,942	2074	0,14
1990	2,234	1690	0,13
1991	2,060	1505	0,14
среднее	2,320±0,158	1711±104	0,13±0,004

Примечание. *По: Кудерский и др., 1997.

Таким образом, годовая продукция фитопланктона в Онежском озере достигает 1439–2074 тыс. т сырой массы. Ее невысокая межгодовая изменчивость (1,5 раза) свидетельствует о стабильности первично-продукционного потенциала озера на протяжении длительного времени. В этих условиях, по ориентировочным расчетам, общий улов в Онежском озере без ущерба для рыбного сообщества (с учетом всех видов вылова) может составлять в среднем $3,3 \pm 0,2$ тыс. т в год. Во всяком случае, промышленный вылов рыбы возможен на уровне 1970–1990 гг., т. е., по данным Карелрыбпрома, Карелрыбвода, а также Л. А. Кудерского с соавторами (1997), в среднем около 2 тыс. т в год. Годовая рыбопродукция в Онежском озере может быть оценена примерно в 9 тыс. т.

2.3. Бактериопланктон как пищевой ресурс для развития зоопланктона

Рыбопродуктивность водоема, особенно для малопродуктивных экосистем, определяется обилием кормовой базы, которая, как принято считать, обуславливается величиной первичной продукции фитопланктона. Однако развитие важнейшего пищевого ресурса рыб – зоопланктона и бентосных организмов базируется не только на основе фитопланктона. В Онежском озере, как и в других водоемах, характеризующихся развитой водосборной площадью и значительным прессингом на экосистему аллохтонного органического вещества, на продуктивность этих трофических звеньев заметное влияние оказывает уровень развития бактерий и главных их потребителей – простейших и метазоопланктона, которые составляют достаточно весомую и даже доминирующую долю рациона зоопланктона и бентоса. На то, что в Онежском озере важнейшим пищевым объектом протозойного зоопланктона являются именно бактерии, указывала Н. Б. Кустовлянкина (1990). Было показано, что развитие простейших в поверхностном слое пелагических участков водоема в среднем за ряд лет достигает 145 тыс., а в прибрежье – 438 тыс. экз./м³. Простейшим на протяжении всего вегетационного периода в зоопланктонном сообществе принадлежит численное превосходство – до 73–95%, однако в биомассе они составляют всего 13–25%. В общей продукции зоопланктона Protozoa формируют до 40% и составляют в ней с ракообразными равные доли (Куликова и др., 1997). Наряду с простейшими и жгутиконосцами бактериопланктон также имеет важное значение в питании фильтрующих ракообразных (Сорокин, 1971). На значимость бактериопланктона в питании фильтраторов в Горской губе Онежского озера указывали Гутельмахер Б. Л. и др. (1981). Кроме того, важнейшим пищевым объектом для фильтрующих рачков являются частицы детрита, обсе-

ненные микроорганизмами. Последние составляют 0,5–50% биомассы детрита (Остапеня, 1979), по другим данным – 40–60% (Lenz, 1977). Несмотря на весьма скромную роль бактерий в питании «грубых» фильтраторов и хищных форм зоопланктона (Вышкварцева, Гутельмахер, 1971), бактериальное звено является важным пищевым ресурсом для развития фильтрующего зоопланктона, который является основой кормовой базы рыб.

В последние десятилетия была предложена новая концепция трофических и энергетических взаимоотношений в водоеме, получившая название «микробиальной петли» (Pomeroy, 1974; Azam et al., 1983). В отличие от классической пищевой цепи, через микробиальную пищевую «петлю» проходит углерод растворенного органического вещества. Благодаря своим маленьким размерам осмотрофные бактерии эффективно утилизируют растворенное органическое вещество и в виде бактериальной биомассы передают на следующий трофический уровень. Передача органического углерода на более высокий трофический уровень через микробиальную «петлю» может достигать значительных величин в экосистемах с повышенной концентрацией органического вещества и низкой первичной продукцией, т. е. с высокой долей аллохтонной органики. Особенно велико значение «микробиальной петли» для формирования трофических взаимоотношений в водоемах гумидной зоны, так как именно через бактериальное звено в биотический круговорот включается аллохтонное органическое вещество, которое в конечном итоге оказывает влияние на развитие кормовой базы рыб.

В Онежском озере, находящемся в гумидной зоне, численность и биомасса бактерий, а также темновая фиксация CO_2 имеют более высокие величины, чем следовало бы ожидать при существующем уровне первичной продукции, что может быть объяснено заметной долей аллохтонной составляющей в органическом веществе экосистемы. Это подтверждается значительным превышением величин деструкции над первичной продукцией (Тимакова, Теканова, 1999; Теканова, Тимакова, 2006). Еще в конце 1960-х гг. при детальном обследовании экосистемы Онежского озера и его литоральной зоны было высказано мнение, что основное поступление органического вещества в водоем происходит с притоками и береговым стоком (Семенович, 1968).

Для характеристики ресурсных возможностей развития зоопланктона в работе представлены данные по распределению биомасс бактериопланктона на акватории озера и их соотношение с биомассой фитопланктона.

В олиготрофном Онежском озере наиболее продуктивным и обеспеченным органическим веществом является максимально прогреваемый

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

поверхностный трофогенный слой. Бактериопланктон характеризуется здесь максимально высокой численностью и наибольшей вариабельностью количественных показателей на акватории водоема. Особенно большой размах количественных показателей имеется в весенний период в прибрежной зоне (табл. 2.13). В последние десятилетия рекреационное и сельскохозяйственное освоение побережья озера сопровождается увеличением антропогенной нагрузки на прибрежную зону водоема. Прежде всего происходит обогащение воды органическим веществом и биогенными элементами. Это приводит к интенсификации самоочистительного потенциала водоема и, как следствие, к интенсификации развития бактериофлоры.

Т а б л и ц а 2.13

Общая численность (О. Ч., млн/мл) и биомасса бактерий (В, г/м³)
в поверхностном слое воды

Район озера	Лето		Весна	
	О. Ч.	В	О. Ч.	В
Глубоководный район				
Центральное Онего	0,56	0,18	0,58	0,2
Большое Онего	0,83	0,28	0,48	0,16
Петрозаводское Онего	0,7	0,22	0,8	0,26
Малое Онего	1,03	0,34	—	—
Заонежский залив	0,5	0,17	—	—
Повенецкий з-в	0,86	0,28	0,43	0,14
Лижемская губа	0,96	0,32	—	—
Уницкая губа	0,78	0,25	—	—
Южная часть	0,92	0,31	0,67	0,22
Кондопожская губа, глубоководный р-н	1,71	0,59	1,20	0,39
Петрозаводская губа, продольник	1,25	0,41	1,93	0,64
Большая губа Повенецкого з-ва	1,56	1,54	—	—
Среднее	0,79	0,26	0,59	0,20
Прибрежный район				
Кондопожская губа, вершинная часть	4,15	1,79	29,00	9,53
Петрозаводская губа, побережье	1,41	0,47	2,25	0,74
Восточное побережье	0,82	0,27	1,75	0,57
Западное побережье	1,10	0,37	1,41	0,46
Великая губа	1,60	0,53	1,50	0,49
Кижское мелководье	1,38	0,46	1,9	0,62
Уйская губа	1,10	0,36	3,26	1,07
Челмужская губа	1,63	0,54	—	—
Пергуба	2,2	0,72	—	—
Пиндуши	2,3	0,76	—	—
Среднее	1,51	0,5	1,96	0,64

Примечание. (—) — данные отсутствуют.

За исключением наиболее освоенных и антропогенно эвтрофируемых северо-западных губ – Кондопожской и Петрозаводской, Большой губы Повенецкого залива, в глубоководной части акватории озера численность бактерий в летний период достигает 0,5–1,03, в среднем – 0,79 млн/мл, что определяет формирование здесь небольших величин бактериальной биомассы – 0,17–0,34 г/м³, в среднем 0,26 г/м³. В весенний период, который продолжается вплоть до июля, численность и биомасса бактерий характеризуются еще меньшими значениями. Лишь в губах, загрязняемых промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками (Кондопожская, Петрозаводская, Большая губа Повенецкого залива), где имеется повышенное содержание органических веществ, численность и биомасса возрастают в 2–2,5 раза.

Прибрежная зона в озере в целом выражена весьма слабо, что свойственно для многих глубоководных олиготрофных водоемов. Тем не менее она отличается более высоким развитием бактериофлоры. Численность бактерий в поверхностном слое воды достигает здесь в среднем 1,5 млн/мл – уровня мезотрофных вод. Особенно выделяются устьевые участки притоков и мелкие зарастаемые растительностью и антропогенно освоенные губы.

Для летнего и весеннего сезонов было отмечено, что прибрежная зона западного побережья центрального района озера характеризуется более высокими показателями развития бактериопланктона по сравнению с восточным. Однако в целом, включая губы, оба побережья имеют схожие значения по численности. Наиболее продуктивным сезоном для прибрежного района озера является весна, так как поступающее с речным и терригенным стоком органическое вещество задерживается в прибрежной зоне термобаром до границ 10–15-метровой изобаты вплоть до середины, а в некоторые годы – конца июня. На этот факт указывалось еще в начале 1970-х гг., когда водосбор озера и его побережье не были столь интенсивно освоены, как в настоящее время. В последние годы в прибрежной зоне регистрируются более высокие показатели численности бактерий по сравнению с данными 1960–1970-х гг. Та же тенденция отмечается и для глубоководной пелагической зоны озера (Александрова, 1973). Однако это увеличение связано не только с интен-

сификацией развития в воде бактериофлоры, но и со сменой методик при определении общей численности бактерий. Тем не менее следует отметить, что наиболее заметные изменения в бактериальных сообществах литоральной зоны произошли в урбанизированных, подверженных антропогенному эвтрофированию заливах озера – Кондопожской, Петрозаводской и Большой губах.

При оценке бактериального ресурса для развития зоопланктона, определения бактериальной продуктивности только для поверхностного слоя воды недостаточно, так как в толще воды бактериопланктон распределяется неравномерно. Какую-либо строгую закономерность в его вертикальном распределении на акватории выявить чрезвычайно трудно, так как зачастую оно бывает обусловлено динамикой вод, ветровой ситуацией на водоеме. Как показали расчеты, в глубоководных пелагических районах, несмотря на более низкую бактериальную плотность, ее биомасса в столбе воды под m^2 характеризуется более высокими величинами по сравнению с прибрежной зоной (табл. 2.14). Это превышение (более чем в 2 раза) обусловлено большими глубинами. Поэтому при сравнительной ресурсной оценке вод для развития зоопланктона следует использовать удельную величину биомассы, выражаемую как средневзвешенная бактериальная биомасса, в m^3 воды. То есть $V_{\text{рес.}} = V_{\text{под}} m^2 / h$, где $V_{\text{рес.}}$ – ресурсная оценка вод для развития кормовой базы зоопланктона, h – глубина в м, $V_{\text{под}} m^2$ – биомасса бактерий под m^2 . В этом случае, если принять среднюю глубину для глубоководной зоны озера – 30,0 м, а побережья – 6,0 м, то $V_{\text{рес.}}$ в летний период будет составлять 0,39 и 0,88, а весной – 0,3 и 2,06 г/ m^3 соответственно. То есть в прибрежной зоне бактериальный ресурс для развития кормовой базы зоопланктона значительно выше, чем в глубоководном районе. При этом если в глубоководной зоне в весенний и летний периоды он изменяется незначительно, то в прибрежной зоне весной его величины в 2,5 раза превышают летние.

Согласно имеющимся биомассам планктонных водорослей, сравнительный анализ биомасс бактерио- и фитопланктона, как пищевой основы для их выедателей, был проведен только для поверхностного слоя воды (рис. 2.6).

Т а б л и ц а 2 . 1 4

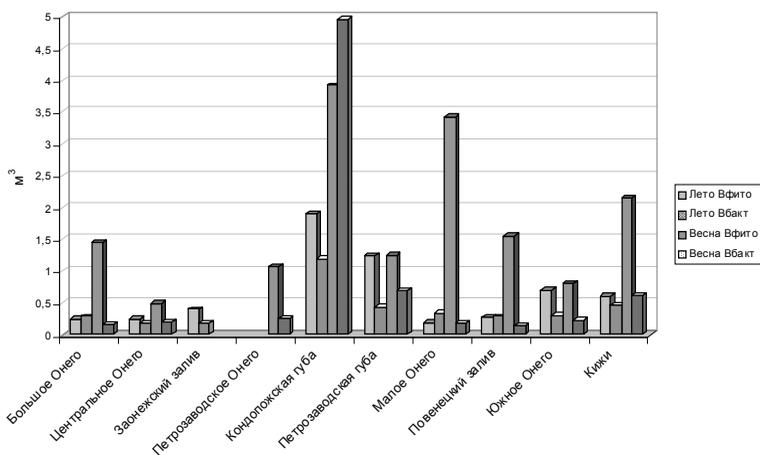
Средняя численность бактерий в толще воды (О. Ч., млн/мл) и средневзвешенная биомасса бактерий под м² (В, г/м²)

Район озера	Лето		Весна	
	О. Ч.	В	О. Ч.	В
Глубоководный район				
Большое Онего	0,74	16,56	0,45	8,70
Заонежский залив	0,37	2,38	—	—
Повенецкий залив	0,98	29,34	0,35	12,24
Большая губа Повенецкого з-ва	0,94	5,58	—	—
Малое Онего	0,89	9,02	0,56	6,24
Центральное Онего	0,70	14,34	0,65	12,85
Петрозаводское Онего	0,67	7,53	0,78	9,55
Лижемская губа	0,83	14,29	0,56	6,24
Уницкая губа	0,92	9,20	—	—
Кондопожская губа, глубоководный р-н	1,56	19,53	0,98	21,30
Петрозаводская губа, срединная часть	1,10	10,05	1,85	16,00
Южное Онего	1,30	12,31	1,17	12,35
Среднее	0,78	11,56	0,58	9,03
Прибрежный район				
Великая губа	1,60	4,61	1,35	4,14
Кижское мелководье	1,40	2,89	1,65	45,36
Пергуба	2,25	11,10	—	—
Уйская губа	0,95	2,02	3,26	7,00
Челмужская губа	2,14	6,39	—	—
Западное побережье	0,80	1,82	1,65	5,06
Восточное побережье	1,01	1,76	1,66	3,81
Кондопожская губа, вершинный р-н	3,78	10,90	29,00	114,36
Петрозаводская губа, побережье	1,50	5,74	2,08	8,67
Среднее	1,71	5,25	1,94	12,34

Примечание. (—) — данные отсутствуют.

В олиготрофных районах озера (Большое, Центральное, Малое Онего, Повенецкий залив) летние биомассы фито- и бактериопланктона в поверхностном слое воды имеют схожие величины, что указывает на заметную роль бактериального звена в развитии зоопланктона. Лишь в антропогенно-эвтрофированных Кондопожской и Петрозаводской губах биомасса водорослей существенно выше бактериальной. При массовом развитии диатомовых водорослей весной, на всей акватории озера соотношение между биомассами заметно меняется в сторону превышения биомасс фитопланктона. Тем не менее для фильтрующего зоопланктона бактерии и развивающийся на их основе

протозойный планктон продолжают составлять весомую долю в его рационе, так как крупноразмерные клетки диатомовых водорослей не используются в питании тонких фильтраторов (Гутельмахер, 1986). Заметное превышение бактериальной биомассы в весенний период имеет место лишь на ограниченном участке озера – в вершинной части Кондопожской губы, куда поступают сточные воды ЦБК, обогащенные органическим веществом.

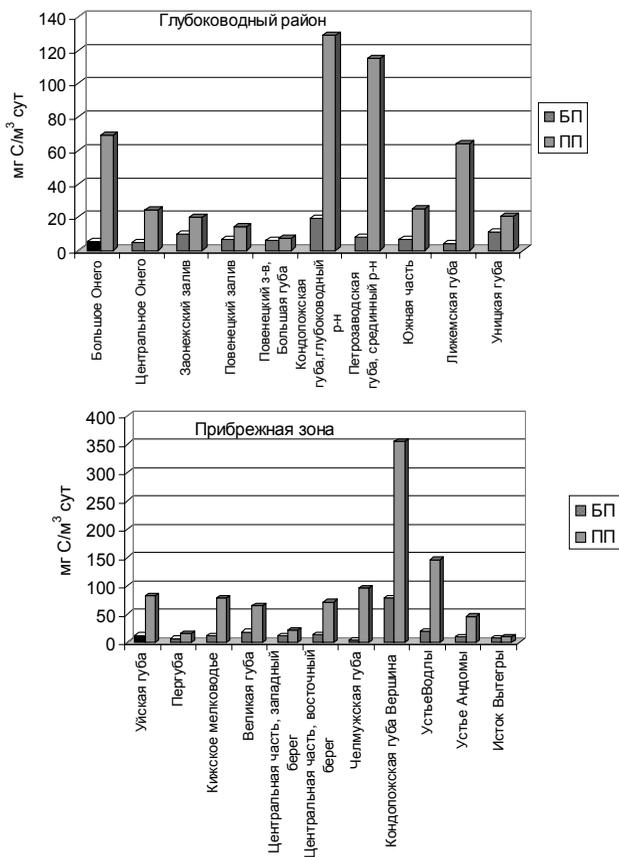


Р и с . 2 . 6 . Биомасса фито- и бактериопланктона в поверхностном слое воды (г/м³)

Особое значение для оценки роли бактериального звена как кормового ресурса для зоопланктона имеет сопоставление величин бактериальной и первичной продукции. Определение последних проводили скляночным методом в радиоуглеродной модификации (Романенко, Кузнецов, 1974). Бактериальную продукцию рассчитывали по темновой фиксации CO₂. При этом принимали, что данная величина составляет 6% от продукции бактериальной биомассы (Романенко, Кузнецов, 1974; Overbeck, 1979). Позднее было показано, что бактериальная продукция, определяемая по темновой фиксации CO₂, дает завышенные величины, приблизительно на 12–25% (Jordan, Likens, 1980).

На всей акватории водоема значительное превышение первичной продукции по сравнению с бактериальной отмечается лишь для

поверхностного слоя водной толщи (рис. 2.7). Без учета Кондопожской и Петрозаводской губ среднее значение продукции бактерий для глубоководной зоны составляет 6,7, первичной продукции – 30,5 мгС/м³·сут. В прибрежной зоне эти величины достигают соответственно 10,8 и 52,8 мгС/м³·сут. То есть, в прибрежье и пелагиали в поверхностном слое воды первичная продукция превышает бактериальную приблизительно в 4–5 раз.



Р и с . 2 . 7 . Бактериальная и первичная продукция в поверхностном слое водной толщи в летний период

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

Бактериальная продукция составляет от первичной в среднем 32% и заметно варьирует в разных участках озера, к примеру, от 6% в Лижемской губе до 84% в Большой губе Повенецкого залива (табл. 2.15). В прибрежье это соотношение составляет 24% при изменчивости показателя от 4% в Челмужской губе до 55% в западном прибрежье. То есть, чем большее влияние оказывает на район озера аллохтонное органическое вещество, тем выше процент в соотношении бактериальной и первичной продукции.

Т а б л и ц а 2 . 1 5

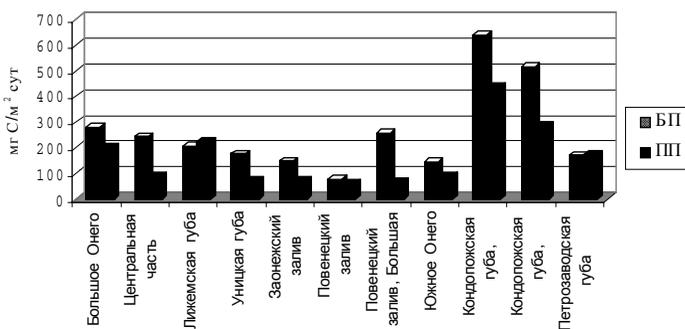
Процентное соотношение между бактериальной и первичной продукцией

Район озера	Поверхностный слой	Слой воды под м ²
Глубоководный район		
Большое Онего	7,8	137,6
Центральное Онего	18,8	271,7
Заонежский залив	49,2	199,1
Повенецкий залив	44,9	123,5
Повенецкий з-в, Большая губа	84,5	369,7
Кондопожская губа, глубоководный р-н	15,0	179,1
Петрозаводская губа, срединный р-н	6,9	97,1
Южная часть	25,8	156,5
Лижемская губа	6,1	92,6
Уницкая губа	54,2	239,8
Среднее	31,3	159,1
Прибрежная зона		
Уйская губа	15,2	44,3
Пергуба	41,1	217,2
Кижское мелководье	14,2	76,6
Великая губа	28,7	22,1
Западное побережье	54,9	116,4
Челмужская губа	4,2	22,8
Кондопожская губа, вершинная часть	22,2	92,6
Устье Водлы	13,7	46,9
Устье Андомы	21,7	43,0
Среднее	24,0	75,8

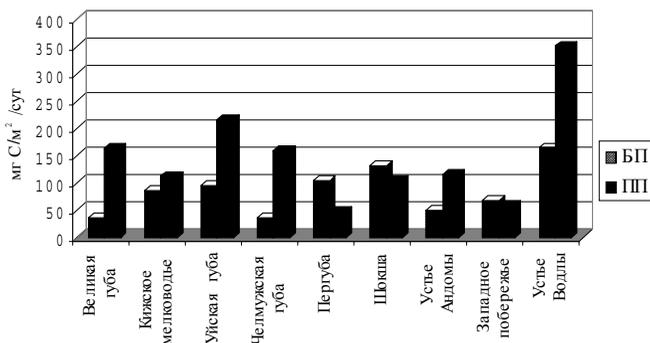
Иная картина выявляется при соотношении средневзвешенных (под м²) величин продукции, так как на преобладающей акватории глубоководного района озера, за исключением Лижемской и Петрозаводской губ, бактериальная продукция превышает первичную, создавая основной пищевой ресурс для фильтрующего зоопланктона (рис. 2.8). Среднее значение бактериальной продукции под квадрат-

ным метром достигает 188,7 мгС/м²·сут. (без учета Кондопожской губы, где развитие гетеротрофного звена стимулируется органическим загрязнением), в то время как фитопланктоном в трофогенном слое продуцируется 117,9 мгС/м²·сут. Бактериальная продукция (БП) составляет 92,6–369,7% от продукции фитопланктона (ПП). Максимальное превышение бактериальной продукции характерно для районов с глубинами свыше 60 м. В районе побережья, где глубины не превышают 10 м (в среднем 6 м), бактериальная продукция по величине уступает первичной почти в 2 раза.

Глубоководный район



Прибрежная зона



Р и с . 2 . 8 . Суточная бактериальная (БП) и первичная продукция (ПП) в летний период в слое воды под м²

Средние значения БП и ПП для этой зоны достигают величин 86,0 и 147,9 мг С/м²·сут. соответственно, при этом бактериальная продукция в среднем составляет 75,8% от первичной, варьируя в пределах от 22% в Великой губе до 217% в Пергубе (табл. 2.15).

При сравнении бактериального и растительного пищевого ресурса для развития планктонной фауны были рассчитаны удельные величины продукции бактерио- и фитопланктона (средневзвешенные величины бактериальной и первичной продукции, рассчитанные на м³). Для этого значения продукции, определенные для столба воды под м², делили на среднюю для глубоководной и прибрежной зон глубину. В пелагическом районе эти величины составляли 6,3 для бактериальной и 3,9 мг С/м³·сут. для первичной продукции, что может свидетельствовать о более значимой доли бактериального звена в рационе зоопланктона. В побережье они соответственно имели значения 14,3 и 24,7 мг С/м³·сут., демонстрируя большее значение фитопланктона в этом районе для развития рачкового зоопланктона.

Таким образом, значение бактериального звена для развития кормовой базы в Онежском озере сопоставимо с продукцией фитопланктона. Преобладающая площадь озера относится к пелагическому глубоководному району. Фотоактивная зона, где протекают фотосинтетические процессы новообразования органического вещества, располагается в узком поверхностном слое и составляет всего лишь 1/10–1/30 часть от всей толщи воды. Деструкция взвешенного планктоногенного и растворенного органического вещества, а, следовательно, и бактериального биосинтеза протекает по всей водной толще, что обуславливает сопоставимые с первичной продукцией величины продукции бактериальной биомассы. Особенно возрастает роль гетеротрофного звена, как пищевого ресурса зоопланктона, в осенне-зимний период, когда продукционная активность фитопланктона снижается до минимальных значений, а в подледный период практически до нуля.

Кроме того, в Онежском озере, где главным доминантом фитопланктонного сообщества являются диатомовые водоросли, средние размеры которых составляют более 50 мкм, значительная доля фитопланктона не может использоваться зоопланктоном в качестве пищевого объекта. Продукция бактерий, образованная на растворенном аллохтонном органическом веществе и отмершем фитопланктоне, обуславливает развитие протозойного и фильтрующего зоопланктона, значительная часть которого передается далее на более высокий трофический уровень. Следует отметить особую роль

детрита, которая не всегда учитывается в работах, но тем не менее при высокой обсемененности бактериальными клетками также служит кормовым объектом.

Учитывая высокую долю гумусных веществ в органическом веществе, сильное преобладание деструкционных процессов над продукционными, сопоставимость величин бактериальной и первичной продукции, сравнимые величины продукции протозойного и рачкового зоопланктона, можно считать, что бактериопланктон играет весомую роль в развитии кормовой базы в озере.

2.4. Зоопланктон

Звено зоопланктона является неотъемлемой частью экосистемы водных объектов. Крупные озера, такие как Онежское, имеют систему планктонного типа, т. е. основные потоки органического вещества и энергии от продуцентов к высшим трофическим звеньям идут именно через сообщества простейших, коловраток и ракообразных. Занимая промежуточное положение между фитопланктоном, бактериопланктоном и рыбами, зоопланктон играет важную структурно-регуляторную роль и определенное значение в определении ресурсного потенциала экосистемы Онежского озера.

История исследования зоопланктона Онежского озера насчитывает более 100 лет. Опубликованные работы дают представление о видовом составе, доминантном комплексе, пространственном распределении и сезонной динамике показателей, продукционном потенциале сообществ зоопланктона и трансформации его под действием антропогенных факторов (Герд, 1946; Зоопланктон Онежского озера, 1972; Куликова и др., 1997; Куликова, Сярки, 1999, 2004, 2007). В последние годы большое внимание уделяется исследованиям динамики и пространственно-временной изменчивости показателей планктона, для чего применяются современные информационные технологии и математическое моделирование (Сярки, 1999, 2005, 2006).

По видовому составу зоопланктон озера достаточно однороден и представлен типичными представителями фауны северных широт. В настоящее время в его составе отмечен 391 таксон ниже рода, в том числе: простейших – 138 (инфузорий – 128, солнечников – 4, корненожек – 6); коловраток – 123; ракообразных – 130 (*Copepoda* – 33, *Cladocera* – 82, *Harpacticoda* – 4, *Ostracoda* – 11) (Куликова и др., 1997, Куликова, 2007).

Доминирующий комплекс протозойного планктона преимущественно составляют *Tintinnidium fluviatile* Stein, *T. fl. var. cylindrica* Gajewskaja, *T. pusillum* Entz Jr., *Tintinnopsis cratera* Hada, *Lembadion lucens* Maskell, *Strombidium viride* Stein, *S. mirabile* Penard, *Amphileptus trachelioides* Zacharias, *Stentor roeseli* Ehrenberg, *Stokesia vernalis* Wenrich, *Vorticella anabaena* Stiller, *Holophrya nigricans* Lauterborn (Мажекайте, 1972; Кустовлянкина, 1990; Куликова и др., 1997).

Из коловраток в состав доминирующего комплекса входят: *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Keratella cochlearis* (Gosse), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Asplanchna priodonta* Gosse, виды рода *Conochilus* и *Notholca*. В весенний период многочисленными бывают виды рода *Synchaeta*.

В пелагической части озера преобладают веслоногие рачки, такие как *Eudiaptomus gracilis* Sars, *Limnocalanus grimaldii macrurus* (Sars), *Mesocyclops leuckarti* Claus и *Thermocyclops oithonoides* Sars, *Cyclops abyssorum* Sars и *Cyclops lacustris* Sars. В летний период появляются ветвистоусые: *Daphnia cristata* Sars, *Bosmina obt. lacustris* Sars, *Limnospira frontosa* Sars и *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller), *Holopedium gibberum* Zaddach, обычны хищные клadoцеры *Bythotrephes longimanus* Leidig и *Leptodora kindtii* (Focke).

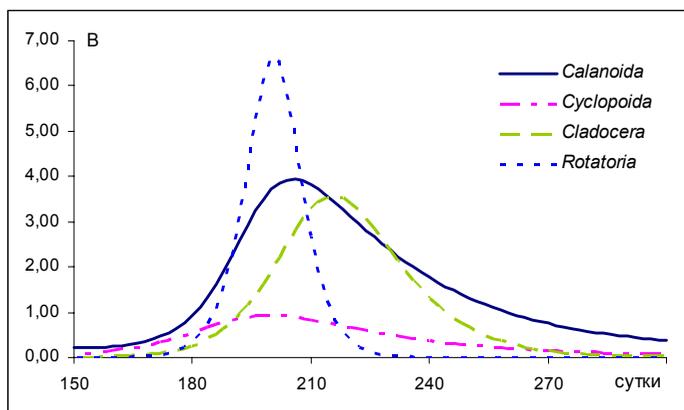
В литоральной зоне к пелагическим добавляются виды литорального комплекса: *Peracantha truncata* (O. F. Müller), *Alona quadrangularis* (O. F. Müller), *Acroperus harpae* (Baird), *Drepanotrix dentata* Eurén, *Scapholeberis mucronata* (O. F. Müller), *Simocephalus vetulus* (O. F. Müller), *Campocercus rectirostris* Schoedler, *Pleuroxus aduncus* (Jurine) и др. В прибрежной зоне большую роль в планктоне играют крупные ветвистоусые: *Polyphemus pediculus* (Linne), *Sida crystallina* (O. F. Müller) и специфичные литоральные формы веслоногих — *Eucyclops macrurus* Sars, *Paracyclops fimbriatus* (Fisher).

В зависимости от экологических условий различных районов озера в составе зоопланктона принято выделять лимнетический и литорально-шхерный экологические комплексы (Николаев, 1972а). Первый характерен для стратифицированных вод центральной части озера и крупных глубоководных заливов. Второй — для нестратифицированных вод мелководий с глубинами не более 10 м и высоким разнообразием биотопических условий.

При выраженной неравномерности вертикального распределения выделяют также холодноводный гиполимнический и тепловодный эпилимнический комплексы, которые в свою очередь разделяются на

пелагический и литоральный. Основой гипolimнического комплекса являются крупные холодноводные рачки: лимнокалянусы, циклопы и мизиды. Эпилимнический комплекс состоит из кладоцер, коловраток и некоторых теплолюбивых веслоногих, большая часть которых в летнее время приурочена к оптимальным трофическим и температурным условиям верхних слоев воды (0–10 м). В литоральной зоне выделяется, во-первых, планктон открытой литорали, куда входит комплекс песчаных пляжей и комплекс открытой каменистой литорали, и, во-вторых, планктон зарослевой литорали, в котором различают комплекс внешней зоны зарослей и комплекс внутренней мелководной зоны (Герд, 1946).

Самый ярко выраженный процесс в водоеме — это сезонная динамика. В условиях резких сезонных изменений температуры и освещенности активная жизнь пелагических сообществ планктона происходит в течение 4–5 месяцев вегетационного периода, с конца мая по октябрь, и сезонная динамика количественных показателей, состава и структуры зоопланктона весьма выражена (рис. 2.9). В остальные месяцы зоопланктон имеет низкие показатели численности и биомассы, его вклад в годовые продукционно-деструкционные процессы крайне мал (менее 1%). Но тем не менее и в остальные месяцы года круглогодичные виды присутствуют в планктоне и являются кормом для рыб.

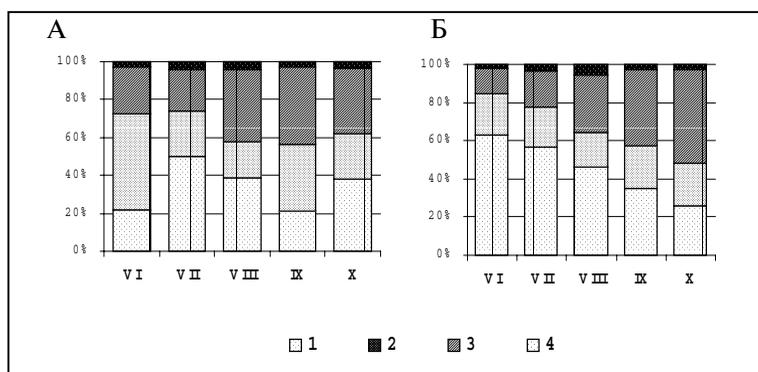


Р и с . 2 . 9 . Среднеголетняя динамика биомасс (г/м²) основных групп сетного зоопланктона в олиготрофном районе Большое Онего

За время вегетационного периода (150 суток, июнь-октябрь) значения численности и биомассы колеблются от 10–20 тыс. экз./м², 0,1 г/м² (в июне) до 500 и 10 в открытом плесе озера и до 800 и 15–20 в губах, достигая максимальных значений в вершинной части Кондопожской губы (до 1600 тыс. экз./м² и 40–45 г/м² соответственно). В среднем отношение максимальных летних (июль-август) к минимальным (отмеченным в июне) величинам количественных показателей приближается к 5.

В зимний период сообщество зоопланктона в основном носит копеподный характер (85–95% по численности и биомассе) и состоит из взрослых рачков лимнокалянусов, диаптомусов и крупных циклопов. В мае – начале июня, при температурах ниже 4 °С отмечается интенсивное развитие фитопланктона, но большая часть биомассы (> 80%) сосредоточена в крупных «некормовых» водорослях и не потребляется зоопланктоном. В это время рост продукции бактериопланктона создает базу для развития холодолюбивого комплекса простейших. К этому же времени приурочено размножение лимнокалянуса и циклопов, в планктоне появляются науплии с крупными жировыми каплями. По мере прогревания вод в июле в массе развиваются коловратки, и значение простейших в сообществе снижается. Увеличение в фитопланктоне «кормовой» мелкоразмерной фракции и повышение температуры создает условия для активного размножения основных видов тепловодного или эпилимнического комплекса. В летний период (конец июля – начало августа) максимальных величин достигает количество ветвистоусых, а роль коловраток соответственно уменьшается. Во второй половине августа в открытом озере и к началу сентября в губах происходит постепенное снижение численности и биомассы рачкового планктона. В сентябре-октябре может наблюдаться второй осенний пик развития коловраток. По мере охлаждения вод, в октябре при снижении численности рачков и коловраток происходит рост численности протозойного планктона. Таким образом, в сезонной цикличности происходит постоянное изменение структуры зоопланктона, роли в нем различных сообществ, групп и отдельных видов. Соответственно происходит изменение размерной структуры и соотношения организмов различной величины, что приводит к сезонности в развитии кормовой базы (рис. 2.10). В губах этот процесс идет несколько иначе, чем в центральных областях озера. В Петрозаводской губе в начале июня уже происходят активные процессы развития зоопланктона, и доля мелких организмов, в основном

коловраток, достигает 60%. В олиготрофных районах развитие коловраток менее выражено, чем в более трофных губах, и доля размерной фракции $< 0,001$ мкг не превышает 25% по численности, здесь преобладают более крупные организмы ($> 0,01$ мкг). Из-за короткого периода вегетации осенний подъем численности коловраток отмечается в октябре, но доля фракции с массой более $0,01$ мкг к зиме увеличивается. В Петрозаводской губе роль этой размерной группы со временем увеличивается (с 16 до 53%), в то время как доля мелкой фракции снижается (с 63 до 26%).

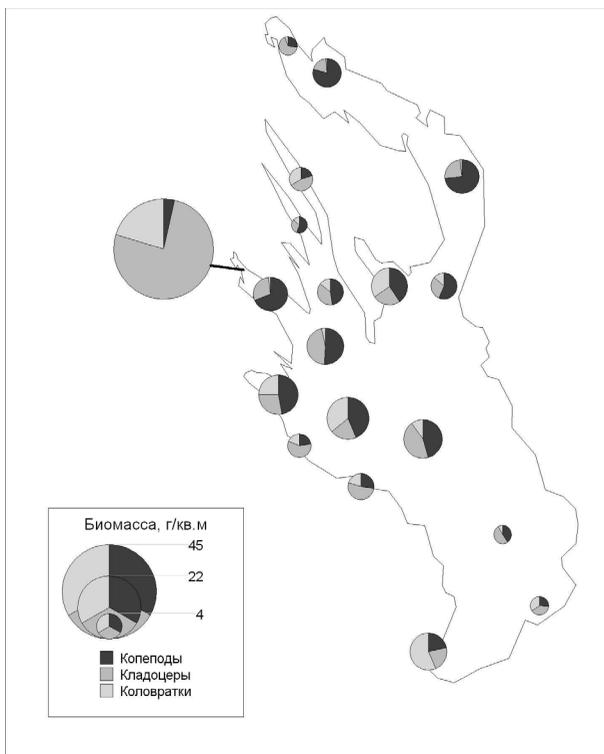


Р и с . 2 . 1 0 . Динамика размерных групп сетного зоопланктона в слое 0–10 м олиготрофной части озера (А) и Петрозаводской губы (Б). Размерные диапазоны по индивидуальной массе: 1 – $0,0001$ – $0,0099$; 2 – $0,001$ – $0,009$; 3 – $0,01$ – $0,09$; 4 – $> 0,1$ мкг

Распределение зоопланктона по акватории озера зависит от трофических, температурных и динамических условий. В центральной части озера, в глубоководных заливах Большое Онего и Повенецком количественные показатели обычно не превышают 20 тыс. экз./м³, биомасса – менее 1 г/м³ и соответствуют олиготрофному статусу системы. В губах показатели обычно выше, до $1,5$ – 2 г/м³. Максимальные биомассы зоопланктона отмечены для антропогенно-трансформированной системы в вершинной части Кондопожской губы (до 6 г/м³).

В олиготрофных условиях обычно доминируют рачки копеподы, составляя даже в летнее время около половины и более общей

биомассы (рис. 2.11). В губах с увеличением трофности возрастает роль кладоцер и коловраток. В прибрежной зоне, в условиях резких колебаний факторов среды, преимущество получают быстро размножающиеся коловратки и инфузории.

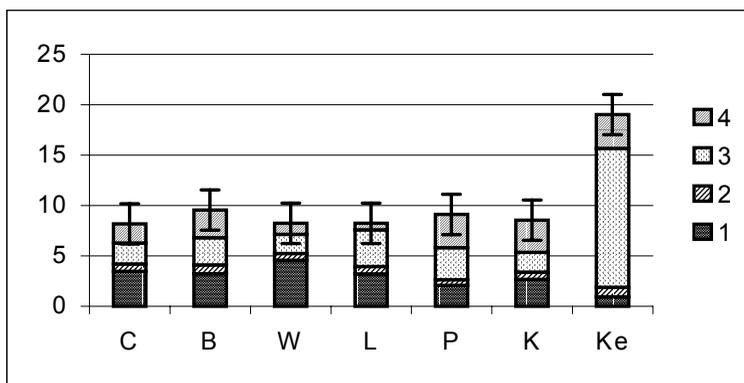


Р и с . 2 . 1 1 . Летние биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) зоопланктона и соотношение его основных групп

Анализ летних данных за последние 20 лет (1988–2006 гг.) показал, что в центральном районе озера и заливе Большое Онего средние летние биомассы зоопланктона в столбе воды равны $8,32 \pm 0,95 \text{ г}/\text{м}^2$ ($n = 34$, разброс 8,18–9,55) (рис. 2.12). Интересно, что И. И. Николаев приводит для средней биомассы зоопланктона в летний период 1964–1966 гг. очень близкую величину – $8,45 \text{ г}/\text{м}^2$

(Николаев, 1972б). Для расчетов была принята величина $8,5 \text{ г/м}^2$. При средней глубине пелагической зоны озера в 30 м (Сярки, Филатов, 1999) – расчетная биомасса соответствует $0,28\text{--}0,30 \text{ г/м}^3$. В губах и прибрежных зонах, где глубины меньше, величины биомасс в единице объема возрастают до $1,0 \text{ г/м}^3$ и более.

Среднелетние величины биомасс для столба воды сходны почти для всей пелагической части озера и определяются уровнем трофии или первичной продукции фитопланктона, т. е. количеством автохтонного органического вещества. В вершинной части Кондопожской губы за счет поступления большого количества аллохтонной органики структура сообщества и биомасса зоопланктона (до $3\text{--}3,5 \text{ г/м}^3$) резко изменяется (Куликова и др., 1997; Куликова, Сярки, 2004).

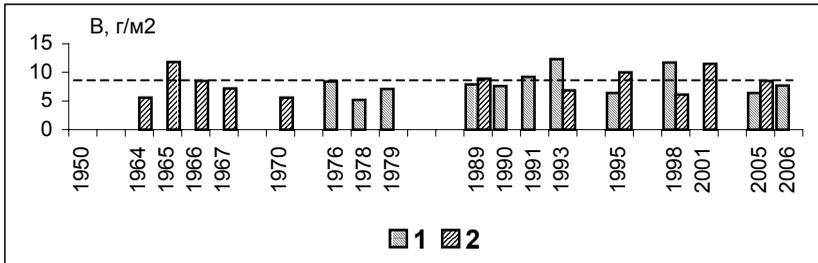


Р и с . 2 . 1 2 . Средние летние (июль-август) биомассы основных групп зоопланктона по районам озера. Погрешность 20%.

1 – каланоиды, 2 – циклопиды, 3 – клadoцеры, 4 – коловратки; С – центральное Онего, В – Большое Онего, W – глубоководная часть Повенецкого залива, L – Малое Онего, P – пелагическая часть Петрозаводской губы, K – центральная и открытая часть Кондопожской губы, Ke – вершинная антропогенно эвтрофированная часть Кондопожской губы

Огромные размеры и большой объем водных масс определяют высокую инерционность процессов в экосистеме Онежского озера и обеспечивают стабильность существования пелагических сообществ. Зоопланктон центральной части озера и некоторых его глубоководных районов практически не изменился с 1960 гг. Сезонная

динамика численности и биомассы рачкового планктона очень устойчива (Сярки, 2007), и летние величины колеблются в обычных пределах (рис. 2.13). Так же неизменным остается состав доминантного комплекса видов и соотношение основных групп (Смирнова, 1972; Куликова, Сярки, 1999).



Р и с . 2 . 1 3 . Биомассы зоопланктона в глубоководной части Онежского озера по годам (с 1960-х гг. по 2006 г.). 1 – залив Большое Онего; 2 – центральное Онего; пунктир – средняя летняя биомасса

Если в центральном районе озера планктон за последние 40 лет практически не изменился, то в губах, подверженных антропогенной нагрузке, признаки трансформации его хорошо выражены. Уникальная ситуация сложилась в Кондопожской губе, которая с 1960-х гг. является приемником сточных вод Кондопожского ЦБК. Многолетние изменения интенсивности нагрузки в связи с колебаниями уровня производства и объема сточных вод, а также природоохранными мероприятиями, отразились на реакции отдельных видов и сообществе зоопланктона в целом. В начале 1980-х гг. на комбинате была введена в строй биологическая очистка сточных вод, результатом чего явился рост в них концентрации фосфора и лабильной органики. Трофическая база фильтраторов значительно укрепилась за счет массового развития бактериопланктона и мелких водорослей, вследствие чего структура и количество зоопланктона в губе резко отличаются от таковых в остальных районах озера (Куликова и др., 1997; Куликова, Сярки, 1999, 2004; Ти макова и др., 2006). Так, основной вид-доминант *Daphnia cristata* в вершинной части губы может составлять до 80% общей биомассы, а затем постепенно снижает свою долю в сообществе до 5–15% в открытой части озера, что четко отражает изменение трофической

ситуации по мере удаления от места сброса сточных вод. В Петрозаводской губе количественные характеристики зоопланктона в столбе воды сопоставимы с таковыми в глубоководных районах озера, но его структура значительно отличается в сторону увеличения роли коловраток и мелких циклопов (Куликова, Сярки, 1993), из-за нестабильности условий в губе, высокой динамичности вод, влияния стока р. Шуи и близостью г. Петрозаводска.

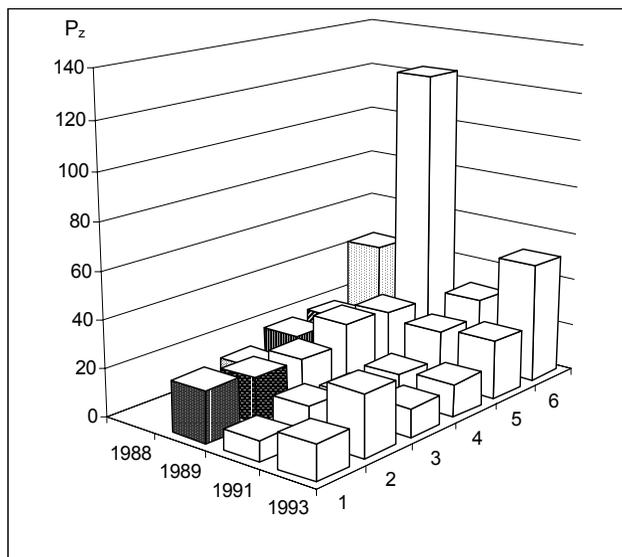
Состояние зоопланктона в литоральной зоне сильно зависит от ее типа и конкретных условий (Смирнова, 1975). Закрытые зарослевые участки представляют собой прекрасную среду для развития литорального планктона. Здесь состав обогащается литоральными видами, предпочитающими близость субстрата. В подобных условиях хорошо развиваются хидриды. Пелагические формы и виды в условиях более высоких, чем в пелагиали, температур и богатой кормовой базы достигают больших размеров и их популяции более многочисленны и продуктивны.

Сообщества преобладающих типов литорали, каменистой и песчаной, по составу принципиально не отличаются от пелагических. Сгонно-нагонные и волновые течения влияют на численность сообществ то в сторону увеличения, то обеднения. Высокая температура и мелководье в тихую погоду приводят к быстрому развитию мелких организмов, коловраток и простейших. Крупные пелагические рачки встречаются лишь спорадически. В зарослях водной растительности присутствуют крупные кладоцеры *Polyphe-mus pediculus* и *Sida cristallina*.

Повышенное по сравнению со средним количество инфузорий и коловраток часто приурочено к районам приустьевых участков рек или сброса сточных вод, например, очистных сооружений городского коллектора Петрозаводска, что объясняется спорадическим изменением трофических условий. В районах, прилегающих к устьям рек, определенное воздействие может оказывать планктосток, который приносит в озеро представителей фитофильного и речного комплекса и до нескольких тонн органического вещества в год (Куликова, Сярки, 1990; Куликова, 2007).

Для определения уровня общей кормовой базы рыб-планктофагов были выполнены расчеты продукции зоопланктона.

Специальные исследования предыдущих лет позволили определить основные величины общей продукции по районам озера (рис. 2.14) и Р/В-коэффициенты (Куликова и др., 1997).



Р и с . 2 . 1 4 . Продукция сетного зоопланктона (P_z , ккал/м² за сезон).

1 – район Большого Онего; 2–3 – Петрозаводская губа; 4–5 – открытый и центральный район Кондопожской губы; 6 – вершинная часть Кондопожской губы

Для определения общей продуктивности зоопланктона обычно применяются среднегодовые или средние за вегетационный период величины биомасс и P/V . Некоторые районы Онежского озера в сезонном плане недостаточно изучены, и поэтому нами была применена нелинейная регрессионная модель сезонной динамики величин биомассы пелагического планктона и его основных компонентов (Сярки, 2005, 2006). Модель описывает основные особенности среднелетней динамики величин в сезонной цикличности пелагической системы методом аппроксимации заданной функцией рядов многолетних эмпирических данных. Так соотношение среднелетних биомасс (июль-август) и средних за вегетационный период (июнь-октябрь) колеблется в разных районах от 0,35 до 0,44 и составляет в среднем 0,4. Таким образом, среднесезонные биомассы были рассчитаны из среднелетних с коэффициентом пересчета, равным 0,4.

Так, средняя по озеру биомасса за июль-август равна 8,5 г/м², следовательно, среднегодовая составит 3,4 г/м². Применив рассчитанный

ранее (Алимов, 1989; Куликова и др., 1997; Мусатов, 2001) Р/В-коэффициент для олиготрофных озер, равный 10, можно оценить общую сезонную продукцию зоопланктона (без учета простейших) в 34 г/м^2 или 17 ккал/м^2 , продукцию рачкового планктона с Р/В-коэффициентом, равным 7 в 24 г/м^2 и 12 ккал/м^2 . Эти оценки хорошо согласуются с расчетами продукции, выполненными физиологическим методом (Куликова и др., 1997). Общая продукция зоопланктона, включая мелко-размерную фракцию, в олиготрофных районах достигала $22,5 \text{ ккал/м}^2$ или 45 г/м^2 . Продукция ракообразных, составляющих основную часть кормовой базы рыб, составляет от 15 (30 г/м^2) в глубоководной части озера до 23 ккал/м^2 (46 г/м^2) в пелагической части губ. В прибрежной части ($< 10\text{м}$) продукция выше: до 40 ккал/м^2 , но в планктоне преобладают мелкоразмерные организмы. Антропогенное воздействие (сброс сточных вод ЦБК) вызвало трансформацию структуры сообщества зоопланктона в Кондопожской губе и увеличение продуктивности зоопланктона до 60 ккал/м^2 и выше.

Сообщество зоопланктона является многокомпонентной системой со сложными трофическими связями. Звено зоопланктона включает элементы двух и более трофических уровней, т. е. наряду с фитофагами и детритофагами присутствуют хищники, потребляющие простейших, коловраток и рачковый планктон. Потери вещества и энергии на величины рационов хищных должны быть учтены при расчете чистой продукции зоопланктона. Доля хищных планктонов колеблется в зависимости от района, его трофности и сезона (Куликова и др., 1997). В некоторых ситуациях рационы хищных планктонов превышают продукцию, созданную мирным планктоном. Скорее всего, это происходит из-за предположения о чисто хищном питании взрослых и старших копеподитных стадий циклопов. Можно предположить, что часть пищевых потребностей эти рачки удовлетворяют за счет водорослей и детрита, обогащенного бактериями (Иванова и др., 1977; Кудринская, Ворончук, 1977; Гутельмахер, 1986; Тимохина, 2000). Так, по литературным данным было установлено, что в разных водоемах отношение рациона хищников к продукции мирного зоопланктона в среднем составляет 0,5 (Алимов, 1983). Исходя из этого положения, на основании вычисленных ранее величин продукции мирных и рационов хищных (Куликова и др., 1997; Куликова, Сярки, 1999) были произведены расчеты средней чистой продукции и сезонного Р/В-коэффициента для нее. Средний сезонный Р/В-коэффициент для всего сообщества с учетом потребления хищников составил 6,2, а

чистая продукция планктона 21 г/м² или 10,5 ккал/м². Полученные величины сопоставимы с приводимыми для олиготрофных озер в литературе (Иванова, 1985; Андроникова, 1996)

Чистая продукция зоопланктона, с учетом площади районов озера (Черняева, 1973), равна примерно 220–280 тыс. т в год.

Зоопланктон является основным кормовым ресурсом для рыб-планктофагов, ряпушки и корюшки. Известно, что эти рыбы, в свою очередь, являются кормом для хищников, в том числе судака, налима, лосося, крупного окуня и др., поэтому понятно, что значение зоопланктона как кормового ресурса велико. При дополнительном учете того, что практически вся молодь рыб питается зоопланктоном, можно говорить о 95% доле зоопланктона в кормовых ресурсах промысловых рыб Онежского озера (Николаев, 1972в).

Практически все рыбы потребляют зоопланктон в первые месяцы жизни. Очень многие виды на стадии выхода из икринки и переходе к активному питанию потребляют простейших и мелких коловраток (Никольский, 1954), а затем, после рассасывания желточного мешка, переходят на питание более крупными организмами (отдельные крупные простейшие, коловратки, мелкие ракообразные).

Не все виды зоопланктона потребляются одинаково, поскольку среди видов-планктофагов существует высокая избирательность в питании. Предпочтение отдается крупным, хорошо заметным организмам. Поскольку планктофаги отыскивают пищу с помощью зрения (Моисеев и др., 1981), потребляемые ими организмы должны быть хорошо видны. В основном особи младших возрастов (1+–2+) питаются мелкими кладоцерами: босминами и дафниями, а старших (4+–5+) – крупными веслоногими: лимнокалянусом, гетерокопой, диаптомусом. Отмечены случаи, когда крупные особи заглатывали даже мизид (*Mysis oculata var. relicta*) (Мальцева, 1969).

Ряпушка кормится в поверхностных слоях, и поэтому ее кормовая база основана на организмах тепловодного комплекса, который, в свою очередь, зависит от температуры (Покровский, Гуляева, 1969; Николаев, 1972в). Нами также было отмечено, что в теплые годы (1989) численность и биомасса кормовых объектов в слое до 10 м были значительно выше, чем в обычные по температурному режиму годы (Куликова и др., 1997).

Основными кормовыми объектами в летний период являются массовые виды эпилимнического комплекса: дафнии и босмины. Основной доминант пелагического комплекса *Daphnia cristata* в олиготрофных районах

озера обычно составляет до 10–20% общей численности и биомассы, но в губах летом достигает 60–70% от общей численности зоопланктона. Размеры дафний изменяются от 0,1 до 1,1 мм, но средние размеры взрослой самки с яйцами составляют $0,86 \pm 0,01$ мм. Вес, изменяясь от 0,001 до 0,110 мг, в среднем составляет $0,051 \pm 0,002$ мг. Р/В-коэффициент сезонный 13,6 (9,8–19,2). Другой вид *Daphnia longispina*, значительно уступающий первому по численности, отличается более крупными размерами (1,0–1,2 мм и 0,1–0,2 мг). Важным кормовым ресурсом являются *Bosmina lacustris* и несколько менее распространенный, но более крупный *B. coregonii*. Размеры первого вида в целом не превышают 0,6 мм, а вес взрослых рачков колеблется около 0,03–0,04 мг, второго, соответственно, 0,6–0,7 мм и 0,05 мг. Босмина – второй по значению компонент ветвистоусых в планктоне пелагиали после дафнии. Р/В-коэффициент 12,8 (9,7–17,4).

Излюбленными объектами взрослой ряпушки являются крупные веслоногие рачки *Limnocalanus grimaldii* var. *macrurus* (размеры взрослых рачков до 2,2 мм, вес – до 0,36 мг), *Eudiaptomus gracilis* (размеры взрослых особей до 1,1–1,2 мм, вес до 0,04–0,05 мг, Р/В-коэффициент 8), *Eurytemora lacustris* (размеры до 1,5 мм, вес до 0,12 мг) и хищные ветвистоусые *Bythotrephes* sp. (размеры до 4 см, масса более 1,5 мг), *Leptodora kindtii* (размеры до 2 см, масса до 2–4 мг) и *Polyphemus pediculus* (размеры до 1,5 см, масса более 1 мг), концентрация этих рачков в пищевом комке значительно выше, чем в сообществе.

Планктеры, имеющие мелкие размеры, прозрачные тела (*Asplanchna*), окруженные слизистой оболочкой (колонии *Conichilus*) и т. д., потребляются реже и, скорее всего, появляются в корме вынужденно.

Мелкие коловратки (менее 0,2 мм) потребляются только соответствующими размерными группами рыб. Значение крупных инфузорий и их продукции повышается весной, когда для личинок рыб недостаточно иных элементов корма. В мае и сентябре-октябре инфузории дают до 50% продукции, когда отмечается повышение биомассы бактериопланктона, используемого в качестве корма простейшими, а представители остальных групп зоопланктона в этот период немногочисленны (Куликова и др., 1997).

Для оценки уловов рыб по биомассе зоопланктона было применено уравнение (1) (Коваль, Казанский, 1984):

$$Y = 4,408 * X^{0,698}, \text{ где} \quad (1)$$

Y, кг/га – вылов рыбы; X, г/м³ – летняя биомасса зоопланктона.

Приблизительные оценки потенциальных запасов рыбопродукции можно рассчитать, считая, что уловы не превышают 0,3 от ее уровня. Если принять среднюю летнюю биомассу зоопланктона за 0,3–0,5 г/м³, то предположительные уловы будут равны 1,90–2,7 кг/га или около 2–2,5 тыс. т на все озеро. При более высоких биомассах в губах, например в Петрозаводской губе (1–1,5 г/м³), оценки уловов увеличиваются от 4,5 до 5,8 кг/га. Таким образом, рыбопродукция превышает 6 кг/га или 6–7,5 тыс. т на озеро.

Соотношение биомасс фито- и зоопланктона (3,5–5) отражает в целом олиготрофный статус системы (Андроникова, 1996; Мусатов, 2001). Доля продукции зоопланктона от первичной продукции составляет около 10%. Ихтиопродукция составляет около 3% от чистой продукции зоопланктона, а выловы – 1%.

2.5. Макрзообентос озера и его роль в питании рыб

Характеристика современного состояния донных сообществ как ресурсной базы рыб Онежского озера основана на результатах обработки свыше 300 проб, отобранных как в литоральных, так и в глубоководных районах озера в 2001–2006 гг., а также на анализе архивных и литературных материалов. Количественные пробы бентоса отбирали дночерпателями Экмана-Берджа и Петерсена (площадь захвата 0,023 и 0,025 м² соответственно), используя стандартные методики сбора и первичной обработки материала (Методические рекомендации..., 1984). При отборе проб донной фауны на каменистых грунтах литоральной зоны использовали количественную рамку с площадью облова 0,06 м². При качественных сборах применяли ручную сеть и драгу, а также смывы с субстратов. Биомасса и численность животных на 1 м² площади озера рассчитывались как средневзвешенные с учетом площадей участков дна на различных глубинах. Видовую идентификацию Chironomidae проводили по определителям В. Я. Панкратовой (Панкратова, 1970, 1977, 1983).

Исследования донной фауны Онежского озера были начаты еще в конце XVIII столетия (Озерецковский, 1792). Их история вплоть до середины XX в. подробно отражена в работах С. В. Герда (1946, 1949) и Б. М. Александрова (1969а). В последующие десятилетия внимательно изучались особенности функционирования донных биоценозов профундали открытой части озера и его крупных заливов (Кондопожская, Петрозаводская губы, Повенецкий залив), наиболее подверженных антропогенному воздействию. Результаты этих работ изложены в

большом количестве публикаций (Гидробиология Петрозаводской губы., 1980; Петрозаводское Онего., 1984; Лимнология Кондопожской губы., 1986; Экосистема Онежского озера., 1990; Большая губа., 1992; Онежское озеро., 1999). В 2000-е гг. работы в этом направлении неоднократно повторялись как в районах, испытывающих значительную антропогенную нагрузку, так и по всей акватории озера.

Специальные исследования проводились и в литоральной зоне озера – зоне контакта наземного и водного природных комплексов, где происходит основная трансформация аллохтонных компонентов различного происхождения. Первые сведения о донной фауне литорали Онежского озера были опубликованы С. В. Гердом (1954), Б. М. Александровым (1962) и В. А. Соколовой (1969). В коллективной монографии «Литоральная зона Онежского озера» (1975) Т. Д. Слепухиной впервые был приведен систематический обзор и таксономический список фауны бентосных беспозвоночных и дана качественная и количественная характеристика населения основных биотопов литоральной зоны. Подробные сведения о фауне прибрежных каменистых биотопов одного из районов Большого Онего содержатся в работе А. Ф. Алимова с соавторами (1982).

Донные сообщества литоральной зоны озера в настоящее время претерпевают значительные структурные преобразования под натиском так называемого «биологического загрязнения» – инвазии бокоплава байкальского происхождения *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing). Согласно опубликованным данным, рачок впервые появился в южной части водоема в начале 2000-х гг. (Березина, Панов, 2003). Непреднамеренная интродукция в озеро байкальской амфиподы *G. fasciatus* вызвала настоятельную необходимость изучения современного состояния макробентосных сообществ прибрежного мелководья. С этой целью в 2005–2006 гг. были проведены исследования на преобладающих каменистых и песчаных биотопах литоральной зоны северных районов озера, включая Повенецкий и Заонежский заливы, Малое Онего, Большое Онего, Уницкую, Лижемскую, Кондопожскую и Петрозаводскую губы, Кижский шхерный район. В зарослевой литорали на этих типах грунтов основной фон высшей водной растительности представлен типичными для Онежского озера видами родов *Phragmites* и *Potamogeton* (Распопов, 1971).

Как показали наблюдения, макрозообентос литоральной зоны озера достаточно разнообразен и представлен всеми основными группами донных беспозвоночных (табл. 2.16). При далеко неполной видовой обработке в его составе идентифицировано 109 видов и групп

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

различного таксономического ранга, основу которых составляют формы, широко распространенные как в прибрежном мелководье озера в целом, так и в большинстве водоемов Северо-Запада. Наиболее распространенными и многочисленными группами являются малощетинковые черви, моллюски, ракообразные и личинки амфибиотических насекомых – поденок, ручейников, веснянок, двукрылых.

Малощетинковые черви распространены во всех прибрежных биотопах (частота встречаемости в пробах (f) составила 100%). С зарослями макрофитов связано большое количество олигохет семейства Naididae, преимущественно *Stylaria lacustris* (L). В различных биотопах обилие олигохет варьирует в широких пределах и может достигать 12,0 тыс. экз./м² при биомассе 6,2 г/м².

Т а б л и ц а 2 . 1 6

Таксономическая структура и количественные характеристики сообществ макрозообентоса литоральной зоны Онежского озера (2001–2006 гг.)

Таксон	Численность		Биомасса		Частота, встречаемости, %	Средняя масса особи, мг
	экз./м ²	%	г/м ²	%		
Hydrozoa	367±133	3,66	0,04±0,01	0,33	50,0	0,11
Turbellaria	57±20	0,50	0,03±0,01	0,23	46,4	0,48
Oligochaeta	2153±555	17,52	0,95±0,26	8,11	100,0	0,44
Hirudinea	48±24	0,37	0,63±0,25	5,38	50,0	13,03
Aranei	< 1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	3,6	0,50
Hydracarina	94±25	0,93	0,05±0,02	0,38	78,6	0,47
Amphipoda	5395±1601	45,33	5,60±1,40	47,63	92,9	1,04
Bivalvia	169±52	1,11	0,31±0,16	2,65	71,4	1,84
Gastropoda	210±126	2,13	0,65±0,33	5,56	78,6	3,11
Collembola	9±4	0,09	<0,01	< 0,01	25,0	0,12
Odonata	< 1	< 0,01	0,03± 0,03	0,27	3,6	53,50
Ephemeroptera	781±204	8,16	1,61±0,35	13,66	71,4	2,06
Plecoptera	129±44	1,37	0,12±0,05	1,06	57,1	0,96
Trichoptera	96±19	0,87	0,46±0,09	3,94	85,7	4,82
Heteroptera	18±9	0,19	0,01±0,01	0,09	25,0	0,59
Coleoptera	112±35	0,79	0,09±0,03	0,77	75,0	0,80
Chironomidae	1922±420	15,23	0,89±0,33	7,58	100,0	0,46
Ceratopogonidae	121±67	0,70	0,09±0,06	0,72	67,9	0,70
Diptera, прочие	7±2	0,05	0,05±0,03	0,41	32,1	7,12
Isopoda	126±77	0,97	0,11±0,05	0,96	39,3	0,89
Megaloptera	< 1	< 0,01	0,02±0,02	0,18	3,6	30,10
Lepidoptera	< 1	< 0,01	0,01±0,01	0,07	10,7	9,87
Всего	11818±1722	100,00	11,75±1,48	100,00		0,99

Из числа ракообразных в литоральной зоне обитают три вида. *Asellus aquaticus* L. – представитель отряда Isopoda, при сравнительно невысоких средних количественных показателях (130 экз./м² и 0,11 г/м²), достаточно широко распространен в прибрежье озера (f = 39). Аборигенный бокоплав *Gammarus lacustris* Sars встречен лишь в шхерном районе, Кондопожской и Уницкой губах. Максимальная численность его популяций не превышала 500 экз./м², а биомасса – 1,4 г/м². Массовым видом в прибрежном мелководье озера в настоящее время является инвазивный бокоплав *G. fasciatus* (f > 90%). Отличительные особенности *G. fasciatus* – короткий жизненный цикл, высокая плодовитость, широкая экологическая пластичность, позволили ему быстро расселиться по водоему и включиться в экосистемные процессы трансформации вещества и энергии.

Представители семейства Chironomidae (f = 100%) занимают одно из ведущих мест по численности и биомассе в донной фауне Онежского озера. В составе группы выявлено 56 видов и личиночных форм, половина которых относится к подсемейству Chironominae (51%). Наиболее обычны из них эврибионтные личинки *Polypedilum scalaenum* (Schrank) (f = 46), *Cryptochironomus defectus* Kieffer (f = 32), *Microtendipes pedellus* (De Gree) (f = 29), *Tanytarsus gr. gregarius* Kieffer (f = 25). Свыше сорока процентов (42%) видового состава хирономид принадлежит подсемейству Orthocladiinae. Доминирующий хирономидный комплекс основных биотопов литорали складывается из представителей именно этого подсемейства: *Cricotopus algarum* Kieffer (f = 54), *Synorthocladus semivirens* Kieffer (f = 46), *Heterotrissocladus marcidus* (Walker) (f = 39), *Thienemanniella clavicornis* Kieffer (f = 29), *Cricotopus gr silvestris* (Fabricius) (f = 25). Из Tanypodinae наиболее обычны и многочисленны *Thienemannimyia gr. lentiginosa* Fries (f = 46).

Моллюски приурочены, главным образом, к каменисто-песчаной литорали с зарослями макрофитов. Уступая по числу видов и количеству насекомым и червям, они в некоторых случаях доминируют в биомассе ценозов. Так, на каменисто-валунной литорали в Уницкой губе их численность превышала 3,5 тыс. экз./м², а биомасса – 8,7 г/м², что свыше 70% всей биомассы макрозообентоса в биотопе.

Отряд Ephemeroptera представлен в наших сборах десятью видами, из которых наиболее распространены *Ephemerella ignita* (Poda) (f = 50), *Heptagenia sulfurea* Müll (f = 25) и *Baetis vernus* Curtis (f = 25). *E. ignita* входит в доминирующий комплекс преимущественно каменистых биотопов, где ее количественные характеристики

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

иногда достигают значительных величин (до 2,7 тыс. экз./м² и 3,7 г/м² в заливе Большое Онего).

Личинки Plecoptera – типичные литобионты, также являются достаточно частым компонентом литоральных ценозов, однако в количественном отношении они значительно уступают вышеперечисленным группам. Максимальные показатели их развития не превышают 1,0 тыс. экз./м² и 1,0 г/м², составляя в среднем 130 экз./м² и 0,12 г/м². Наиболее обычны широко распространенные в северной Европе *Isogenus nubecula* Newm, *Leuctra hippopus* Kemp., *Diura bicaudata* L.

Прочие представители донной фауны, создавая в целом разнообразный бентический комплекс, как правило, были немногочисленны, а их биомассы незначительны. В целом средняя численность макрозообентоса во всей прибрежной зоне составила 11,8 ± 1,7 тыс. экз./м², а биомасса – 11,8 ± 1,5 г/м² (табл. 2.16). Для сравнения укажем, что согласно ранее полученным данным, на прибрежных камнях залива Большое Онего биомасса макрозообентоса составляла 15,8 г/м² (Алимов и др., 1982), на песчаных биотопах средние значения этого показателя для литорали Онежского озера не превышали 1,1 г/м², а в зарослях макрофитов достигали 10,2 г/м² (Слепухина, 1975).

Максимальные значения биомассы отмечены на каменистой литорали (13,86 ± 2,64 г/м²), минимальные – на песчаной (6,18 ± 1,17 г/м²) (табл. 2.17). В структуре сообществ во всех типах литоральных местообитаний, за исключением песчаного, доминировал инвазивный вид *G. fasciatus* (32–71% средней численности и 37–73% средней биомассы).

Т а б л и ц а 2.17

Количественные характеристики основных литоральных биотопов Онежского озера (2005–2006 гг.)

Биотоп	Численность, тыс. экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Число таксонов	Доминирующие виды
Песчаный	7,48±2,30	6,18±1,17	46	<i>Oligochaeta</i> , <i>C. algarum</i> , <i>G. fasciatus</i> , <i>Heleidae</i>
Песчано-зарослевый	8,71±5,44	13,57±8,51	29	<i>G. fasciatus</i> , <i>Chironomidae</i> , <i>Oligochaeta</i> , <i>Eph. ignita</i>
Каменистый	12,25±1,86	13,86±2,64	78	<i>G. fasciatus</i> , <i>Oligochaeta</i> , <i>C. algarum</i> , <i>Hydra sp.</i>
Каменисто-зарослевый	14,58±4,83	12,27±2,34	74	<i>G. fasciatus</i> , <i>Oligochaeta</i> , <i>Eph. ignita</i> , <i>C. algarum</i>

На песчаном биотопе в среднем по численности преобладали хириномиды (38%), а по биомассе – олигохеты (33%). Тем не менее в отдельных районах (Повенецкий залив, Малое Онего) на песчаных грунтах доля *G. fasciatus* достигала 42–78% общих количественных показателей ценозов.

Наличие высшей водной растительности и обилие растительных остатков относятся к важным факторам, определяющим развитие популяций *G. fasciatus*, так как несмотря на его всеядность, детрит и фрагменты растений составляют существенную долю в его рационе (Panov, Verezhina, 2002; Барков, Курашов, 2005). Именно в зарослях макрофитов абсолютные и относительные значения численности и биомассы инвазивного вида максимальны (табл. 2.18).

Т а б л и ц а 2.18

Количественные характеристики популяций *G. fasciatus* в основных типах литоральных биотопов Онежского озера

Биотоп	Численность		Биомасса		Частота встречаемости, %	Средняя масса особи, мг
	тыс. экз./м ²	%	г/м ²	%		
Каменистый	3,74±1,02	32,2	5,16±2,78	37,2	90,0	1,38
Каменисто-зарослевый	11,06±4,81	71,1	8,93±2,47	72,8	87,5	0,81
Песчаный	1,22±0,76	16,3	1,35±0,77	21,8	83,3	1,10
Песчано-зарослевый	5,39±4,56	68,4	7,23±6,13	53,3	100,0	1,34

Из четырех аборигенных амфипод Онежского озера – *Relictocanthus lacustris* Sars, *Monoporeia affinis* Lindstr. (Bousfield), *Pallasiola quadrispinosa* Sars и *G. lacustris* (Александров, 1963; Алимов и др., 1982; Кауфман, Полякова, 1990), байкальская амфипода имеет наиболее близкое биотопическое распределение с последним из перечисленных видов. В Ладожском озере при интенсивном развитии популяций *G. fasciatus* наблюдается существенное сокращение численности *G. lacustris*, вплоть до полной их элиминации из литоральных биоценозов (Panov, Veresina, 2002; Барков, Курашов, 2005). На изученных нами участках озерный гаммарус, ранее обычный в слабоприбойных местообитаниях, обнаружен только в нескольких пробах в северо-западном районе Онежского озера.

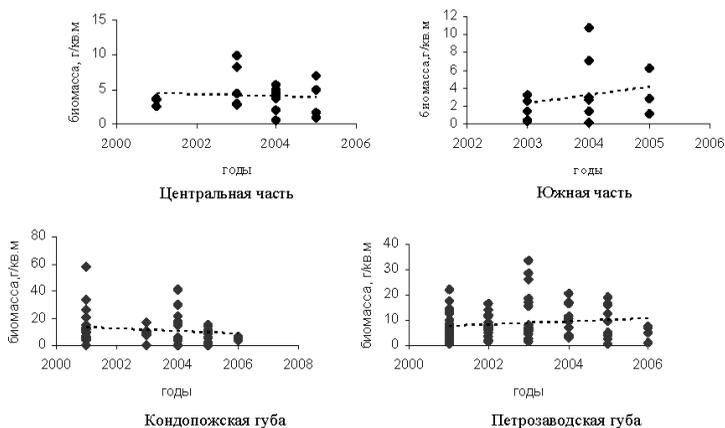
По результатам исследований 2005–2006 гг. инвазивный вид *G. fasciatus* обнаружен практически на всех прибрежных участках Онежского озера. Современная северная граница его ареала на европейской части России достигла 63° с. ш. (широта северной части Повенецкого залива).

Наиболее высоким количественным развитием выделялись популяции рачка литоральных участков Повенецкой губы, Малого Онего, Великой и Кондопожской губ. В Повенецком заливе на валунно-галечной литорали с растительными остатками была отмечена самая высокая биомасса *G. fasciatus* – 28,0 г/м² (84% от общей биомассы бентоса). Количественные характеристики популяций рачка в других указанных районах были немногим ниже (17,0–19,0 г/м²). В Кижских шхерах, северных губах, а также у восточного берега залива Большое Онего показатели популяций вселенца на порядок ниже или же он встречен единично.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что инвазия *G. fasciatus* наблюдается практически по всей литорали Онежского озера. Пространственное распределение количественных характеристик *G. fasciatus* указывает на то, что Кижский шхерный район, Уницкая и Лижемская губы, восточное побережье Большого Онего находятся в начальной стадии инвазии, тогда как на других участках показатели развития популяций рачка свидетельствуют о его успешной натурализации в озере. Пока трудно сказать, на какой фазе роста количественных характеристик находится инвазионный вид, и будут ли эти характеристики возрастать в ближайшие годы. Однако уже сейчас, прочно войдя в состав донных сообществ, байкальский бокоплав существенно изменил их структурные характеристики и стал доминирующим видом на всех типах озерной литорали. Биомасса зообентоса прибрежных ценозов с учетом вселенца возросла в среднем на 50%, что значительно увеличило кормовую базу бентосоядных рыб, которые охотно потребляют этот вид (Мицкевич, 1981).

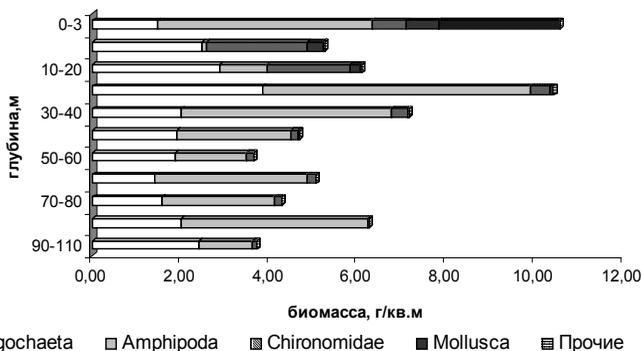
Макрозообентос озера в целом, за пределами прибрежного мелководья, по своим количественным характеристикам и качественному составу на протяжении последних пяти лет наблюдений остается довольно стабильным. При наличии межгодовых флуктуаций численности и биомассы, какие-либо статистически достоверные изменения количественного развития макрозообентоса в последние годы не выявлены (рис. 2.15).

Современное состояние донных ценозов озера сложилось в результате длительного взаимодействия естественных и антропогенных факторов. Выраженная холодноводность, низкая минерализация воды, значительные глубины определяют облик донных сообществ и особенности их структуры. Лимническая неоднородность водоема и длительные антропогенные нагрузки на отдельные его районы обуславливают значительную вариабельность количественных параметров и качественного представительства бентосных форм.



Р и с . 2 . 1 5 . Изменение количественных характеристик макрозообентоса в различных районах Онежского озера в 2001–2006 гг.

Наиболее разнообразно донное население прибрежной зоны, а за ее пределами состав ценозов представлен в основном Oligochaeta, Amphipoda, Mollusca и Chironomidae (рис. 2.16).



Р и с . 2 . 1 6 . Распределение макрозообентоса по глубинам

Средние величины обилия макрозообентоса озера в целом в настоящее время достигли $4,53 \pm 0,85$ тыс. экз./м² и $6,66 \pm 1,08$ г/м² (табл. 2.19). Около 60% его численности и до 40% биомассы приходится на олигохет.

Т а б л и ц а 2.19

Состав и количественные характеристики макрозообентоса Онежского озера (среднее за 2001–2006 гг.)

Таксон	N, экз./м ²	N, %	B, мг/м ²	B, %	f, %
Hydrozoa	23,20±9,00	0,51	2,47±0,92	0,04	32,6
Turbellaria	16,70±5,50	0,37	5,70±2,74	0,09	37,2
Oligochaeta	2660,00±511,20	58,70	2437,29±306,94	36,59	100,0
Hirudinea	3,30±1,70	0,07	46,53±17,64	0,70	37,2
Hydracarina	14,70±4,30	0,33	4,68±1,46	0,07	60,5
Amphipoda	1091,10±185,90	24,08	3016,10±423,66	45,29	76,7
Bivalvia	72,50±185,90	1,60	98,19±27,70	1,47	55,8
Gastropoda	16,17±10,71	0,36	59,64±35,87	0,90	51,2
Odonata	0,04±0,04	0,00	1,94±1,94	0,03	48,8
Plecoptera	7,95±2,90	0,18	7,72±3,10	0,12	20,9
Ephemeroptera	49,11±1,34	1,08	100,51±24,48	1,51	2,3
Trichoptera	6,81±1,71	0,15	30,20±0,73	0,45	53,5
Heteroptera	1,18±0,65	0,03	0,67±0,37	0,01	34,9
Coleoptera	7,02±2,37	0,15	5,64±2,08	0,08	62,8
Chironomidae	542,80±81,13	11,98	814,34±216,39	12,23	100,0
Ceratopogonidae	8,83±4,42	0,19	5,64±3,59	0,08	16,3
Diptera (прочие)	0,64±0,38	0,01	3,08±2,12	0,05	48,8
Sialididae	0,04±0,04	0,00	1,34±1,34	0,02	2,3
Lepidoptera	0,05±0,03	0,00	0,54±0,53	0,01	7,0
Isopoda	8,00±4,88	0,18	8,91±3,65	0,13	27,9
Chaoboridae	0,33±0,20	0,01	0,80±0,45	0,01	2,5
Mysidacea	0,70±0,33	0,02	8,26±6,03	0,12	3,7
Всего	4531,2±845,0	100,00	6660,2±1083,7	100,00	

Примечание. Объем выборки – 271 проба; N – средневзвешенная численность, экз./м², N, % – относительная численность; B – средневзвешенная биомасса, мг/м², B, % – относительная биомасса; f, % – встречаемость.

На значительных площадях профундальной зоны, которая характеризуется в целом минимальным антропогенным воздействием и низкими придонными температурами, бентос представлен традиционно бедным комплексом беспозвоночных. В него входят олигохеты, в небольшом количестве двустворчатые моллюски (в основном *Neopisidium conventus* Closs), хирономиды (*Trissocladius parataticus* Tschern., *Paracladopelma camptolabis* (Kieffer), *Lauterbornia coracina* Kieffer, *Protanypus*) и реликтовые ракообразные – *M. affinis*, *P. quadrispinosa* и *Mysis relicta* Loven. Еще один представитель реликтового комплекса – самый крупный реликтовый панцирный бокоплав *R. lacustris*, относится к исчезающим видам, занесенным в Красную книгу Карелии, встречается

крайне редко. В качестве доминирующих форм выступают рачки *M. affinis* и олигохеты, суммарная численность и биомасса которых достигают 90–97% от общих показателей.

Уровень количественного развития бентосных сообществ вышеперечисленных районов колеблется в достаточно широких пределах.

Минимальными показателями в Большом Онего – 0,4 тыс. экз./м² и 0,8 г/м² – характеризовались сообщества на больших глубинах (100–105 м). Максимальные численности и биомассы (до 5 тыс. экз./м² и 17,0 г/м²) отмечены на глубинах 20–25 м и на 80% обеспечивались *M. affinis*. В Центральном плесе самые высокие значения численности и биомассы наблюдались в его юго-западном районе (до 5,1 тыс. экз./м² и 9,8 г/м²), в области распространения обогащенных органическими веществами и биогенными элементами водных масс, выносимых из эвтрофируемых северо-западных губ в процессе внутриводоемной циркуляции. Протяженность таких потоков достигает 70–80 км (Дружинин и др., 1985).

Донные сообщества южной части озера в настоящее время практически не отличаются от таковых центрального района ни по структуре, составу и доминирующим видам, ни по количественным показателям (в среднем 2,2 тыс. экз./м² и 3,2 г/м²). Наибольшими их значениями (6,6 тыс. и 10,8 г/м²) выделяется бентос в зоне максимальных для этого района глубин, причем около 50% биомассы и плотности приходится на амфипод, в основном *M. affinis*.

Бентосные группировки Заонежского залива и Малого Онего сохраняются в неизменном виде довольно длительное время. Они практически идентичны по составу и представлены небольшим числом групп организмов профундального комплекса с преобладанием *M. affinis*. Малое Онего выделяется более высокими количественными характеристиками – 2,1 тыс. экз. и 5,3 г/м² против 1,8 тыс. экз. и 1,5 г/м² в Заонежском заливе. Следует отметить также, что Малое Онего относится к числу тех, уже немногих районов озера, где отмечен единичными экземплярами реликтовый бокоплав *R. lacustris*, наиболее чувствительный к изменениям среды обитания.

Экологические особенности Повенецкого залива с береговой линией, образующей небольшие заливы, в каждом из которых создаются своеобразные микроусловия, определяют различия как в качественном составе, так и в распределении количественных показателей донных сообществ по его участкам. Основным фактором отрицательного влияния на экосистему Большой губы залива являются хозяйст-

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

венно-бытовые и промышленные сточные воды Медвежьегорского промузла, поступающие в водоем без очистки (Лозовик и др., 2003).

В зообентосе губы обнаружены представители тринадцати систематических групп организмов (табл. 2.20).

Т а б л и ц а 2 . 2 0

Состав и количественные характеристики макрозообентоса Повенецкого залива (2001–2006 гг.)

Таксон	N	EN	N, %	B	EB	B, %	f, %	IM
Oligochaeta	1180	213,27	42,47	1771,28	437,53	59,16	100,0	1,50
Hirudinea	2	1,23	0,04	2,44	1,82	0,08	5,0	1,47
Hydracarina	32	13,76	1,13	9,22	4,44	0,31	30,0	0,29
Amphipoda	93	21,08	2,89	287,50	89,09	9,60	52,5	3,14
Bivalvia	141	38,81	5,06	133,89	61,44	4,47	67,5	0,95
Gastropoda	6	1,91	0,20	2,67	1,12	0,09	20,0	0,48
Ephemeroptera	<1	0,56	0,02	0,83	0,83	0,03	2,5	1,50
Trichoptera	1	0,78	0,04	1,00	0,80	0,03	5,0	0,90
Coleoptera	1	0,78	0,04	0,89	0,66	0,03	5,0	0,80
Diptera	3	1,87	0,12	4,33	2,57	0,14	10,0	1,30
Chironomidae	1327	247,02	47,87	772,22	164,73	25,79	100,0	0,58
Ceratopogonidae	3	1,18	0,10	1,56	0,71	0,05	12,5	0,56
Mysidacea	<1	0,56	0,02	6,11	6,11	0,20	2,5	11,00
Сумма	2789	382,72	100,00	2993,94	606,81	100,00		1,07

Примечание. Объем выборки – 40 проб; N – средняя численность, экз./м²; EN – ее ошибка, N, % – относительная численность; B – средняя биомасса, мг/м²; EB – ее ошибка; B, % – относительная биомасса; f, % – встречаемость; IM – средняя масса особи, мг.

Наряду с межсезонными и межгодовыми колебаниями общего обилия и биомассы изменялись и количественные соотношения между различными группами животных, однако олигохеты и хирономиды составляли основу донных группировок во все сроки наблюдений. Причем черви доминировали по массе (до 97%) и лишь на немногих участках дна уступали хирономидам в численности. Большинство личинок хирономид – представители подсемейства Chironominae (60%), однако в профундальной зоне на незагрязненных участках преобладают оксифильные холодолюбивые Orthoclaadiinae.

Наиболее широко распространенные формы – личинки родов *Procladius*, *Tanytarsus*, *Limnophyes karelicus* (Tshernovskij), *T. parataticus*, *P. camptolabis* и некоторые другие. Доля моллюсков в заливе невелика –

5% по отношению к другим компонентам донного населения. Средние величины численности и биомассы макрозообентоса за пределами прибрежной зоны залива в целом в последние годы не превышают 3,0 тыс. экз./м² и 3,0 г/м².

Изолированные мелководные губы залива (Лумбуши, Повенецкая, Челмужская и Пергуба) отличаются более разнообразным набором видов в донной фауне и более высокими количественными показателями. Максимальные значения плотности равно и биомассы (до 16 тыс. экз./м² и 43 г/м²) определялись массовым развитием *Tubificidae sp.sp.*, личинок родов *Chironomus* и *Procladius*, а также *Trissocladius zalutschicola* (Lipina).

Масштабы и последствия длительного антропогенного воздействия на донное население в Повенецком заливе заметно меньше, чем в Петрозаводской и Кондопожской губах, где оно привело к нарушению изначально сбалансированных внутри- и межвидовых взаимоотношений, возрастанию роли эврибионтных видов и существенным преобразованиям в сообществах. Эти заливы выделяются стабильно высоким количественным развитием макробентоса, обилие которого в несколько раз, а в отдельных случаях и на порядок выше, чем в открытом плесе.

Активный гидродинамический режим, седиментация взвешенного стока рек Шуи, Неглинки и Лососинки, влияние промышленных и хозяйственных сточных вод г. Петрозаводска определяют разнородность в распределении и составе бентоса Петрозаводской губы. Всего в ее донной макрофауне было выявлено 14 групп организмов (табл. 2.21). Особенно широко распространены олигохеты, плотность которых на некоторых участках в отдельные периоды наблюдений достигала почти 70 тыс. экз./м² и составляла 99% от общего количества организмов.

Личинки хирономид при почти 100% встречаемости в количественном отношении играют заметную роль лишь в вершинной части губы. В их составе отмечено 37 видов и личиночных форм. К числу широко распространенных относятся представители рода *Procladius*, встреченные в 70% проб, *P. scalaenum*, *Micropsectra gr. praecox*, *T. gr. gregarius*, *Heterotrissocladius marcidus* (Walk.), *Stictochironomus gr. histrio* (Fabricius). К зонам наибольших глубин приурочены холодноводные *T. parataticus.*, *P. camptolabis*, *L. karelicus*. Максимальные величины их численности и биомассы отмечаются в вершинной части губы (2,5 тыс. экз. и 4,5 г/м²).

Т а б л и ц а 2.21

Качественный состав и количественные характеристики макрозообентоса
Петрозаводской губы (2001–2006 гг.)

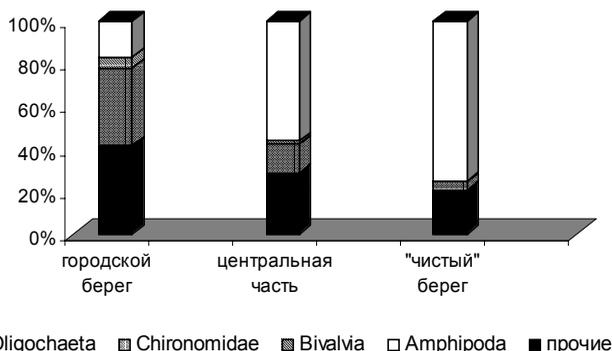
Таксон	N	EN	N, %	B	EB	B, %	f, %	IM
Hydrozoa	1	0,76	0,01	0,13	0,13	< 0,01	1,1	0,17
Turbellaria	15	4,97	0,18	2,10	0,89	0,03	11,4	0,14
Oligochaeta	5451	1108,73	73,64	3588,01	420,20	43,44	100,0	0,66
Hirudinea	< 1	0,25	< 0,01	0,88	0,88	0,01	1,1	3,50
Hydracarina	7	1,58	0,10	1,21	0,31	0,01	22,7	0,18
Amphipoda	986	127,77	14,13	3718,36	507,46	45,02	76,1	3,77
Bivalvia	165	35,24	2,31	188,01	38,95	2,28	52,3	1,14
Gastropoda	1	0,56	0,01	2,22	1,98	0,03	2,3	2,93
Trichoptera	1	0,66	0,02	4,39	4,29	0,05	4,5	3,48
Heteroptera	< 1	0,25	< 0,01	0,03	0,03	< 0,01	1,1	0,10
Coleoptera	< 1	0,25	< 0,01	0,15	0,15	< 0,01	1,1	0,60
Chironomidae	683	86,76	9,58	749,80	102,50	9,08	98,9	1,10
Ceratopogonida	< 1	0,25	< 0,01	0,13	0,13	< 0,01	1,1	0,50
Mysidacea	< 1	0,36	0,01	3,41	3,16	0,04	2,3	6,75
Сумма	7310	1096,47	100,00	8258,81	604,62	100,00		1,13

Примечание. Объем выборки – 88 проб; N – средняя численность, экз./м²; EN – ее ошибка, N, % – относительная численность; B – средняя биомасса, мг/м²; EB – ее ошибка; B, % – относительная биомасса; f, % – встречаемость; IM – средняя индивидуальная биомасса, мг.

Главную роль в формировании количественных показателей донных комплексов центральной части губы и ее северо-восточного побережья играют реликтовые бокоплавы *M. affinis* и *P. quadrispinosa*.

Показатели, характеризующие уровень количественного развития бентоса в среднем по губе, в настоящее время достигают 7,31 ± 1,09 тыс. экз./м² и 8,26 ± 0,60 г/м².

По количественным и качественным характеристикам, а также по соотношению таксономических групп в заливе выделяются городское побережье, центральная часть и противоположный городу («чистый») берег губы (рис. 2.17). В вершинной части у городского берега преобладает хирономиды. Среди них наиболее многочисленны крупные личинки *S. gr. histrio*, предпочитающие мезо- и эвтрофные условия. Вблизи городских очистных сооружений донные сообщества представляют собой скопления исключительно толерантных форм червей (Tubificidae) и двукрылых (личинки рода *Chironomus*) иногда с весьма значительными показателями обилия и биомассы – до 70,0 тыс. экз./м² и 21,0 г/м².



Р и с . 2 . 1 7 . Соотношение основных групп бентосных организмов в различных районах Петрозаводской губы (2001–2006 гг.)

В центральном, глубоководном районе губы, где происходит накопление органических веществ и биогенных элементов, перемещающихся сюда из более мелководных участков, а также привносимых водами р. Шуи, бентосные группировки также характеризуются высокими показателями количественного развития. Максимальные их значения, отмеченные за период наблюдений, достигали 5,3 тыс. экз./м² и 18,8 г/м². На границе с открытым плесом озера, в зоне влияния стоков городских очистных сооружений, показатели обилия и биомассы донных беспозвоночных достигают самого высокого уровня – 8,7 тыс. экз./м² и 19,0 г/м². По плотности популяций в группировках преобладают малощетинковые черви (50–60%), тогда как основная роль в отношении биомассы принадлежит рачкам *M. affinis*, наиболее значительные скопления которых выявлены в центральном районе губы (2,0 тыс. экз./м² при 11,0 г/м²) и на выходе из нее – 7,0 тыс. экз. и 15,0 г/м². У северо-восточного берега в бентосе, как по численности, так и по биомассе, преобладают амфиподы, обуславливая высокие значения этих характеристик – до 14,0 тыс. экз./м² и 17,0 г/м².

По уровню количественного развития макрозообентоса Петрозаводская губа в настоящее время соответствует по шкале типизации водоемов (Китаев, 1984) среднему классу трофности или β-мезотрофному типу.

В составе донных беспозвоночных Кондопожской губы было обнаружено в общей сложности 9 систематических групп организмов

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

(табл. 2.22). На протяжении всего периода наблюдений в губе в количественном отношении всегда доминировали малошетинковые черви при неуклонном росте их абсолютной численности и биомассы. В настоящее время эти показатели в среднем по заливу достигли 5,0 тыс. экз./м² и 4,3 г/м². Максимальными значениями количественных параметров выделяются их популяции в северной части водоема, где численность и биомасса червей на отдельных участках может достигать 33,0 тыс. экз./м² и 31,5 г/м².

Т а б л и ц а 2 . 2 2

Состав и количественные характеристики макрозообентоса
Кондопожской губы Онежского озера (средневзвешенные величины)

Таксон	N	EN	N, %	B	EB	B, %
Hydrozoa	97,69	67,05	1,17	10,54	6,70	0,08
Turbellaria	14,94	8,66	0,18	5,75	3,33	0,05
Oligochaeta	5541,61	1818,17	66,37	4351,70	1340,80	34,45
Hirudinea	22,40	15,79	0,27	170,45	116,36	1,35
Hydracarina	54,42	22,33	0,65	27,17	10,64	0,22
Amphipoda	1205,40	480,46	14,44	3053,33	1096,17	24,17
Bivalvia	149,96	67,49	1,80	334,57	186,49	2,65
Gastropoda	61,77	40,12	0,74	280,72	190,40	2,22
Ephemeroptera	184,97	85,68	2,22	433,18	127,11	3,43
Plecoptera	16,55	7,27	0,20	22,00	11,04	0,17
Trichoptera	16,60	6,22	0,20	142,27	38,92	1,13
Heteroptera	9,29	5,88	0,11	5,65	3,58	0,04
Coleoptera	19,78	10,87	0,24	12,61	6,53	0,10
Diptera	1,41	0,79	0,02	2,22	1,42	0,02
Chironomidae	888,52	239,12	10,64	3718,22	1360,10	29,43
Heleidae	4,58	3,08	0,05	3,05	1,98	0,02
Isopoda	54,90	52,04	0,66	30,78	21,37	0,24
Sialididae	0,49	0,49	0,01	14,88	14,88	0,12
Lepidoptera	0,40	0,26	0,00	0,12	0,10	0,00
Mysidacea	0,84	0,71	0,01	7,16	6,33	0,06
Chaoboridae	2,51	1,83	0,03	5,87	4,20	0,05
Bcero	8349,05	2934,30	100,00	12632,25	4548,46	100,00

Примечание. Объем выборки – 54 пробы; N – средневзвешенная численность, экз./м²; EN – ее ошибка; N, % – относительная численность; B – средневзвешенная биомасса, мг/м²; EB – ее ошибка; B, % – относительная биомасса.

В сообществе хирономид Кондопожской губы отмечено 30 видов и личиночных форм. В количественном отношении они играли заметную роль лишь на некоторых сравнительно мелководных участках.

Численное обилие семейства определяли широко распространенные эврибионтные личинки родов *Chironomus*, *Procladius* и *S. gr. histrio* (почти 80% биомассы и 47% численности), устойчивые к значительным изменениям условий обитания. Наряду с ними достаточно обычны *T. gr. gregarius*, *P. scalaenum*. К зонам наибольших глубин приурочены *P. camptolabis*, *Protanypus*, *T. parataticus*, *L. karelicus* – холодно-водные виды, среди которых доминирует *T. parataticus*. Самыми высокими значениями количественных характеристик выделялись популяции личинок в северной части водоема на глубинах 11–14 м (1,0–2,0 тыс. экз./м² и 9,0–34,0 г/м²).

Одной из особенностей донного населения губы, как, впрочем, и всего озера, является сравнительно слабое развитие малакофауны. Количественные показатели наиболее многочисленных скоплений *Gastropoda* достигали 0,9 тыс. экз./м² и 5,0 г/м², а *Bivalvia* – 1,4 тыс. экз./м² и 2,0 г/м². По материалам последних лет наблюдений величины указанных характеристик в среднем по водоему не превышают 3% от общих показателей.

В структуре профундальных донных комплексов заметную роль играют реликтовые бокоплавы *M. affinis* и *P. quadrispinosa*, первый из которых распространен значительно шире и в современных условиях на 70–90% определяет биомассу ценозов в глубоководном районе. Зоной их массового развития являются обширные области центрального плеса и внешней части губы. Максимальные значения численности и биомассы амфипод, отмеченные в последние годы, достигали 2,3 тыс. экз./м² и 14,6 г/м², в среднем составляя 0,8 тыс. экз./м² и 3,5 г/м².

Распределение макробентоса в Кондопожской губе определяется локализацией действия антропогенных факторов в ее вершинной части. Распространение органического загрязнения обусловило формирование более простых сообществ с обедненным видовым составом, измененными межвидовыми отношениями в северной части водоема (до о. Соколий). Такие сообщества обладают известной устойчивостью в новых экологических условиях, поскольку доминирующие в них виды пластичны, выносливы и способны выживать при очень высокой степени загрязнения, достигая при этом весьма значительных показателей обилия и биомассы (до 41,0 тыс. экз./м² и 58,0 г/м²). В целом в бентических группировках северной части губы главенствует олигохетно-хиროномидный комплекс со значительным преобладанием червей по численности и, в несколько меньшей степени, по

биомассе. Значительные площади техногенных отложений этой зоны по-прежнему лишены донных организмов. В северной части реликтовые амфиподы отсутствуют.

В современных условиях макрзообентос Кондопожской губы характеризуется стабильно высокими количественными показателями, свойственными мезо- и эвтрофным водоемам. Его средневзвешенные численность и биомасса в настоящее время достигли $8,35 \pm 2,93$ тыс. экз./м² и $12,63 \pm 4,55$ г/м².

Таким образом, анализ материалов последних лет наблюдений показал, что в большинстве изученных районов озера существенных перемен в донных ценозах не произошло при сохранении в них выявленных ранее (Полякова, 1999) негативных изменений и тенденций. В целом можно отметить некоторую стабилизацию в состоянии донных сообществ озера, но на более высоком количественном уровне, значительно превышающем значения 1970–1980-х гг.

Макрзообентос в питании рыб. Из 36 видов рыб и рыбообразных бассейна Онежского озера (Кудерский, 2001) преимущественно бентосное питание во взрослом состоянии отмечено у различных разновидностей сигов, как типично озерных (ямный сиг, сиг-лудога), так и у проходных, озерно-речных (шуйский, сунский, водлинский) форм, а также у леща и ерша. У большинства остальных видов рыб старших возрастных групп бентосное питание носит факультативный характер (Кудерский, 1966; Александров, 1969б; Русакова, 1969; Тихомирова, Федорова, 1979; Федорова, 1980; Федорова, Тихомирова, 1980; Сычев, Мальцева, 1981). Представители зообентоса входят в состав пищевого рациона молоди почти всех представителей онежской ихтиофауны (Герд, 1939, 1951; Александров, 1954, 1962, 1966а, б; Кудерский, 1965; Гордеева и др., 1978; Веденеев, 1981; Мальцева, Веденеев, 1983).

Ямный сиг питается исключительно бентосом. Являясь стено-термным холодолюбивым представителем онежской ихтиофауны, он обитает главным образом в глубоководных районах озера. В большой связи с местообитанием находится и характер питания этого сига. В отличие от других форм сигов он питается главным образом в иловой зоне. Основу его рациона составляют нектобентосные ракообразные, в основном *M. affinis* (65% встречаемости). Кроме них, в составе пищи ямного сига отмечены Chironomidae, Bivalvia и ряд других групп. Особенно увеличивается их потребление в местах озера с небольшими запасами Amphipoda. Следует отметить, что, несмотря на существенную

долю Oligochaeta в составе макробентоса, они занимают очень небольшое место в питании ямного сига и других видов рыб (Александров, 1966б) (табл. 2.23).

Основной пищей сига-лудоги также является бентофауна, причем разнообразная по составу (Болотова, 1977). Среди сигов Онежского озера они выделяются наиболее широким распространением, встречаясь во всех его плесах и во многих заливах. В этой связи находится и состав их пищи, обусловленный имеющимся комплексом кормовых объектов. Сиги этой группы используют для питания личинок водных насекомых, в особенности хирономид, в значительных количествах реликтовых рачков, моллюсков и др. Особенно увеличивается потребление рачков в глубоководных плесах, где имеются значительные их запасы.

Т а б л и ц а 2 . 2 3

Встречаемость (%) представителей бентофауны в пище рыб Онежского озера (по Б. М. Александрову, 1969б)

Пищевые компоненты	Сиг ям-ный	Ерш	Лещ	Сиг-лудога	Ки-лещ	Хариус	Сиг проходной	Окунь	Плот-ва	На-лим
Chironomidae	54	54	68	39	4	14	33	9	15	—
Trichoptera	—	10	9	16	—	56	10	3	8	—
Megaloptera	—	4	—	—	—	—	—	1	5	—
Ephemeroptera	—	7	7	4	—	17	—	6	1	—
Coleoptera	—	—	—	—	—	12	4	< 1	—	—
Monoporeia	65	26	21	21	—	1	13	< 1	—	—
Pallasea	5	27	9	10	4	17	11	3	—	39
Gammarus	—	3	—	—	—	—	—	< 1	—	—
Asellus	—	4	—	—	—	6	—	< 1	—	—
Mysis	18	22	—	7	59	—	12	10	—	23
Hydracarina	—	—	2	< 1	—	—	3	< 1	2	—
Limneidae	—	—	—	9	—	—	5	—	—	—
Planorbidae	—	—	2	6	—	—	8	—	—	—
Valvata	—	—	7	15	—	—	11	—	—	—
Pisidium	27	14	26	43	—	—	12	< 1	5	—
Sphaerium	—	—	7	14	—	—	1	—	5	—
Oligochaeta	5	2	9	< 1	—	—	1	—	—	—
% рыб с чисто бентосным питанием	100	91	72	63	62	28	23	23	18	18

Группа проходных сигов Онежского озера характеризуется широким спектром питания (бентос, воздушные насекомые, зоопланктон, икра рыб и др.), о чем писал еще С. В. Герд (1951). В больших глубо-

ководных плесах основу их существования составляет бентос (81% встречаемости), в частности, реликтовые ракообразные, моллюски и хирономиды. В заливах (Петрозаводская и Шальская губы), куда проходные сиги идут для нагула и нерестового хода в реки, для питания используется разнообразная пища, встречаемая сигам при передвижениях. Основу питания в губах составляют воздушные насекомые, чисто бентосное питание снижается до 15% по встречаемости.

Среди рыб-бентофагов выделяется ерш по своему высокому потреблению кормового бентоса (свыше 90% встречаемости). Являясь широко распространенной рыбой в Онежском озере, он местами проникает до глубины 60 м. Для питания ерш хотя и использует различных представителей бентофауны, но предпочитает ценные виды корма, в частности, ракообразных (Биркан, 1980; Биркан, Тихомирова, 1982). В неглубоких плесах и заливах озера в рационе ерша встречены хирономиды (64% встречаемости). Таким образом, ерш выступает серьезным конкурентом в питании важных промысловых рыб Онежского озера.

К числу типичных бентофагов, как известно, относится и лещ, обитающий в мелководных районах и заливах озера с удовлетворительными для него термическими и кормовыми условиями. Как видно из таблицы, лещ потребляет хирономид (68% встречаемости) и, в меньшей степени, различных ракообразных, моллюсков и некоторых других представителей пелофильных бентоценозов.

Питание кильца и хариуса, которые не имеют существенного промыслового значения, представляет интерес по его характеру. В составе рациона кильца видное место занимают мизиды (59% встречаемости), реже встречаются другие представители нектобентоса. Наряду с ними в составе пищи кильца присутствуют организмы зоопланктона и прочие кормовые объекты. Это свидетельствует о его нагуле у дна глубоких участков озера.

Хариус в летнее время употребляет различную пищу, в составе которой видную роль играют воздушные и наземные насекомые, попавшие в воду. Кроме того, он использует для питания и различных представителей бентоса, главным образом из числа видов, обитающих на поверхности плотного грунта (*Trichoptera*, *Ephemeroptera*, *A. aquaticus*) и в придонном слое воды (*P. Quadrispinosa*, *Coleoptera* и др.). Надо полагать, что в составе пищи хариуса существенную роль может играть и новый для озера компонент литоральных сообществ *G. fasciatus*, но это требует документального подтверждения.

Окунь особенно многочисленен в мелководных районах озера и заливах. Для питания он использует различных представителей донного населения, но преимущественно из числа придонных видов. Заметно возрастает потребление окунем бентоса, в том числе реликтовых ракообразных в открытых плесах озера (35% встречаемости). В меньшей степени им потребляется бентос в неглубоких плесах и заливах (21%), что, видимо, связано с наличием здесь других видов корма. Окуня, как и ерша, следует рассматривать в качестве пищевых конкурентов ценным промысловым видам рыб.

Исходя из анализа спектров питания бентосоядных рыб, можно сделать заключение, что основными кормовыми объектами в составе макробентоса Онежского озера являются реликтовые амфиподы *M. affinis* и *P. quadrispinosa*. По литературным данным отмечена прямая корреляция между концентрациями амфипод и уловами сиговых рыб (Сальдау, 1940, 1956). В структуре донных сообществ профундальной зоны на долю этой группы в зависимости от района озера приходится до 35% от общей численности и до 73% от общей биомассы. Средние величины для озера в целом составляют – 24% численности и 45% биомассы донных сообществ.

Хирономиды, двустворчатые моллюски и олигохеты, образующие основу донных биоценозов большинства малых и средних озер Карелии, играют второстепенную роль в питании рыб Онежского озера. Несмотря на существенную долю *Oligochaeta* в составе макробентоса (от 20 до 85% от общей биомассы, в среднем – около 40%), они занимают очень небольшое место в питании рыб Онежского озера.

Одним из важнейших кормовых объектов в Онежском озере является *M. relicta*. Приуроченность этого вида к наиболее глубоким участкам, концентрация на склонах пелагических луд и прибрежных склонах, стайный образ жизни определяют характер и степень использования мизид в качестве корма для многих видов рыб (Гордеев, 1951). Вместе с тем, при гидробиологических исследованиях затруднена реальная оценка количественных характеристик популяции мизид вследствие биологических особенностей этого вида (высокая плавательная активность, суточные, сезонные, вертикальные и горизонтальные миграции). *M. relicta* распространена как в толще воды, так и на дне по всей акватории озера. Однако о количественных характеристиках ее популяций сведения открыточны и немногочисленны (Гордеев, 1951; Николаев и др., 1972; Кауфман, Полякова, 1990). По нашим данным, полученным с использованием планктонной сети в пелагиали Большого Онего в осенний сезон,

биомасса мизид колебалась от 1,91 до 4,36 г/м². Подобные величины (0,3–5,0 г/м²) были получены в свое время и в пелагической зоне Ладожского озера (Деньгина, Стальмакова, 1968). В дночерпательных пробах этот показатель в последние годы не превышал 0,54 г/м².

Таким образом, оценить реальные ресурсы макробентоса как элемента кормовой базы рыб Онежского озера достаточно сложно. Вместе с тем, исходя из продукционных возможностей основных кормовых объектов, составляющих основу донных биоценозов, их суммарный потенциальный биоресурс для Онежского озера составляет в настоящее время около 40 тыс. т (табл. 2.24).

Продукция бентоса и рыбопродуктивность. В отечественной и зарубежной литературе рассматривается достаточно большое количество различных подходов и методик расчета икhtiомассы, потенциальной и промысловой рыбопродукции по биомассе и продукции макрозообентоса. Эти методические подходы подробно и критически проанализированы С. П. Китаевым (2007). В данной работе определение потенциальной рыбопродукции основано на учете продуктивности кормовых организмов. Расчет продукционных показателей донных сообществ проводили по станциям наблюдений с последующим пересчетом на площадь основных изобат. В расчетах были использованы средние значения численности и биомассы для разных групп животных. Вычисление проводили по общепринятой схеме (Методические рекомендации..., 1984) с использованием полученных ранее количественных показателей продукционного процесса в популяциях донных животных Онежского озера (Алимов и др., 1982; Полякова, 1999). Некоторые необходимые величины и переходные коэффициенты заимствованы из литературных источников (Заика, 1972; Сушения, 1972, 1975; Алимов, 1981, 1982; Алимов и др., 1986; Балущкина, 1987; Кухарев, Полякова, 1990; Балущкина и др., 1997; Голубков, 1999; Китаев, 2007). Продукцию бентоса рассчитывали отдельно для литоральной зоны (0–5 м) и глубоководных районов. В общей продукции кормовых организмов профундали озера учитывалась продукция мизид, рассчитанная с использованием годового Р/В-коэффициента, равного 3 (Сушения и др., 1986).

Следует отметить, что наиболее продуктивны и значимы в балансе органического вещества водоема биоценозы литоральной зоны озера. Тем не менее значительная роль беспозвоночных хищников в литоральных сообществах и существенные колебания биомасс, в связи с вылетом вторичноводных насекомых, составляющих около 30% биомассы ценозов, свидетельствуют о неустойчивом характере кормовой базы в прибрежье озера.

Т а б л и ц а 2. 2 4

Потенциальные кормовые ресурсы макробентоса различных участков Онежского озера (2001–2006 гг.)

Районы озера	0–5 м			5–10 м			10–30 м			> 30 м			Итого	
	S	$V_{cp.}$	V_{Σ}	S	$V_{cp.}$	V_{Σ}	S	$V_{cp.}$	V_{Σ}	S	$V_{cp.}$	V_{Σ}	S	V_{Σ}
Повенецкий залив	362,8	9,28	3366,9	265,0	5,02	1330,3	936,0	2,05	1918,8	173,8	4,28	743,9	1737,6	8353,6
Кондопожская губа	32,8	17,82	584,5	31,7	21,38	677,8	107,5	9,71	1043,8	49,1	9,92	487,1	191,1	2793,2
Петрозаводская губа	8,4	14,20	119,3	6,7	5,11	34,2	57,2	9,16	524,0	0,0	0,0	0,0	72,3	677,5
Открытый плес	521,9	5,82	3037,5	611,1	1,90	1161,1	2241,4	4,39	9839,8	4287,2	3,38	14490,7	7691,6	28529,1
<i>В целом по озеру</i>	925,9	7,68	7110,9	914,5	3,50	3200,8	3342,1	3,99	13335,0	4510,1	3,49	15740,3	9692,6	40353,4

Примечание. S — площадь, км² (по Ф. А. Черняева, 1973); $V_{cp.}$ — средняя биомасса макробентоса, г/м²; V_{Σ} — суммарная биомасса макробентоса, т

Расчет потенциальной рыбопродукции по кормовой базе проводили двумя способами, используя уравнения 1 и 2:

$$P' = P_6 \times 1/U \times K_2 \times Ke \quad (1),$$

где P' – продукция рыб, P_6 – продукция кормовых организмов (без рациона хищных беспозвоночных), равная $12,33 \text{ г/м}^2$, $1/U$ – усвояемость корма рыбами = $0,8$; K_2 – коэффициент эффективности использования ассимилированной пищи на рост = $0,3$; Ke – коэффициент максимально возможного использования рыбой кормовых организмов, принятый равным $0,5$.

$$P' = P_6 / KK \times Ke \quad (2),$$

где KK – кормовой коэффициент.

Для перевода продукции кормовых организмов в продукцию бентосоядных рыб были сделаны следующие допущения:

P/V для бентосоядных рыб принят равным $0,4$ (Китаев, 2007);

P/V_x коэффициент для хищных рыб – $0,2$;

$C_x = 0,15P_m$, где C_x – рацион хищных рыб;

KK – кормовой коэффициент – 6 ;

K_c – коэффициент естественной смертности для рыб, равный $0,5$.

Потенциальная годовая продукция профундального ихтиоценоза ($P_{\text{икт}}$), рассчитанная по балансовому равенству с учетом естественной смертности рыб (уравнение 1), составляет $7,5 \text{ кг/га}$, а рассчитанная вторым способом (уравнение 2) – $4,8 \text{ кг/га}$. Подобным образом была рассчитана возможная рыбопродуктивность в литоральной зоне озера, которая, в зависимости от способов расчета, колеблется от $7,4$ до $10,5 \text{ кг/га}$. Отсюда продуктивность рыбной части сообщества, рассчитанная по продукции зообентоса, составляет от $5,3$ до $7,8 \text{ кг/га}$ или $4,9$ – $7,5$ тыс. т в год. Ориентировочно возможная промысловая рыбопродукция, при условии 30% изъятия без ущерба для популяций бентосоядных рыб (Китаев, 2007), составит от $1,5$ до $2,3$ тыс. т в год.

Особенности Онежского озера – большие размеры, холодноводность, существенная роль аллохтонного вещества в функционировании экосистемы – определяют характерные свойства его флоры и фауны и, в конечном счете, уровень рыбопродукции экосистемы.

Фитопланктон является основой потока вещества и энергии в Онежском озере, создавая большую часть всей первичной продукции. Основная доля биомассы водорослей и их продукции синтезируются в глубоководном центральном плесе, достигая по биомассе $0,2$ – $0,6 \text{ г/м}^3$;

по продукции — 80–130 г С/м² в год. По сравнению с этим районом более продуктивные Петрозаводская и Кондопожская губы составляют лишь около 2% от запаса биомассы. Продукция фитопланктона в этих заливах не превышает 9% от общей для водоема. Для видового состава фитопланктона характерна значительная роль холодолюбивых диатомовых водорослей, что определяет относительно низкую фотосинтетическую активность фитопланктоценозов. Бактериопланктон не является кормовым ресурсом для рыб, однако составляет пищевую основу протозойного и метазойного планктона. Усваивая отмирающий фитопланктон и аллохтонное органическое вещество, бактерии передают энергию на высшие гетеротрофные уровни. В пелагической системе роль бактериопланктона в питании зоопланктона сопоставима с фитопланктоном. Однако в литоральной зоне доминирующее значение принадлежит планктонным водорослям. Зоопланктон Онежского озера представляет собой важнейшее звено в передаче энергии от первичных продуцентов к рыбам. Средние показатели его численности составляют в открытом плесе озера 10–20 тыс. экз./м², биомассы — 0,1 г/м²; в губах, соответственно, 500–800 тыс. экз./м² и 10–20 г/м², достигая максимальных значений в вершинной части Кондопожской губы (до 1600 тыс. экз./м² и 40–45 г/м²). Макрозообентос характеризуется высокой пространственной гетерогенностью. Так, средние численность и биомасса зообентоса в профундальных районах (например, центральном плесе) достигают 1,66 тыс. экз./м² и 3,30 г/м², в эвтрофируемых заливах эти показатели в несколько раз больше — 7,3–8,3 тыс. экз./м² и 8,3–12,6 г/м², на разных типах литорали — 7,5–14,6 тыс. экз./м² и 6,2–12,3 г/м².

Анализ гидробиологических данных показал, что Онежское озеро на основной части своей акватории в течение последних 50-ти лет продолжает сохранять исходный олиготрофный статус. Это свидетельствует о стабильности кормовой базы рыб. Отдельные глубоководные районы озера (Большое Онего) находятся на начальных стадиях эвтрофирования, которое сопровождается ростом биомассы зоопланктона и бентоса за счет особенно ценных в кормовом отношении видов и ведет к увеличению кормовой базы. В результате стихийного вселения байкальской амфиподы существенно (почти в 1,5 раза) повысилась продуктивность литорали Онежского озера. Следовательно, снижение уловов ценных промысловых рыб базируется не на снижении показателей кормовой базы, а исключительно на увеличении промысловой нагрузки. Как следует из приведенных расчетов,

ОЦЕНКА РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ

использование различных показателей привело к очень близким оценкам потенциальных уловов, что подтверждает значимость и достоверность полученных результатов.

Проведенные расчеты возможных уловов рыб на основе современных данных по продукциям биомассы фитопланктона, зоопланктона и зообентоса Онежского озера показали, что объем вылова рыбы должен быть не менее, чем в наиболее урожайные годы. Так, по величине продукции фитопланктона общий улов без ущерба для рыбного сообщества в Онежском озере может составлять 2,9–4,1, в среднем $3,3 \pm 0,2$ тыс. т в год. Расчеты по биомассе фитопланктона показали, что промысловый вылов в Онежском озере может составлять 2,0–2,9 тыс. т в год, что соответствует наблюдаемым величинам уловов в 1946–1995 гг. По величине средней летней биомассы зоопланктона уловы могут достигать около 2–2,5 тыс. т на все озеро. Ориентировочно возможные уловы бентосоядных рыб могут составлять 1,5–2,5 тыс. т в год. Таким образом, оценки потенциальных уловов с использованием различных гидробиологических показателей оказались очень близкими, что подтверждает корректность выполненных расчетов и делает возможным их использование в дальнейшем.

ГЛАВА 3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ

3.1. Рыбное сообщество и роль отдельных видов в его формировании

Ихтиофауна европейской части России дошла до наших дней почти в неизменном виде как единый фаунистический комплекс, возникший в верхне-третичное время. Несколько раньше, к концу третичного периода в Арало-Каспийском бассейне и Западной Сибири водились рыбы, близкие к представителям современных верхне-третичного, бореального равнинного и понто-каспийского комплексов (Никольский, 1956). Работы Г. В. Никольского и В. Д. Лебедева позволили Л. А. Жакову (1979) сделать общее заключение о том, что ихтиофауна Евразии в плиоцене была довольно однообразной и близкой к современной Понто-Арало-Каспийской. На протяжении четвертичного периода произошло обеднение фауны в рассматриваемом регионе, и изменения затронули, главным образом, карпообразных, но произошло ее пополнение лососевыми. Одновременно лососевыми обогатилась Понто-Арало-Каспийская ихтиофауна (Берг, 1948).

Во время наступления ледника фауна была оттеснена с обширных территорий. Огромные ареалы ниже-четвертичных фаунистических комплексов сокращались, приобретали зональный, фрагментированный характер. Фауна обеднела теплолюбивыми формами, но наполнилась видами, способными жить в условиях холодного климата. Возникли новые комплексы, которые начинали реэмиграцию в высокие широты, когда позволяли условия. Арктическая фауна сформировалась раньше верхне-палеолитической, но получила возможность широкого распространения только в среднем и верхнем плейстоцене (Жаков, 1979).

Несомненно, что вытеснение ихтиофауны высоких широт шло через при- и околледниковые озера. Так, в работах Л. А. Кудерского (1969, 1970, 1971) показано, что в приледниковых озерах формировалась специфичная гляциальная ихтиофауна. Здесь пережили неблагоприятные условия палии, сиви, лососи, форели, миноги. По мнению Л. А. Кудерского (1971), в приледниковых озерах шло и формирование, приведшее к внутривидовой дифференциации. Здесь могли сформироваться озерные корюшки, различные формы сигов, мелкие ряпушки, ладожская и ручьевая миноги, онежская рогатка.

При отступлении ледника эти рыбы заселяли озерно-речные системы. Расселению рыб арктического пресноводного фаунистического комплекса в этот период способствовали потоки ледниковых вод и более тесный контакт речных систем. Л. А. Кудерский (1971) полагает, что холодноводный комплекс рыб пришел в Карелию с юга из приледниковых озер, но расширился за счет корюшки и ряпушки.

В настоящее время имеется единая точка зрения на то, что в приледниковых озерах пережили неблагоприятные условия холодноводные рыбы арктического пресноводного комплекса. Несомненно также, что рыбы бореального равнинного комплекса были вытеснены наступающим ледником дальше в околледниковые озера, а также вместе с теплолюбивыми рыбами третичного и понто-каспийского пресноводного комплекса еще дальше на юг по рекам, текущим в меридиональном направлении (Северная Двина, Волга, Днепр, Дон).

В рыбной части сообщества Онежского озера и его бассейна имеются практически все виды рыбообразных и рыб, обитающих на территории Карелии. Они представлены двумя классами: миноги – *Cephalaspidomorphi* (*Petromyzontes*) и костные рыбы – *Osteichthyes*. Однако список видов рыб у разных авторов несколько отличается. По данным А. М. Гуляевой, В. В. Покровского (1984), в озере постоянно обитают или изредка встречаются 35 видов, при этом несколько видов (папия, форель, сизи, ряпушка, налим) имеют разновидности на уровне подвидов или экологических форм, общим числом 15. Л. П. Кудерский (1985) приводит список, включающий 47 видов, относящихся к 17 семействам. С. П. Китаев (1999) включает в список рыб 39 видов. Л. П. Рыжков (2003) указывает 53 вида, их экологические формы, и 16 семейств, а А. А. Бабий, Сергеева, (2003) – 35–37 видов рыб и круглоротых. Таким образом, в настоящее время список видов требует ревизии и уточнения. В данной работе приводится список видов рыб, населяющих Онежское озеро, состоящий из 36 видов рыб, относящихся к 15 семействам. Названия семейств, родов и видов даются на основе «Аннотированного каталога круглоротых и рыб континентальных вод России» (1998).

I. Семейство Миноговые – Petromyzonidae

1. Минога речная – *Lampetra fluviatilis* (L.)
2. Минога ручьевая – *L. planeri* (Bloch)

II. Семейство Осетровые – Acipenseridae

3. Стерлядь – *Acipenser ruthenus* (L.)

III. Семейство Лососевые – Salmonidae

4. Атлантический лосось – *Salmo salar m.sebago* (Girard)
5. Кумжа (форель) – *S.trutta m.lacustris* (L.)
6. Паляя – *Salvelinus lepechini* (Gmelin)

IV. Семейство Сиговые – Coregonidae

7. Ряпушка – *Coregonus albula* (L.)
8. Сиг обыкновенный – *C.lavaretus* (L.)

V. Семейство Хариусовые – Thymallidae

9. Хариус – *Thymallus thymallus* (L.)

VI. Семейство Корюшковые – Osmeridae

10. Корюшка – *Osmerus eperlanus* (L.)

VII. Семейство Щуковые – Esocidae

11. Щука – *Esox lucius* (L.)

VIII. Семейство Карповые – Cyprinidae

12. Плотва – *Rutilus rutilus* (L.)
13. Язь – *Leuciscus idus* (L.)
14. Елец – *L. leuciscus* (L.)
15. Голавль – *L. cephalus* (L.)
16. Гольян – *Phoxinus phoxinus* (L.)
17. Красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* (L.)
18. Пескарь – *Gobio gobio* (L.)
19. Уклея – *Alburnus alburnis* (L.)
20. Густера – *Blicca bjoerkna* (L.)
21. Синец – *Abramis ballerus* (L.)
22. Лещ – *Abramis brama* (L.)
23. Чехонь – *Pelecus cultratus* (L.)
24. Карась золотой – *Carassius carassius* (L.)

IX. Семейство Балиторы – Balitoridae

25. Голец усатый – *Barbatula barbatula* (L.)

X. Семейство Сомовые – Siluridae

26. Сом обыкновенный – *Silurus glanis* (L.)

XI. Семейство Угревые – Anguillidae

27. Угорь речной – *Anguilla anguilla* (L.)

XII. Семейство Налимовые – Lotidae

28. Налим – *Lota lota* (L.)

XIII. Семейство Колюшковые – Gasteosteidae

29. Колюшка девятииглая – *Pungitius pungitius* (L.)

30. Колюшка трехиглая – *Gasterosteus aculeatus* (L.)

XIV. Семейство Окуневые – Percidae

31. Судак – *Stizostedion lucioperca* (L.)

32. Окунь – *Perca fluviatilis* (L.)

33. Ерш – *Gymnocephalus cernua* (L.)

XV. Семейство Керчаковые, Рогатковые – Cottidae

34. Рогатка четырехрогая – *Trigloopsis quadricornis* (L.)

35. Подкаменщик пестроногий – *Cottus poecilopus* (Heckel)

36. Подкаменщик обыкновенный – *C. gobio* (L.)

В список ихтиофауны не включены виды, которые вселялись в озеро (байкальский омуль, пелядь), но результаты акклиматизации до сих пор не проявились после прекращения рыбоводных работ, т. е. натурализация указанных видов не отмечена. В последние годы все чаще появляются сведения о поимке радужной форели (*Parasalmo mykiss* Walbaum). Это рыбы, убегающие из садков форелевых хозяйств. Включать их в список видов не имеет смысла, так как вряд ли они могут создать устойчивую, способную к размножению популяцию, в связи с тем, что в Онежском озере и его бассейне выдерживаются требования этих рыб к условиям нереста. Если вопросом создания нерестового стада радужной форели заниматься целенаправленно, не исключено выведение популяции, способной нереститься в естественной среде. Примеры успешной акклиматизации радужной форели известны в Новой Зеландии и России.

К промысловым рыбам Онежского озера относятся 16–17 видов, таких как лосось, озерная форель, паляя, ряпушка, сиги разных экологических форм, хариус, корюшка, судак, налим, щука, плотва, окунь, ерш, лещ, язь и уклея. В XIX – начале XX в. к промысловым видам относилась и трехиглая колюшка. Однако сведений о массовом

вылове колюшки в настоящее время не имеется, хотя при расчете ограничений допустимых уловов (ОДУ) этот вид учитывается. Вылов остальных видов на уровне организованных заготовителей фиксируется официальной статистикой. Имеются в озере редкие и нуждающиеся в охране виды и экологические формы рыб, которые занесены в «Красную книгу Карелии» (1995). К видам, находящимся под угрозой исчезновения, относят стерлядь, чехонь, шиповку, сома сунского и некоторые другие экологические формы сига. Говоря об угрозе исчезновения, следует помнить о том, что только снижение численности сиговых является результатом прямого антропогенного воздействия, остальные виды рыб, входящие в этот список, всегда были редки на акватории озера (по крайней мере, последние 150 лет), и встреча с ними носила случайный характер. Например, вопрос о существовании головля в Онежском озере до сих пор носит спорный характер. В категорию уязвимых видов вошли озерный лосось, озерная форель, хариус, а в категорию редких и пока благополучных видов – различные экологические формы сига (лудога, шуйский, шальский), а также красноперка и пескарь. Все перечисленные виды и формы нуждаются в охране, а те объекты, которые активно используются промыслом – в разумном режиме и биологически обоснованном уровне эксплуатации.

Проведя анализ видового состава рыб, можно сделать вывод, что мнения авторов различаются в основном по спорным систематическим вопросам, касающимся лососевых и сиговых. На основании собственных исследований мы все-таки придерживаемся мнения, что в озере обитает один вид ряпушки, один вид сига, один вид форели (кумжи) и один вид палии. Все эти виды способны образовывать большое число экологических форм. Однако ставить точку или прекращать исследования по этому вопросу довольно рано, тем более что у авторов есть некоторые сомнения, например, связанные с систематическим положением кильца Онежского озера. Более подробно об этом будет сказано ниже.

Сравнение приведенного списка видов со списком видов рыб Онежского озера, опубликованным в 1959 г. (Озера Карелии..., 1959), показывает, что число видов за прошедшие 50 лет практически не изменилось. У большинства перечисленных видов полный жизненный цикл постоянно связан с озером или его притоками. Только речной угорь, речная минога, чехонь, сом и стерлядь появляются на акватории озера крайне редко, по-видимому, случайно мигрируя с водосборной территории в период весеннего половодья. Отдельно следует сказать о появлении синца в Онежском озере. Как правило, в списке

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ

видов рыб синца отсутствует. Однако его численность в оз. Водлозеро (бассейн Онежского озера) весьма высока. Опросные сведения свидетельствуют о регулярных поимках синца в Лижемской губе еще в середине 1970-х гг. XX в. Синца (2 экз.), выловленного в Петрозаводской губе, мы впервые получили в 2004 г. Рыбы попали в сети, установленные вблизи Бараньего берега. Численность синца увеличивается, и по сообщениям рыбаков, он все чаще попадает в сетных уловах.

По числу видов явно доминирует семейство карповых (13 видов), по три вида имеются в семействах лососевых, окуневых и рогатковых, т. е. видовое разнообразие рыбной части сообщества почти на 30% определяется за счет карповых рыб. При этом общая численность их популяций невелика, и они составляют незначительную часть в промысловых уловах. С точки зрения ресурсной значимости ведущее положение занимают два семейства – сиговые и корюшковые, в которые входят три вида и доля которых в улове достигает 80%.

С точки зрения зоогеографии видовой состав рыбного сообщества Онежского озера сформирован из представителей шести фаунистических комплексов. По числу видов ведущее положение занимают бореальный равнинный и пресноводный понтический – комплексы южного происхождения. При этом их роль в промысле не превышает 15% от общего улова (табл. 3.1, 3.2).

Т а б л и ц а 3.1

Качественный состав уловов рыб Онежского озера

Семейство	Количество видов	% в уловах, (среднее за 1956–1990 гг.)	Основные промысловые виды
1. Миноговые	2	0	
2. Осетровые	1	0	
3. Лососевые	3	0,93	оз. лосось, паляя
4. Сиговые	2	38,85	ряпушка, сиг
5. Хариусовые	1	0,01	
6. Корюшковые	1	45,53	корюшка
7. Шуковые	1	1,23	щука
8. Карповые	13	3,14	лещ, плотва
9. Балиториевые	1	0	
10. Сомовые	1	0	
11. Угревые	1	0	
12. Окуневые	3	4,67	судак, окунь, ерш
13. Рогатковые	3	0	
14. Колюшковые	2	0,26	
15. Налимовые	1	5,38	налим
Всего	36	100	

Т а б л и ц а 3.2

Фаунистические комплексы рыбного сообщества Онежского озера и их роль в промысле (% в общем улове – среднее за 1956–1990 гг.)

Фаунистический комплекс	Всего видов	Число пром. видов	% в улове	Промысловые виды
1. Арктический пресноводный	5	5	81,67	Паляя, ряпушка, сига корюшка, налим
2. Бореальный предгорный	6	3	0,58	озерный лосось, форель, хариус
3. Бореальный равнинный	10	5	13,87	окунь, щука, плотва, ерш, язь
4. Пресноводный амфибореальный	2	1	2,16	судак
5. Пресноводный понтический	8	2	1,73	лещ, укляя
6. Арктический морской	1	0	–	

3.2. Биология основных промысловых видов

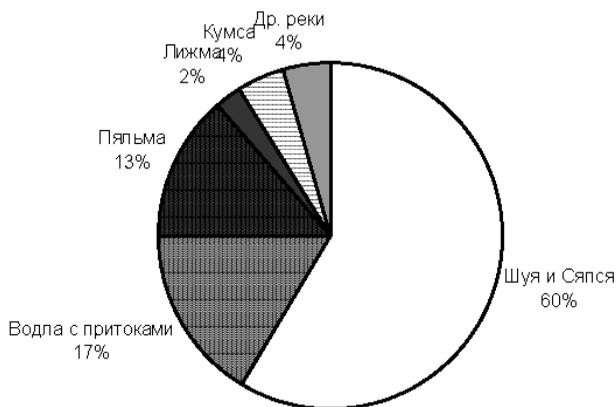
Несмотря на довольно высокие суммарные уловы, Онежское озеро не может быть отнесено к группе высокопродуктивных, так как вылов в нем в пересчете на гектар, по нашим расчетам, колеблется от 1,9 до 7,5 кг в зависимости от района и сезона, составляя в среднем 2,5–3 кг. Это значительно меньше вылова рыбы с гектара водной площади на таких крупных озерах Северо-Запада России, как Чудское, Белое, Ильмень, Кубенское и т. д. (Гуляева, Кудерский, 1964). Однако прежде чем говорить о промысле и его влиянии на рыбное сообщество Онежского озера, мы приводим краткую биологическую характеристику некоторых основных промысловых видов рыб, без знания которой трудно прогнозировать и величину уловов, и способы добычи рыбы. Учитывая повышенный интерес к лососю как к объекту промышленного, любительского и спортивного рыболовства, мы даем его более подробную характеристику по сравнению с другими видами.

3.2.1. Атлантический (пресноводный) лосось

Популяция онежского лосося представлена несколькими локальными стадами, каждое из которых привязано по месту размножения к определенной реке и имеет свои биологические

особенности. В настоящее время число таких стад, имеющих определенное промысловое значение, в бассейне невелико (шуйское, водлинское, пялемское), в прошлом же веке указывалось до 21 притока, в которых существовали нерестовые стада лосося: Лижма, Суна, Кумса, Уница, Повенчанка, Туба, Андома, Вытегра, Мегра, Водлица, Тамбица, Аржема, Немина и др. (Пушкарев, 1900). В некоторые из перечисленных рек (Лижма, Кумса, Суна, Немина, Андома, Мегра) лосось хотя и продолжает заходить для нереста, но численность производителей крайне низка, она не превышает и нескольких десятков особей. Известно, что жизненный цикл лосося разделяется на два периода – речной и озерный. После выклева из икры молодь проводит в реке несколько лет, затем скатывается на нагул в озеро. Основные места нагула лосося в Онежском озере сосредоточены: в акватории Центрального Онего – по западному берегу от о. Брусно и с. Шелтозеро до дер. Шелейки, в районе Большого Онего восточнее островов Суйсарь и Большого Клименецкого, в северо-восточной части озера – в Толвуйском, Кузарандском и Пялемском Онего. Не исключено, что на некоторых участках одновременно могут нагуливаться лососи разных нерестовых стад. Хотя нагуливается лосось в основном в открытых глубоководных участках озера, неоднократно наблюдались случаи захода неполовозрелых особей даже в мелководные, заросшие водной растительностью губы и заливы. Продолжительность озерного нагула онежского лосося до первой нерестовой миграции в реку колеблется от 3 до 9 лет. Основными объектами питания нагульного лосося являются ряпушка, корюшка и трехиглая колюшка, при этом в разные периоды озерной жизни доминирующее положение того или иного компонента в рационе лосося может меняться. Меньшее значение в питании имеют другие виды рыб, реликтовые ракообразные (понтопорея, мизиды) и воздушные насекомые.

В настоящее время нерестово-выростной потенциал притоков Онежского озера составляет около 223 га (рис. 3.1), который используется лососем не более чем на 15–20%. Более или менее устойчивое естественное воспроизводство сохранилось лишь в реках Шуя, Водла, Пяльма, Кумса. Очевидно, что численность нерестовых стад во всех реках намного ниже потенциально возможной (табл. 3.3).



Р и с . 3 . 1 . Соотношение площади нерестово-выростных участков пресноводного лосося Онежского озера

Т а б л и ц а 3 . 3

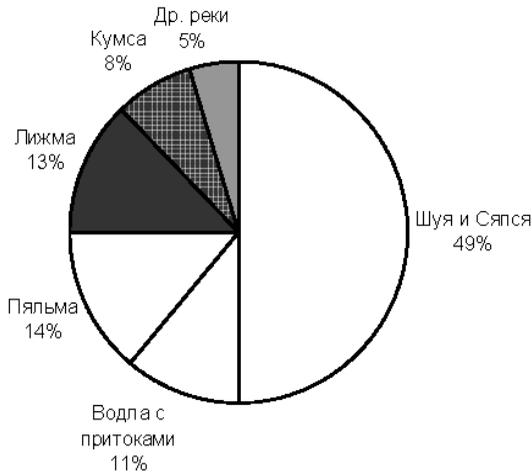
Продукция смолтов в лососевых нерестовых реках

Выход смолтов за год с 1 га НВУ	Выход смолтов за год с 1 га НВУ	
	Экз.	%
Шуя (с Сяпсей)	194	4,85
Пяльма (с Жилой Тамбицей)	350	8,75
Водла	88	2,2
Вама	156	3,9
Колода	357	9,375
Лижма	1987 г. – 1700	42,5
	1997 г. – 850	21,25
	1999 г. – 408	10,2
	2007 г. – 163	4,1

Продуктивность этих притоков по количеству покатной молоди (экз. с 1 га НВУ) различна, обусловлена индивидуальными гидрологическими характеристиками и различной степенью развития кормовой базы (рис. 3.2).

Река Шуя вносит наибольший вклад в воспроизводство лосося в бассейне Онежского озера. Шуйский лосось отличается довольно крупными размерно-весовыми показателями. Средняя масса половозрелого лосося естественного воспроизводства – 6,5 кг, средняя длина 86,6 см. Продолжительность нагульного периода в озере – от 3 до 8 лет. Половозрелым шуйский лосось становится в возрасте 7–8 лет (включая 2 года

речной жизни) при массе рекрутов 4,5–6 кг. Весовые показатели рекрутов прежде всего зависят от продолжительности озерного нагула. В целом возраст производителей колеблется от 6 до 11 лет (включая речной период) при модальной возрастной группе 7 полных лет. Для шуйского лосося характерна и сравнительно высокая плодовитость: средняя абсолютная плодовитость составляла 9946 икринок при колебаниях 8760–15870, относительная плодовитость в среднем 1775 икринок (Костылев и др., 1980). Нерестится шуйский лосось до четырех раз в жизни. В нерестовом стаде преобладают самки (соотношение полов 3,4:1). В нересте, наряду с крупными самцами, имеющими несколько лет озерного нагула, принимают участие и карликовые самцы, т. е. самцы, достигшие половой зрелости еще в речной период жизни, что вообще характерно для атлантического лосося всех популяций. Преобладающий тип нерестовой миграции – весенне-летний, но в целом ход лосося с разной интенсивностью в Петрозаводскую губу и далее в р. Шую продолжается с первых чисел мая до конца сентября. В покатной (катадромной) миграции шуйского лосося доминируют двухгодовалые (2+) рыбы, трехгодовики представлены незначительно. Средняя масса покатной молоди – 26,8 г (колебания 13–60 г), средний размер – 13,8 см (колебания длины 11,2–17,7 см). Пик ската обычно приходится на вторую декаду июня.



Р и с . 3 . 2 . Соотношение продуктивности лососевых нерестовых притоков Онежского озера по выходу покатников с 1 га НВУ

Нерестово-выростные угодья реки можно разделить на несколько типов, имеющих разную ценность для воспроизводства лосося.

1. НВУ с преобладанием выростных площадей. Грунт состоит в основном из крупных фракций – крупных и средних валунов, нерестовые грунты расположены мозаично и занимают малую часть общей площади НВУ.

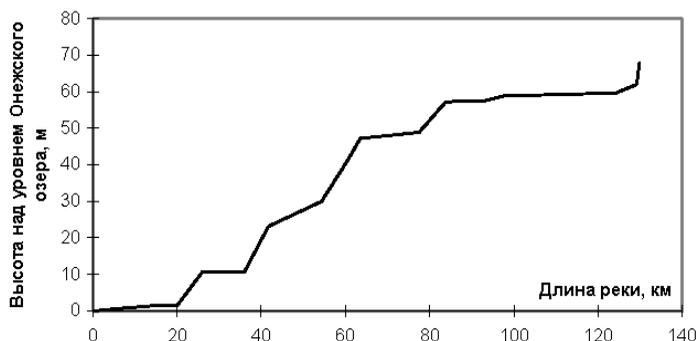
2. НВУ с преобладанием нерестовых площадей. Основу грунта составляют мелкие и средние валуны, крупная и средняя галька.

3. Нерестовые участки. Грунт составлен из мелких валунов и гальки.

4. Выростные участки. Здесь нет грунтов, пригодных для нереста, но другие параметры благоприятны для обитания молоди. Такие участки могут заселяться молодь с соседних нерестовых участков.

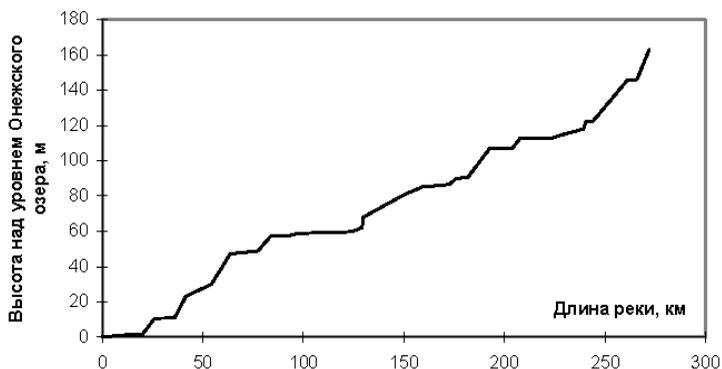
Река Шуя берет начало из озера Суоярви. Общая протяженность реки 272 км. Площадь водосбора 1067 км², озерность 10,3%, расход воды 96,27 м³/с. Для лосося доступен участок реки до плотины Игнойльской ГЭС протяженностью 130 км. НВУ лосося обычно совпадают с порожистыми участками реки. Продольный профиль реки показан на рисунках 3.3, 3.4, где видно, что наиболее порожистые участки сосредоточены между 20 и 26 км, 37 и 41 км, 57 и 62 км, 48 и 80 км.

НВУ лосося встречаются ниже плотины Игнойльской ГЭС. На участке от плотины до Шотозера имеется 5 небольших порожистых участков, длиной от 50 до 450 м. Дно сложено из скальных глыб и крупных валунов. Нерестовых грунтов практически нет.



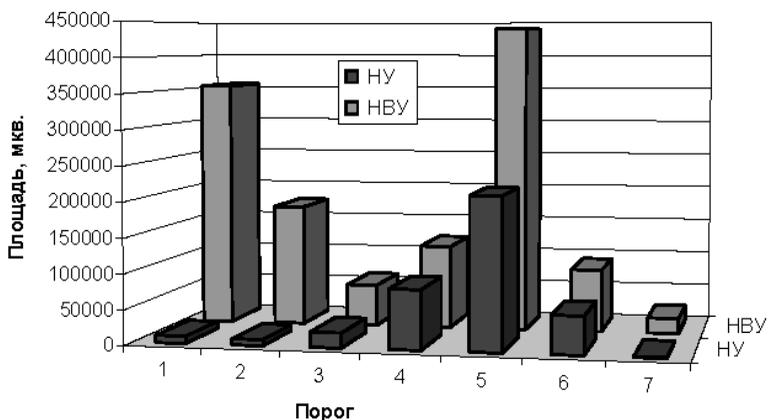
Р и с . 3 . 3 . Продольный профиль участка р. Шуи от плотины Игнойльской ГЭС до устья

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ



Р и с . 3 . 4 . Продольный профиль р. Шуи

Ранее нами установлено, что общая площадь НВУ р. Шуи на участке от плотины Игнойльской ГЭС до устья составляет 1262000 м², из них площадь нерестовых участков – 393900 м². Пороги имеют разную репродуктивную ценность, наибольшей обладают два порога: Виданский и Бесовецкий, которые в сумме составляют 42% общего фонда НВУ и 68% НУ реки (рис. 3.5).



Р и с . 3 . 5 . Площадь нерестово-выростных участков р. Шуи:

1 – Киндасовский порог, 2 – Кутижемский порог, 3 – Юманишки, 4 – Толли, 5 – Виданский порог, 6 – Бесовецкий порог, 7 – Нижнебесовецкий порог

Результаты обследования реки в 2005–2007 гг. представлены в табл. 3.4.

Т а б л и ц а 3.4

Плотность расселения молоди на основных порогах р. Шуи в 2005–2007 гг., экз./100 м²

Возрастные группы	Виданский 1	Виданский 2	Виданский 3	Бесовецкий	Нижнебесовецкий
2005 год					
0+	28,38	31,43	21,37	22,0	0
1+	5,93	9,9	5,91	6,05	12,78
2+	0,74	1,31	0,66	2,42	20,44
Общая	35,05	42,64	27,94	30,47	33,22
2006 год					
0+	22,8	25,4	17,37	17,6	15,02
1+	6,93	8,9	6,91	5,1	11,7
2+	1,5	1,3	0,85	2,4	6,44
Общая	31,23	35,6	25,13	25,1	33,16
2007 год					
0+	25,38	30,2	20,3	24,0	14,3
1+	5,2	9,1	5,6	5,9	10,8
2+	1,2	1,3	0,72	2,1	7,4
Общая	31,78	40,6	26,62	32,0	32,5

Следует отметить, что в 2005–2007 гг. отмечены самые высокие плотности молоди лосося в реке Шуе за весь период наблюдений (1999–2007 гг.). Это свидетельствует о благоприятных условиях для нереста производителей лосося и обитания молоди в реке в последние годы.

Река Сяпся является притоком р. Шуи. Общая площадь НВУ р. Сяпси составляет около 44000 м² (4,4 га). В 1980-е гг. прошлого века пороги и перекаты р. Сяпси не были способны выполнять функцию нерестилищ лосося. Причина заключалась в том, что лесосплав, сельскохозяйственная и лесная мелиорация изменили гидрологию порогов. В результате всего этого пороги стали почти не пригодны для нереста и малопригодны для обитания лососевой молоди. В начале 1990-х гг. была начата рекультивация порогов. В 2004 г. была осуществлена рекультивация двух участков Кракульского порога. Это уже дало положительный результат. Численность молоди лосося на восстановленном пороге существенно возросла (табл. 3.5).

Т а б л и ц а 3.5

Плотность расселения молоди на основных порогах р. Сяпси, экз./100 м²

Возрастные группы	Кракульский		Ковера	
	2005 г.	2007 г.	2005 г.	2007 г.
0+	19,8	26,3	3,5	17,1
1+	18,4	14,6	2,4	7,2
2+	6,9	4,6	0,7	1,8
Общая	45,1	45,5	6,6	26,1

До рекультивации общая плотность молоди лосося на Кракульском пороге не превышала 15,1 экз./100 кв. м.

Река Водля. Лосось этой реки по численности в бассейне Онежского озера стоит на втором месте после шуйского. Численность нерестового стада водлинского лосося в 1960–1970-х гг. оценивалась в 500–1000 особей (Костылев и др., 1980), вероятно, в этих же пределах она держится и в настоящее время. По размерно-весовым показателям водлинский лосось мало уступает шуйскому – средняя масса производителей 5,9 кг, средний размер (АС) – 81,0 см. Основные нерестово-выростные участки расположены в притоках реки. В первую очередь, в реке Ваме, берущей свое начало из оз. Водлозеро. Протяженность реки – 23,4 км. Основная проблема реки Вамы – бывшая лесосплавная плотина на ее истоке из оз. Водлозера, которая эксплуатируется Водлозерским национальным парком отнюдь не в интересах лосося и других проходных рыб. Поднятие уровня озера приводит к значительному обсыханию нерестилищ и промерзанию нерестовых бугров лосося в реке, высокой смертности икры и молоди за время зимовки. Очевидно, что более рациональное регулирование уровня воды в реке могло бы существенно повысить репродуктивный потенциал реки Вамы. Известны случаи поимки лосося в оз. Водлозере (Смирнов, 1971), когда единичные экземпляры преодолевали плотину. Значительная же часть нерестового лосося концентрируется непосредственно перед плотиной, где подвергается хищническому истреблению. На протяжении четырех километров от плотины вниз по реке нами не отмечено молоди лосося, несмотря на наличие подходящих для нереста мест. Первые сеголетки лосося отмечены нами на пороге Островец перед старым ж/д мостом, в крайне незначительных количествах (плотность 10 экз./100 м²). В самой Водле нерестилищ лосося практически нет, за исключением небольшого участка после впадения р. Вамы.

Гораздо более благоприятная ситуация для лосося сложилась в р. Колоде – на небольшом, но достаточно протяженном (110 км) притоке р. Водлы. Сеголетки лосося здесь равномерно расселены по всем поро-

гам, их плотность составила 40 экз./100 м². На значительном протяжении этой реки имеются нерестовые грунты, которые занимают до 100% площади порогов.

Таким образом, нерестово-выростной фонд лосося р. Водлы в целом составляет 368650 м², из них: р. Вама – 162650 м², р. Колода – 100000 м², р. Водла – 109000 м².

Река Пяльма – в прошлом третий по численности стада лосося приток, в настоящее время во многом утратила свое значение в общем популяционном фонде из-за фактического отсутствия мер по рыбоохране. Лосось этой реки по размерно-весовым показателям уступает шуйскому лососю, но несколько превосходит лижменского (средняя масса – 4,9 кг, средний размер – 78 см, средняя плодовитость – 8200 икринок). Еще в середине 1960-х гг. численность нерестового стада оценивалась в 500–1000 особей (Смирнов, 1963). Нерестовая миграция растянута во времени и длится от освобождения реки ото льда до осени (сентябрь), но по интенсивности движения в ней можно выделить два пика – весенний и осенний, при этом весенний пик более мощный. Впервые нерестующие производители имеют возраст 6–9 лет (Беляева, 1959; Смирнов, 1971). Нерестово-выростные участки лосося расположены как в самой р. Пяльме (в нижнем течении до седьмого километра от устья), так и в ее притоке Жилой Тамбице (22–30 км от устья Пяльмы). Общая площадь нерестово-выростных участков – около 20 га. Контрольные обловы НВУ в последние годы показали не очень высокие плотности сеголетков (24,4 экз./100 м²) и пестряток (13 экз./100 м²), что говорит о напряженном состоянии естественного воспроизводства. Судя по плотности возрастных групп молоди, в реке нерестится несколько десятков производителей лосося.

Река Лижма берет начало из озера без названия, впадает в залив Чорга Онежского озера. Лижма протекает через три озера: Лижмозеро, Кедрозеро и Тарасмозеро. Общая протяженность реки – 68,3 км. Падение составляет 114 м. Расход воды 7,6 м³/с. Верхний участок р. Лижмы от истока до озера Лижмозера имеет протяженность 12 км. Общая протяженность НВУ лосося составляет 3,4 км, площадь 13600 м². Протяженность Средней Лижмы – 12,2 км. Количество порогов невелико. Площадь НВУ не превышает 4000 м². Нижняя Лижма длиной около 4 км. Участок реки между озерами Кедрозеро и Тарасмозеро имеет длину 800 м и на всем протяжении представлен порогом. Площадь НВУ лосося здесь составляет около 20000 м². Ниже Тарасмозера имеется три порога, площадь НВУ – 18000 м². Таким образом, общая площадь НВУ реки составляет 55600 м², из них действующих 38000 м².

Ранее р. Лижма считалась одной из продуктивных лососевых рек. Так, вылов лосося здесь в 1916 г. составлял 2000 шт. (Петров, 1926). В 1970-е гг. численность нерестового стада оценивалась в 200 экз. (Смирнов, 1971), такой же она оставалась до 1990-х гг. В последние годы браконьерство в реке достигло таких масштабов, что лишь единичные экземпляры успевают отнереститься. Облов нижних порогов реки в 2007 г. показал полное отсутствие сеголетков лосося на этом участке. Это говорит о том, что в 2006 г. нереста лосося на обследованном пороге не было.

Река Суна. Вскоре после гидростроительства в 1952 гг. всякое воспроизводство лосося в р. Суне стало невозможным. Из анализа структуры порогов следует, что суммарная площадь НВУ лосося ранее составляла около 5 га. Это в свою очередь позволяет заключить, что в прошлом среднегодовая численность нерестового стада лосося р. Суны составляла около 500 особей. В 1997 г. был начат первый этап практической работы по восстановлению популяции лосося в р. Нижняя Суна, куда выпущена партия двухгодовиков онежского лосося. Следующий выпуск (10 тыс. годовиков) состоялся весной 2000 г. Кроме того, в конце 2004 г. осуществлена мелиорация одного из порогов реки ниже водопада Кивач. Обследование этого участка показало, что лосось здесь успешно нерестится. Были обнаружены мальки лосося, причем с хорошей плотностью расселения. Возраст пестряток свидетельствует о том, что они произошли от нереста в результате возвратов производителей, т. е. от первых выпусков молоди (табл. 3.6).

Т а б л и ц а 3 . 6

Плотность расселения молоди на восстановленном пороге р. Суны, экз./100 м²

Возрастные группы	Порог ниже водопада Кивач	
	2005 г.	2007 г.
0+	3,7	75,4
1+	15,3	20,7
2+	30,7	12,3
Общая	49,7	108,4

Лосось южных притоков Онежского озера. В этой части акватории немногочисленные стада лосося сохранились лишь в двух реках – Андоме и Мегре. Ранее (Пушкарев, 1915; Вещезеров, 1931) сообщалось о заходе нерестового лосося также в реки Водлицу и Вытегру, но уже в

течение длительного периода времени никаких сведений о вылове здесь лосося нет. По-видимому, нерестовые стада этих двух рек полностью исчезли. По лосою р. Мегры каких-либо биологических материалов нет. Известно лишь, что основной ход его в эту реку имел место в августе-сентябре, а соотношение производителей лосося и форели составляло 1:7 (Смирнов, 1971).

Начиная с 1977 г. на базе шуйского стада осуществляется искусственное воспроизводство лосося. После закрытия Петрозаводского рыбоводного завода воспроизводством шуйского лосося занимается Кемский рыбоводный завод, находящийся в 400 км от мест выпуска лососевой молоди (в р. Шую). Тем не менее благодаря улучшению биотехники заводского выращивания и способа выпуска покатников в реки (живорыбной машиной), включая сроки, эффективность заводского воспроизводства за последние годы значительно возросла. Данные по выпуску молоди за период 1985–2007 гг. представлены в табл. 3.7.

Т а б л и ц а 3 . 7

Выпуск заводской молоди лосося в р. Шую (по данным Карелрыбвода и Карельской рыбоводной станции)

Год	Выпущено, тыс. экз.	Средняя масса, г
1985, 2+	82,4	30,3
1986, 2+	101,4	31,5
1987, 2+	175,5	25,9
1988, 2+	249,5	45,05
1989, 2+	0,5	30,9
1990, 2+	4,65	40,0
1991	0	
1992, 1+	27,1	11,1
1993, 2+	144,4	35,3
1994, 2+	60,57	34,3
3+	17,56	94,4
1995, 2+	85,1	30,6
1996, 2+	188,8	39,2
1997, 1+	40,6	22,2
2+	198,2	44,2
1998, 2+	105,8	35,4
1999, 2+	157,9	42,7
2000, 2+	194,7	39,9
2001, 2+	87,7	63,0
2002, 2+	155,6	44,2

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ

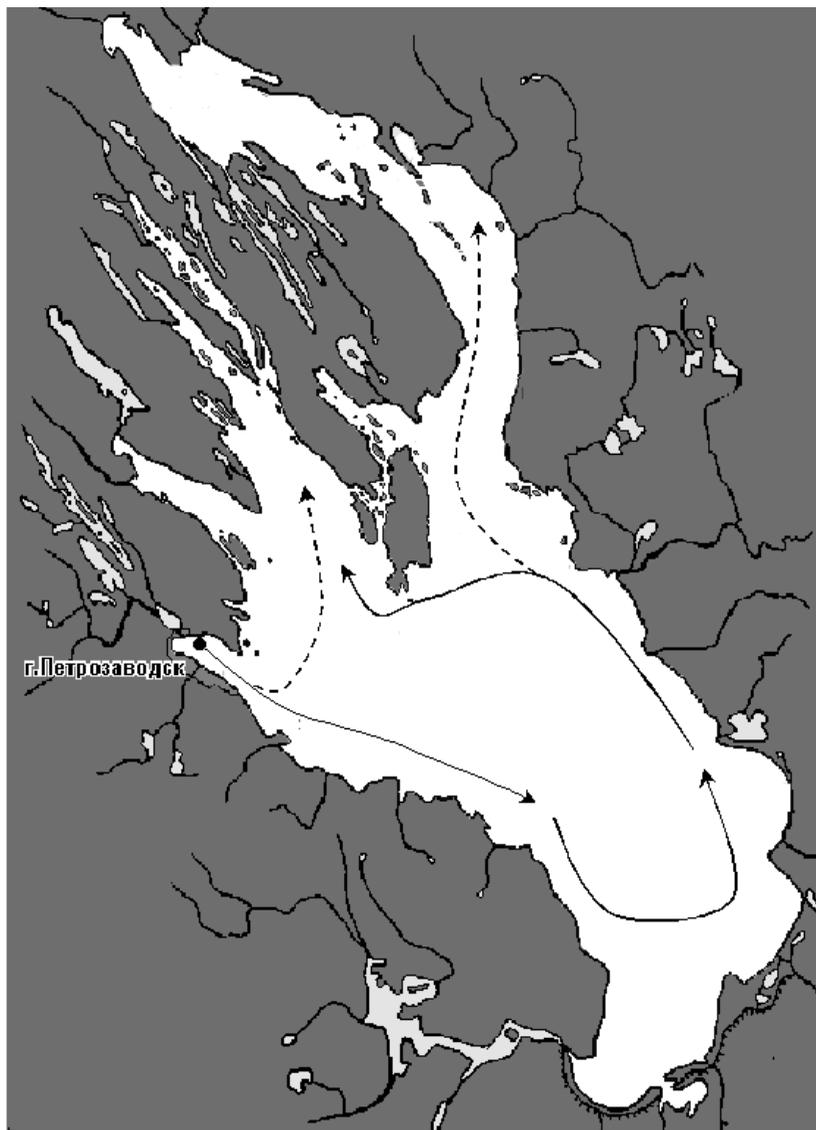
Окончание табл. 3.7

3+	2,5	91,5
2003, 2+	7,35	49,1
3+	21,535	89,4
2004, 2+	114,620	45,8
2005, 2+	28,324	46,7
2006, 2+	85,932	59,5
2007, 2+	139,07	63,2
1+	16,68	54,5

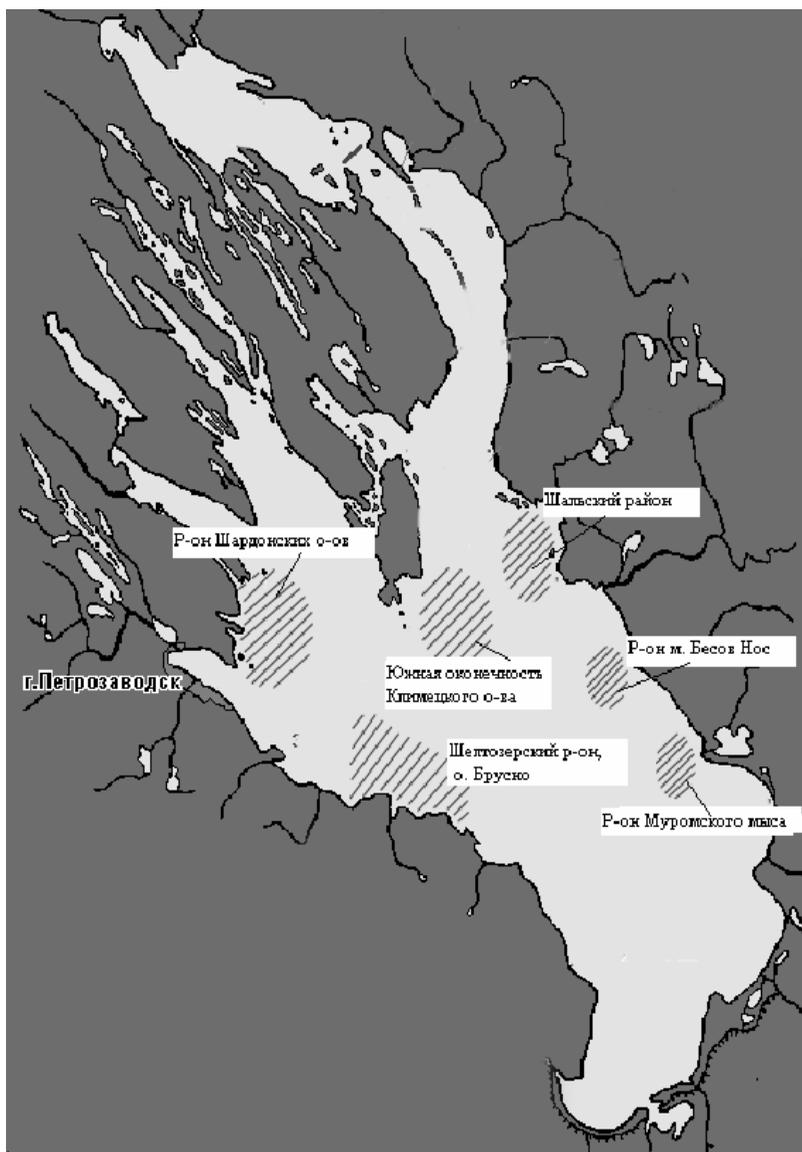
В последние годы заводская молодь выпускается в возрасте 2+, и большая ее часть скатывается из реки на нагул в озеро в год выпуска.

Анализ контрольных уловов и опросных данных позволяет сделать некоторые предположения относительно основных путей миграции молоди шуйского лосося после ее ската в Петрозаводскую губу Онежского озера. Вероятнее всего, после ската молодь лосося ориентируется по течению р. Шуи и постепенно расселяется вдоль западного побережья озера (рис. 3.6). Основные районы нагула онежского лосося показаны на рис. 3.7.

В районе о. Девичий в зимний период особи в возрасте 0+ могут составлять до 90% улова в ставные сети, особенно на глубинах до 10 м. В дальнейшем, продолжая двигаться в юго-восточном направлении, лосось огибает южную часть Онежского озера (вероятно, в массе не заходя в Свирускую губу), уже в возрасте 1+ в массе встречается в районе Бесова Носа. Далее, двигаясь вдоль восточного побережья, часть особей проходит в Заонежский залив (отмечены факты поимки заводского лосося в районе п. Толвуя), основная же часть, по-видимому, осваивает кормовые ресурсы заливов Большое и Малое Онего. В осенний период в районе Климецких островов особи в возрасте 0+ и 1+ немногочисленны. Необходимо отметить, что описанная нами тенденция расселения молоди носит в некоторой мере условный характер. Пресноводный лосось не является стайной рыбой, и направления его миграции обусловлены наличием доступных кормовых организмов (в основном корюшки и ряпушки). Являясь по сути доминирующим по численности хищником – эврифагом, лосось образует значительные скопления только в период нерестовой миграции и нереста своих кормовых объектов. Мы считаем целесообразным запрет лова в районах нагула неполовозрелых особей в возрасте от 0+ до 2+ лет. Такими районами должны считаться большая часть Западного побережья Онежского озера и часть Восточного. Размерно-возрастной состав контрольных уловов за весь период исследований приведен в табл. 3.8.



Р и с . 3 . 6 . Пути нагульной миграции шуйского лосося в Онежском озере



Р и с . 3 . 7 . Основные нагульные районы лосося в Онежском озере

Т а б л и ц а 3. 8

Биологические показатели нагульного лосося Онежского озера (2002–2007 гг.)

Год	Возрастные группы											N, экз.
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	
	% в улове											
2002	8	8	12	29	31	8	1,5	1,5	1	0		148
2003	1,5	4,1	15,7	32	25,4	13,2	4,6	1,5	1,5	0,5		54
2004	1,3	4	50,6	30,7	10,7	2,7	0	0	0	0		75
2005	3	4,2	18,0	40,6	21,6	9,6	3	0	0	0		167
2006	11,4	19,4	34,6	18,2	13,9	2,1	0,4	0	0	0		237
2007	1,7	7,5	23,1	41,3	15,7	9,1	0,8	0,8	0	0		125
	Масса, г											Ср.
2002	809	1650	2815	3807	5050	5900	7200	8900	9050			3820
2003	639	1450	3120	3987	4935	5945	6743	8183	9250	9450		4212
2004	864	1601	3004	4110	5753	6963						3046
2005	768	1839	3106	4280	5181	6100	8254					3511
2006	703	1688	3348	3942	5200	6542	7250					2937
2007	780	1650	3100	4020	5220	6292	7360	8250				3651
	Длина АВ, см											Ср.
2002	43,7	56,5	64,6	71,2	77,9	82,3	86,0	90,0	90,2			71,5
2003	40,1	55,6	68,0	72,9	77,3	82,2	83,8	86,2	88,5	98,0		75,2
2004	45,3	55,7	66,8	73,3	78,7	86,3						67,7
2005	44,6	56,2	66,8	73,5	78,4	81,5	90,7					70,2
2006	42,2	54,7	67,1	70,9	77,3	81,9	86,1					65,7
2007	43,2	55,7	66,7	72,4	77,9	82,8	86,4	88,1				67,2
	Длина АС, см											Ср.
2002	41,3	54,0	59,3	64,5	70,6	75,6	80,0	81,0	81,3			67,4
2003	38,5	53,1	65,6	69,6	74,2	79,6	83,4	83,8	88,5	87,3		71,1
2004	42,7	52,9	61,9	67,7	73,6	79,3						63,5
2005	43,0	53,6	64,4	70,8	74,8	78,7	88,3					66,4
2006	40,5	52,5	64,6	68,3	74,8	79,3	76,2					61,9
2007	41,2	53,2	63,2	68,2	73,6	78,5	81,9	82,4				64,3

Очевидно, что частота встречаемости зависит от численности возрастных групп, которая в свою очередь определяется количеством выпускаемой «заводской» молоди. Так, незначительный (по сравнению с другими годами) выпуск 2003 г. (около 28 тыс. шт.) существенно сказался на численности лосося первого года нагула (0+) в том же 2003 г., и численности лосося в возрасте 1+ и 2+ в 2004 и 2005 гг. соответственно. Выпуск большого количества заводской молоди в 2002 г. (около 158,7 тыс. шт.) положительно сказался на численности лосося первого года нагула (0+), численности возрастной группы 1+ в 2003 г. и особенно

ярко проявился в уловах лосося в возрасте 2+ и 3+ в 2004–2005 гг. соответственно. Так же большое количество молоди, выпущенной в 2004 г., определило высокую численность рыб в возрасте 2+ в уловах 2006 г. и рыб возраста 3+ – в уловах 2007 г.

Таким образом, главным фактором, определяющим численность лосося в Онежском озере, является выпуск «заводской» молоди. В настоящее время в акватории этого водоема продолжают доминировать особи «заводского» происхождения. Соотношение «диких–заводских» особей представлено в табл. 3.9.

Т а б л и ц а 3 . 9

Соотношение лосося различного происхождения в контрольных уловах

Год	«Заводские»	«Дикие»	
		Шуйский лосось	Лосось других рек
2002	57,3	39	3,7
2003	67,6	25	7,4
2004	69,5	17	13,5
2005	60,5	25	14
2006	51,8	35,9	12,3
2007	70,3	22,5	7,2

На протяжении последних лет характер распределения «заводских–диких» особей в Онежском озере практически не изменился. Искусственное воспроизводство шуйского лосося обеспечило достаточно стабильную численность его стада в последние годы. Это позволило на основе анализа материалов СевНИИРХ добиться в 2004 г. исключения шуйской популяции из Красной книги РФ с целью использования ее для организации любительского и спортивного рыболовства. Только от российских рыболовно-спортивных организаций заявки на этот лов многократно превышают общедопустимый улов лосося, который в 2005–2007 гг. был утвержден в объеме 17–18 т. Величина ОДУ определялась с учетом браконьерского лова.

Для оценки численности и биомассы популяции лосося Онежского озера использован метод имитационного моделирования (Коросов, 2002). Для построения модели использовались данные по плотности расселения молоди на НВУ р. Шуй за 1999–2007 гг. и соответствующие данные по ее выживаемости и по выпуску заводской молоди в каждый конкретный год. В качестве критерия адекватности модели использовалась оценка соответствия модельных данных реальным значениям параметров природной популяции, полученным в ходе исследований.

Модель данного типа позволила оценить объем нелегального вылова шуйского лосося – нагульного в Онежском озере. Для оценки величины неучтенного вылова использовались также результаты прямых наблюдений и опросов.

В настоящее время браконьерский лов превратился в мощный фактор, отрицательно влияющий на численность популяций пресноводного лосося. Так, расчетная величина браконьерского вылова нагульного шуйского лосося в Онежском озере составляла: в 2000 г. – около 63 т, в 2001 г. – около 66 т, в 2002 г. – около 74 т, в 2003 г. – около 97 т. Эти прогнозы полностью подтвердились.

Допустимый объем изъятия (ОДУ) лосося для лицензионного лова может быть определен исходя из «принципов предосторожного подхода» (Бабаян, 2000). Согласно этому принципу допустимая доля изъятия зависит от среднего возраста полового созревания самок. Для шуйского лосося возраст созревания самок – 6–7 лет нагула в озере. Доля допустимого годового изъятия составляет около 20%. Следует учитывать, что это относится к величине запаса на начало прогнозного года. Целесообразно установить ограничения по возрасту (от 3+ до 5+) и размерам (длина АС от 55 до 75 см) особей, разрешенных для лицензионного лова. Этим будут созданы условия для сохранения генераций лосося старше 6 лет, которые составляют основу нерестового стада.

Данные о распределении нагульного лосося разных стад в акватории озера свидетельствуют о том, что в его северо-западной части нагуливается в основном лосось р. Шуи (лишь менее 4% численности нагульного лосося в этом районе составляет лосось других рек). Это позволяет выделить районы озера, в которых лицензионный лов не нанесет ущерба стадам остальных притоков Онежского озера.

Для организации лицензионного лова целесообразно выделить те районы озера, где преимущественно нагуливается лосось р. Шуи (промысловые квадраты № 130–139, 148–155, 165–176, 184–197, 206–311), а также некоторые участки самой реки.

Для озера следует предусмотреть два вида лова:

1) *«поймал – изъяс»* (для лосося заводского происхождения, у которого отрезан жировой плавник) и

2) *«поймал – отпустил»* (для «дикого» лосося).

На р. Шуге на первом этапе целесообразно выделить для лицензионного лова участки ниже рыбоучетного заграждения. Лицензионный лов на реке следует организовать исключительно по принципу «поймал – отпустил».

Можно полагать, что организация на Онежском озере лицензионного лова лосося на спиннинг во многом способствовала бы снижению его неконтролируемого вылова, в том числе сетного.

3.2.2. Другие лососевые

Кумжа (озерная форель). Этот представитель семейства лососевых по пищевым качествам лишь немногим уступает озерному лососю. У части местного населения, особенно в Заонежье, озерная форель известна под названием «торпа». Подобно озерному лососю, форель обитает локальные стада, привязанные к отдельным рекам и отличающиеся друг от друга рядом биологических показателей. При этом отмечается прямая зависимость размерно-весовых показателей форели от величины рек – в маленькие реки и ручьи заходит форель меньших размеров. Некоторые авторы (Новиков, 1937) допускают размножение части форели и в самом озере. Озерная форель встречается по всей акватории водоема, но основные ее концентрации характерны для районов, прилегающих к устьям рек. В отличие от лосося, форель заходит для размножения не только в сравнительно крупные реки (Шуя, Водла, Андома), но и во многие мелкие реки и ручьи (Нелокса, Орзega, Деревянка, Уя, Мегра и др.). Список основных форелевых притоков Онежского озера насчитывает более 50 названий. Кроме того, имеется несколько десятков ручьев без названий, в которые озерная форель заходит на нерест.

Более или менее четких сроков нерестовой миграции форели в реки выделить не удастся. В крупных реках (Шуя, Водла) ее ход может иметь место с конца мая до сентября. В небольших речках и ручьях начало хода обычно отодвигается на вторую половину лета, основной же ход приходится на осень (сентябрь – начало октября). Форель, зашедшая в реку летом, большую часть времени проводит на глубоководных плесах и ямах, поскольку путь к местам нереста в этих водоемах непродолжителен. Нерестилища обычно представляют собой участки с быстрым течением и каменисто-песчаным дном. Форель, так же как и лосось, откладывает икру в нерестовые бугры. Некоторые крупные и средние реки с заходящей сюда форелью могут являться нерестовыми и для лосося, но форель в них обычно не поднимается далеко от устья. В целом же в отношении выбора мест нереста форель более неприспособлена по сравнению с лососем и может размножаться даже в ручьях с заболоченным водосбором и гумифицированной водой.

В реке молодь форели живет от одного года до пяти лет, хотя основная ее часть скатывается в озеро уже на третьем году жизни. Пищей молоди в речной период служат личинки водных насекомых, а также воздушные насекомые, роль которых для форели значительно выше, чем для речной молоди лосося. Обычная масса скатывающейся из реки молоди – 35–45 г (Рыжков, 1984). В озере форель нагуливается от трех (2+) до шести (5+) лет (в последнем случае при повторном нересте). Чаще всего она нагуливается в озере три года. С переходом в озеро на хищное питание форель быстро растет, не уступая в этом отношении лосося. Так, масса самцов за первый год жизни в озере увеличивается на 400–700 г, самок – на 600–900 г (Смирнов, 1975). Основными объектами хищного питания форели являются молодь сига, корюшка, а также мелкие карповые рыбы. Производители форели шуйского стада, наиболее многочисленного в бассейне озера, к первому нересту имели размер 540–814 мм при массе от 2 до 4,6 кг. Со ссылкой на рыбаков, А. Ф. Смирнов свидетельствует и о более крупных размерах шуйской форели – до 6–8 кг. Производители форели малых рек карельской части озера (Орзег, Деревянки, Нелоксы и др.) к первому нересту имели меньшие размерно-весовые показатели: масса самцов составляла 500–900 г при длине 350–454 мм, масса самок – 1200–1700 г при длине 467–520 мм. Самки форели этих рек идут на нерест с большим сроком озерного нагула (2+), чем самцы (1+). Несколько разнятся и сроки пребывания в реке молоди шуйской форели и форели малых рек. Молодь шуйской форели проводит в реке два-три года (доминирующая возрастная группа 2 года – 84%). Молодь форели малых рек живет в реке до четырех полных лет, хотя основная ее часть скатывается в возрасте двух-трех лет (Смирнов, 1975; Веселов, Калюжин, 2001) (табл. 3.10, 3.11)

Т а б л и ц а 3 . 1 0

Пол, возраст и размерно-весовая характеристика молоди форели р. Лижмы

Возраст и пол	Длина АС, см (min-max)	Масса, г (min-max)
1+♀1	11,2 (10,2–11,8)	11,7 (10,6–12,4)
1+♂1	10,3 (9,4–12,1)	10,7 (8,1–13,2)
2+♀1	13,3 (12,5–14,1)	21,3 (13,0–28,6)
2+♂4	12,8 (11,5–13,8)	17,2 (12,2–24,6)
3+♀1	16,2 (14,5–18,6)	43,1 (27,4–64,1)
3+♂4	17,6 (15,4–19,2)	59,9 (34,2–84,2)
4+♂4	25,0 (24,8–25,2)	206,4 (202,5–210,2)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ

Т а б л и ц а 3 . 1 1

Возраст и размерно-весовая характеристика молоди форели р. Орзег

Возраст	Длина АВ, см (min-max)	Масса, г (min-max)
0+	7,9 ± 0,1 (7,0–8,6)	5,6 ± 0,2 (4,2–7,1)
1+	9,7 ± 0,1 (8,5–11,5)	10,8 ± 0,5 (6,8–17,2)

Среди молоди старших возрастов в реке преобладают самцы, многие из которых созревают, не скатываясь в озеро. Так, в р. Орзеге самцы среди сеголеток форели составляют 50%, а среди молоди возраста 1+ доля самцов возрастает до 70%. Ни в одной из обследованных популяций не было обнаружено созревших в реке самок. В то же время среди производителей, идущих на нерест, практически во всех реках преобладают самки.

Так, среди производителей численность самцов в р. Шуе составила 26%, в р. Пяльма – 9%, в р. Вантик – 21%, в р. Орзеге – 10%.

Это говорит о том, что форель Онежского озера воспроизводится за счет озерно-речной формы, представленной в основном самками. Большая часть самцов созревает в реке. Форелью освоены небольшие реки и ручьи, где сложилась особая популяционная структура, включающая проходных особей, большинство из которых являются самками, и карликовых самцов. Можно полагать, что такая структура весьма пластична и обеспечивает приспособление популяции к неблагоприятным условиям путем изменения возрастной структуры.

Производители форели рек Вантик и Орзег имели речной период 2–3 года, период нагула составлял от 1 до 3 лет (табл. 3.12, 3.13).

Т а б л и ц а 3 . 1 2

Пол, возраст и размерно-весовая характеристика производителей форели р. Вантик

Пол и возраст	Кол-во, экз.	Длина АС, см (min-max)	Масса, кг (min-max)
2,1+ ♀4–5	4	48,7 (47,1–50,7)	1,22 (1,31–1,33)
2,2+ ♀4–5	6	57,7 (54,6–57,5)	1,82 (1,7–2,06)
2,3+ ♀4	1	70,5	3,1
2,1+ ♂4–5	2	48,5 (48–49)	1,26 (1,08–1,44)
3,1+ ♂4–5	1	43,1	0,78

Т а б л и ц а 3 . 1 3

Пол, возраст и размерно-весовая характеристика производителей форели р. Орзег

Возраст	Кол-во, экз.	Длина АВ, см (min-max)	Масса, кг (min-max)
2,1+ -3,3+	22	57,8 ± 0,9 (49,0–66,2)	2,02 ± 0,1 (1,25–2,89)

Самки в нерестовом стаде форели р. Орзег в 2005–2007 гг. составляли 86,4%, самцы, соответственно – 13,6%.

О состоянии естественного воспроизводства в обследованных реках можно судить по численности молоди. Так, в реках Чебинка и Нелокса плотность молоди форели составляет 50–70 экз./100 м², в реках Орзег и Вантик – 35 экз./100 м², в реках Пухта, Деревянка, Шокша, Уя – менее 10 экз./100 м². В период 2004–2007 гг. плотность молоди форели в обследованных притоках оставалась стабильной.

Результаты контрольных уловов в озере позволяют дать размерно-возрастную характеристику нагульной части популяции форели Онежского озера (табл. 3.14).

Т а б л и ц а 3.14

Биологические показатели нагульной форели Онежского озера (2007 г.)

Возрастные группы			
1+	2+	3+	
% в улове			N, экз.
27,9	42,6	29,5	61
Масса, г			Ср.
1276,5	1949,0	2617,7	1958,9
Длина АВ, см			Ср.
49,5	57,5	62,3	56,7
Длина АС, см			Ср.
48,5	57,2	61,1	55,7

В уловах доминирует форель с нагульным возрастом 2+, преобладают самки (86%). Оценки численности форели до настоящего времени не проводилось. Косвенно о состоянии популяции этого вида в прежние годы можно судить лишь по данным промысловых уловов, всегда незначительных в Онежском озере. По данным Карелрыбвода, средний годовой вылов форели в период с 1950 по 1981 гг. составил 0,84 т, при колебаниях от 0,2 до 4,9 т. По мнению многих специалистов, в официальной статистике учитывалось менее половины реальных уловов.

Результаты наших контрольных уловов позволяют ориентировочно оценить численность нагульной части популяции форели Онежского озера. В уловах форель составляла 11,2% от численности всего лосося и около 34% от численности лосося естественного происхождения. Это говорит о том, что суммарная численность озерной форели Онежского озера вполне может быть эквивалентна такому многочисленному стаду пресноводного лосося, как шуйское.

Определенное представление о форели южной части озера можно получить по характеристике ее нерестового стада из р. Андомы. Начало нерестовой миграции андомской форели приходится на вторую половину августа, массовый ход имеет место в конце августа – начале сентября. Заканчивается ход уже непосредственно перед нерестом – в первой декаде октября. В нерестовом ходе преобладают самки (80%). Повторный нерест отмечен лишь у 4,3% производителей.

Следует отметить, что условия для воспроизводства форели в бассейне Онежского озера в период исследований (2004–2007 гг.) были удовлетворительными и стабильными.

П а л и я (голец) близка к арктическому голцу (*Salvelinus alpinus* L), в Онежском озере имеет широкое распространение и является ценным объектом промысла. Таксономический статус дискусионен (Аннотированный каталог., 1998). Будучи холодолюбивой рыбой (входит в пресноводно-арктический комплекс, доминирующий в ихтиофауне крупных озер Карелии), палия в Онежском озере придерживается в основном глубоководных (30–40 м) участков акватории: в северной части она многочисленна в Повенецком Онего, губе Чорга, в Большом и Малом Онего. В центральной части озера концентрации палии отмечаются в районах мысов Бесов Нос и Муромский (восточное побережье Центрального Онего). В южной части водоема значительные скопления палии имеют место вдоль берегового склона между устьями рек Водлы и Андомы и в районе подводной гряды Пальсельга (в 13–18 км к северо-западу от устья р. Андомы). В Онежском озере, как и в других наиболее крупных озерах Карелии, обитают две формы палии – лудная, или красная и серая, или ямная. Последняя форма палии называется также кряжевой. Формы отличаются как по внешним признакам, так и по своей биологии. Лудная палия характеризуется более крупными размерно-весовыми показателями по сравнению с серой: средняя масса ее в уловах – 2,3–3,3 кг при длине 58–67,5 см, максимальная масса – 5 кг при длине 78 см (Беляева, 1959). Половозрелой становится на восьмом-девятом году жизни при длине 55–57 см и массе 1,9–2 кг. Средняя плодовитость лудной (толвуйской) палии составила 4600 икринок при колебаниях 2788–7330 (Покровский, 1936). Нерестится лудная палия раньше ямной, во второй половине сентября – первой половине октября при температурах воды 11–6,5 °С на небольших глубинах – от 3 до 15 м. Серая (ямная) палия уступает лудной по размерно-весовым показателям: средняя масса ее в уловах – 1,2 кг (колебания массы 0,4–4,0 кг) при длине 51 см

(колебания длины 30,5–78 см); чаще всего залавливаются палии массой 0,8–2 кг и длиной 45–55 см. Половой зрелости серая палия достигает раньше лудной – на седьмом-восьмом году жизни при длине 43–48 см и массе 0,7–1,1 кг. Нерест ее происходит в более поздние сроки – в конце октября-ноябре при температуре воды 8,5–6,5 °С, как и у лудной палии, на небольших глубинах – 0,5–15 м, часто даже на общих нерестилищах. Более поздний нерест серой палии связан с ее обитанием в более глубоководных, а, следовательно, в более холодных зонах озера. По плодовитости серая палия уступает лудной – ее абсолютная плодовитость составляет всего лишь 840–2250 икринок (Новиков, 1937; Беляева, 1959; Смирнов, 1975), хотя некоторые авторы (Арендаренко, 1964) приводят и более высокие средние показатели – до 3400 икринок. Серая палия распространена преимущественно в южной части озера, ее наибольшие скопления в северной части отмечены в Повенецком Онего (северо-западнее о. Речного) и в Малом Онего (в районе мыса Тамбиц Нос).

Взрослая онежская палия, будучи типичным хищником, питается преимущественно корюшкой и ряпушкой, в меньшей степени потребляет трехиглую колюшку, молодь сигов и реликтовых ракообразных. Проявляется и селективность питания палии в зависимости от сезона года и места ее обитания. Так, в летнее время, когда палия держится на глубоких участках, в ее питании преобладает корюшка, а с приближением осени и понижением температуры воды в рационе начинает доминировать ряпушка. Для палии, обитающей в Повенецком Онего, в целом характерно преимущественное питание корюшкой, а для палии Толвуйского Онего – ряпушкой (Беляева, 1959). По темпу роста палия относится к медленно растущим рыбам, в этом отношении она уступает другим лососям Онежского озера (озерному лососю, озерно-речной форели). Серая (ямная) палия растет медленнее лудной, ее ежегодные весовые приросты обычно не превышают 100–200 г (у лудной палии – 300–500 г) (Гуляева, Покровский, 1969). Все исследователи отмечают большую протяженность возрастного состава палии в уловах (до 16 возрастных групп). При этом серая палия была представлена большим количеством младших возрастных форм (5–7 лет), а лудная – старших (17–20 лет). Преобладающими возрастными группами у палии обеих форм были 10–13-летние, но у серой палии в некоторые годы мог иметь место сдвиг в сторону омоложения – доминировали 6–8-летние рыбы. Меньшим у серой палии был и средний возраст (9,1 года) по сравнению с таковым (13 лет) у лудной (Гуляева, 1968).

Все представленные выше материалы являются в основном результатом анализа литературных данных. Большинство исследований палии заканчивается в 1960-х – середине 1970-х гг. Проведенные нами работы показывают, что степень изученности биологии палии Онежского озера оставляет желать лучшего. Так, например, в наших уловах (2004–2005 гг.) встречались особи длиной от 78 до 87 см и массой от 5,5 до 7,2 кг, в то время как по материалам Беляевой (1959) онежская палия достигает максимальной массы до 5 кг. А. М. Гуляева и В. В. Покровский (1984) относят этот вид к медленно растущим, но приросты в 300–500 г, особенно в возрасте 7–12 лет, свидетельствуют о высоких темпах роста, что позволяет сопоставить ее с палией Ладжского озера (Дятлов, 2002), которой она незначительно уступает по этому показателю.

Этот вид является перспективным объектом аквакультуры и весьма популярен в Западной Европе, что делает актуальным детальные исследования популяции палии Онежского озера.

3.2.3. Сиговые

Как уже говорилось выше, рыбохозяйственные исследования являлись приоритетными уже в первое послевоенное пятилетие (1946–1950 гг.). Важность таких работ подтверждается тем, что тема по изучению сигов была поставлена в план НИР Карело-финского филиала Академии наук. Однако в последние 10–15 лет интерес к этим исследованиям, в первую очередь из-за недостатка финансирования, был утрачен. В 2002–2005 гг. впервые за долгий период мы провели ревизию всех сохранившихся до настоящего времени форм сига *Coregonus lavaretus* и европейской ряпушки *C. albula* в Онежском озере.

Европейская ряпушка *C. albula* распространена по всему Онежскому озеру, обычно придерживаясь прибрежной зоны или островов, и представлена двумя формами (мелкая форма и крупная – килец) (Покровский, 1953; Потапова, 1976). Жаберных тычинок 40–49, в среднем 45,8. Число прободенных чешуй в боковой линии 69–84 (91), в среднем 76,4. *D* III–IV 7–9, чаще III 9; *A* II–III 9–12, чаще III 11; *P* I 13–15, чаще I 14; *V* II 9–11, чаще II 10. Позвонков 54–59, в среднем 55,8. Такие же меристические признаки приводит и В. В. Покровский (1953) для 100 экз. ряпушки из района Салострова. В отличие от сигов, у ряпушек верхний рот, нижняя челюсть заметно длиннее верхней и круто изогнута кверху. Длина головы в среднем

более 20% длины тела, большой глаз. Тело невысокое и прогонистое. Окраска тела много светлее, чем у сига: спина зеленая, бока серебристо-белые, верхушка рыла темная. По характеру питания ряпушка – типичный планктофаг (Мальцева, Веденеев, 1983). Однако в ее питании встречаются и другие кормовые объекты. В октябре 2001 г. в желудках ряпушки (26 экз.) наиболее часто встречались зоопланктон (77%), икра палии (15%) и мизиды (8%).

В Онежском озере ряпушка достигает возраста 6+ лет, масса обычно составляет 70 г, длина тела до 20 см. Самая крупная ряпушка длиной 22,8 см и массой 110 г в возрасте 8+ лет была отмечена в работе В. В. Покровского (1953). Существует не менее трех локальных стад ряпушки: северо-восточное, северо-западное и южное. А. М. Гуляева отмечает, что в отдельных локальных стадах может наблюдаться неоднородность в группировках ряпушки, например, в северо-восточной части Онежского озера можно выделить группу более мелкой ряпушки Повенецкого Онего. Самым мощным по численности было и остается северо-восточное стадо, здесь промысловая продукция ряпушки наибольшая и составляет около 2 кг/га (Покровский, Гуляева, 1969), хотя по темпам роста она уступает ряпушке других стад.

По численности и массе основу промысловых уловов ряпушки составляют двух- и трехлетние рыбы. Причем имеется некоторое различие в возрастном составе уловов в зависимости от сезона промысла. В 1970–1980 гг. повышалась интенсивность летнего лова ряпушки, при котором увеличивалось относительное значение в уловах рыб младших возрастов (1+). В осенних уловах в небольших количествах присутствуют сеголетки. С середины 1980-х гг. наблюдается увеличение в промысловых уловах рыб старших возрастов (трехлеток), что влечет за собой и рост средних навесок рыб. За многолетний период (1979–1996 гг.) средняя навеска ряпушки в осенних уловах в северо-восточной части озера значительно колебалась: от 11,8 до 21,6 г (средняя 18,1 г), длина АС – от 11,2 до 13,5 см (средняя 12,7 см). В южной части озера выше не только средние масса и длина ряпушки в улове, но и ее возраст (преобладают трехлетние и четырехлетние особи).

Ряпушка – одна из скороспелых, т. е. быстро достигающих половой зрелости рыб. В массе половозрелость наступает на втором году жизни (1+). В. В. Покровским (1953) указывались следующие наименьшие показатели длины и массы половозрелых рыб: самцы – 7,8 см и 5 г, самки – 6,8 см и тоже 5 г. В целом многолетние исследования показали, что вся ряпушка промысловой длиной 10 см и более

является половозрелой. Половозрелость, характер и сроки нереста ряпушки определяются условиями нагула ее в данный вегетационный период. Наиболее значительные нерестовые площади ряпушки находятся в южной и северо-восточной частях. В последней благоприятными условиями для нереста характеризуются Толвуйское, Кузарандское, Пялемское и Повенецкое Онего. Значительные нерестовые площади здесь обеспечивают высокую концентрацию ряпушки в нерестовый период, а, следовательно, и сосредоточие промысла. В северо-восточной части Онежского озера массовый нерест ряпушки проходит обычно в конце октября – начале ноября при температуре воды в пределах 7,6–2,0 °С (Покровский, Гуляева, 1969). В зависимости от условий осени (температуры воздуха и воды, направления и силы ветров) нерест ряпушки может растягиваться или проходить в более сжатые сроки, в прибрежной зоне или на глубинах 15–20 м. В южных участках Онежского озера ряпушка нерестится раньше и при более высокой температуре воды.

Плодовитость ряпушки Онежского озера сравнительно невелика и увеличивается с возрастом, по нашим и литературным данным варьируя от 280 до 7780 икринок. По годам средняя абсолютная плодовитость ряпушки изменяется незначительно (от 1458 до 2006 шт.) Относительная плодовитость ряпушки колеблется от 32 до 134 икр./г, составляя в среднем 84 икр./г.

Питается ряпушка почти исключительно рачковым планктоном, который наиболее обилен в прибрежной зоне. Питанием обуславливается и распределение ряпушки в толще воды. Массовое развитие зоопланктона, в частности ветвистоусых рачков, составляющих основную пищу онежской ряпушки, наблюдается в поверхностных слоях. Ряпушка в период нагула придерживается верхнего 5–10-метрового слоя воды и только с приближением нереста опускается в придонные слои.

Килец является крупной формой ряпушки, значительно превосходя ее по размерам. В наших сборах были представлены рыбы в возрасте от 2+ до 15+, самая крупная особь в возрасте 15+ имела длину 41 см и массу 890 г, однако преобладали рыбы в возрасте 5–7 лет, длиной 25–35 см и массой 200–600 (в среднем 410) г. Морфометрические признаки схожи с таковыми ряпушки. Ниже приводятся данные по 84 экз. кильца. Жаберных тычинок 39–50, в среднем 44,3. Число прободенных чешуй в боковой линии 70–89, в среднем 78,4. *D* III–IV 8–10, чаще III 8–9; *A* II–IV 10–13, чаще III 11–12; *P* I 13–16, чаще

Г 14–15; V П 9–11, чаще П 10. Позвонков 54–59, в среднем 55,9. Характерные особенности кильца – наличие килия в виде острых краев чешуй от анального плавника до брюшных. У кильца по сравнению с ряпушкой в среднем меньше на 1,5 жаберных тычинки и больше на 2 чешуи в боковой линии. В отличие от ряпушки, у кильца чешуя плотно сидит на теле, не опадает при выборе рыбы из сетей. Окраска, особенно верх спины, голова и челюсти темная, почти черная. При достижении длины 10–12 см килец хорошо выделяется в общей пробе кильца и ряпушки своей окраской и крупным глазом. При многофакторном анализе по совокупности всех морфометрических признаков килец достоверно отличается от ряпушки (Георгиев, 2004). Осенью 2001 г. в желудках кильца наиболее часто встречалась рыба (74%), среди которой преобладали корюшка и ряпушка, реже были ракообразные (25%). В осенних сборах 2004 г. на Андомской банке (39 экз.) в желудках кильца также преобладали рыба (74%) и гаммариды (18%), редко отмечались *M. affinis* и другие ракообразные. В последние годы в Онежском озере отмечено возрастание численности кильца.

Сиги. Известно, что сокращение биологического разнообразия начинается не с сокращения числа видов, а с выпадения внутривидовых форм, что было показано на примере сиговых рыб (Решетников, 1980, 1995, 2004). Эти процессы коснулись и сигов (*Coregonus lavaretus*) крупных озер России – Ладожского, Онежского, Имандры. Вместе с тем многие формы сигов этих озер обладают уникальным темпом роста, высокими приростами биомассы и служат ценными объектами аквакультуры, их потеря оказалась бы невозполнимой утратой генетического разнообразия этого вида.

В настоящее время в Онежском озере, с нашей точки зрения, обитает два вида сиговых рыб: европейская ряпушка *C. albula* и сиг *C. lavaretus*. Ранее было описано 9 форм сига, которые различаются числом жаберных тычинок, характером питания, образом жизни, местами и сроками нереста (Правдин, 1931, 1949, 1954; Берг, 1948). Отметим, что сегодня, строго следуя описаниям сигов по Правдину (1954), трудно отнести конкретную особь к той или иной форме. Кроме того, с таксономической точки зрения, неправомерно давать разные подвидовые названия рыбам, которые встречаются вместе в одном озере и нигде более. Так, в Онежском озере по Правдину обитают 5 подвидов сига: 1) *C. lavaretus pallasi* – многотычинковый сиг (39–47 тычинок); 2) *C. lavaretus lavaretoides* – среднетычинковые сиги с числом жаберных тычинок от 26 до 38, представленные шуйской (30–37),

сунской (27–40), шальской (26–37) и озерной (30–38) формами; 3) *C. lavaretus ludoga* – онежская лудога (23–33); 4) *C. lavaretus widegreni* – ямный онежский сиг (23–32); 5) *C. lavaretus poljakowi* – малотычинковые сиви в виде онежского малотычинкового (21–31) и верхосвирки (около 27 тычинок). Эти же формы характерны для многих рек и озер Балтийского и Баренцевоморского бассейнов.

В годы «культурного эвтрофирования» водоемов (в России этот период приходится на 1970–1980 гг.) Онежское озеро продолжало в целом оставаться олиготрофным водоемом; эвтрофирование затронуло лишь некоторые заливы озера, которые характеризовались повышением продукции зообентоса, особенно реликтовых бокоплавов *Monoporeia (Pontoporeia) affinis* и *M. relicta* (Попченко, Александров, 1983). Известно, что при эвтрофировании озер улучшаются условия для роста и питания сивов, но резко ухудшаются условия воспроизводства; по этой причине происходит замещение сивовых рыб на карповых и окуневых (Решетников, 1980, 1995; Решетников и др., 1982). В настоящее время Онежское озеро в центральной части продолжает сохранять черты олиготрофного водоема, но даже в наиболее загрязненных губах с 1993 по 1996 гг. прослеживается явная тенденция снижения биомассы бентоса, хотя численность бокоплава (*M. affinis*) осталась в 6 раз выше, а его биомасса почти на порядок выше уровня 1970-х гг. (Полякова, 1999). Это благотворно сказалось на питании сивов. Поскольку высказывались опасения, что не все формы сивов сохранились до наших дней, начата ревизия всех оставшихся форм (Решетников, Лукин, 2001, 2005; Reshetnikov, Lukin, 2005).

Все формы сива в Онежском озере, с нашей точки зрения, могут быть разделены на 3 группы: малотычинковые сиви (число жаберных тычинок 21–32, тычинки чаще короткие и толстые, длина наибольшей тычинки 12–24% длины жаберной дуги), среднетычинковые (число тычинок 26–38, они более тонкие и длинные, часто имеют мелкие зубчики, длина тычинки составляет 15–25% длины дуги) и многотычинковые (тычинок 40–55, они очень тонкие и длинные, всегда имеют зубчики, длина наибольшей тычинки 20–37% длины жаберной дуги).

Группа малотычинковых сивов. По числу тычинок, форме тела и образу жизни эта группа сивов относится к пыжьяновидным сивам (*C. lavaretus pidschian*), которые часто встречаются во многих водоемах Карелии, Мурманской области и Норвегии. В Онежском озере эта

группа представлена малотычинковым онежским сигом, верхосвиркой, сигом-лудогой и ямным сигом.

Малотычинковый онежский сиг (по Правдину, 1954 – *C. lavaretus poljakowi*) в наших сборах представлен 5 экз. Длина рыб 32–44 см, масса 415–900 г, возраст до 10 лет. Жаберных тычинок 23–27, чаше 25. Тычинки короткие, сравнительно толстые, без зубчиков. Длина тычинки 12–21%, в среднем 16,9% длины жаберной дуги. В боковой линии 86–98 прободенных чешуй, в среднем 92. *D* III–IV 11–12, *A* III–IV 12–13, *P* I 14–15, *V* II 9–11. Позвонков 59–62, в среднем 60,4. Аналогичные признаки для этого сига указывает и И. Ф. Правдин (1954) по 33 экз.: длина тела 26–43 см, жаберных тычинок 20–31, в среднем 25,2; в боковой линии 86–105 прободенных чешуй, в среднем 94,7. *D* III–IV 9–12, чаше IV 10; *A* III–V 11–13, чаше IV 12; *P* I 14–16, чаше I 15; *V* II–III 19–11, чаше II 10. Вероятно, в указанной работе при подсчете числа неветвистых лучей в брюшном плавнике вкралась ошибка, так как нам приходилось исследовать этот признак на примере многих форм сига из разных водоемов России, но никогда в брюшном плавнике не встречалось 3 неветвистых луча.

Этот некрупный сиг, как и раньше, в небольших количествах встречается по всему озеру вместе с другими сигами. Его характерными признаками являются темная окраска (на юге озера его часто зовут «темнокорым»), невысокое и прогонистое тело. Общий фон тела темный, плавники черные. Рот нижний или полунижний, никогда не бывает конечным. Рыльная площадка слабо выражена и слегка скошена назад. Верхняя челюсть не достигает переднего края глаза. По многим параметрам он похож на малотычинковых сигов Кольского п-ова (например, на сига оз. Чунозера) и, несомненно, ведет свое происхождение от сига-пыжьяна.

Сиг-верхосвирка (по Правдину, 1954 – *C. l. poljakowi natio werchoswirka*). Второе стадо малотычинкового сига под названием «верхосвирка» обитает только в южной части озера и около р. Свири; в наших уловах сиг-верхосвирка не встречался, поскольку у нас не было обловов в южной части озера. Подробного описания этого сига нет (Правдин, 1954). Ниже приводятся все данные об этом сипе по немногочисленным сборам разных авторов (Кесслер, 1864; Правдин, 1931, 1954). Длина тела 20–40 см, число тычинок у этого сига равно 22–28, чаше 25 ($n = 4$), тычинки короткие; в боковой линии 85–101 прободенных чешуй; *D* IV 9–10, *A* III–IV 11–13, *P* I 15, *V* II 10. Внешне сиг-верхосвирка похож на малотычинкового сига: сравнительно

высокое тело слегка сплющено с боков, рот нижний, рыло чуть скошено назад, верхняя челюсть не достигает переднего края глаза. Питается бентосом.

Верхосвирка ловится в южной части Онежского озера около истока и в верхней части р. Свири, этот сиг имеет интенсивную темную окраску и высокое тело. Наиболее характерный признак – темное тело. Возможно, сиг-верхосвирка образует самостоятельную популяцию, вся жизнь которой, в том числе и нерест, проходят в истоке Свири. Судя по опросным данным, этот сиг все еще встречается в озере. Раньше сюда, до истока Свири, изредка доходил свирский сиг Ладожского озера, который схож с верхосвиркой числом жаберных тычинок, высотой тела и окраской. Возможно, свирский сиг и верхосвирка – родственные формы, которые отличались друг от друга на уровне стад. Свирский сиг – это озеро-речной сиг, который заходил на нерест в р. Свирь, после нереста оставался на зимовку в реке на ямах, где и зимовал вместе с одной из форм онежского сига (Правдин, 1931). Однако после постройки плотины на р. Свири в 1940 г. основные нерестилища оказались недоступными для свирского сига, и есть предположение, что он совсем исчез (Sendek et al., 2005). Достоверных поимок этого сига в Ладожском озере нет.

Сиг-лудога (по Правдину, 1954 – онежская лудога *C. l. ludoga natio onegi*) в наших пробах представлен 90 экз., сборы в основном у западного берега озера в районе Андомской банки и Бесова Носа, в 2005 г. его ловили и на Иерусалимской банке. Длина рыб в уловах была 30–49 (в среднем 37) см, масса 200–1700 (в среднем 722) г. Возраст до 10 лет. Жаберных тычинок 25–33. Тычинки чаще короткие и толстые, они явно короче длины жаберных лепестков, иногда на них бывают мелкие зубчики. Самая длинная тычинка составляет 12–24% (в среднем 18%) длины жаберной дуги. В боковой линии 82–99 (в среднем 91) прободенных чешуй. Лучей в плавниках: *D* III–IV 10–14, чаще IV 11; *A* III–IV 10–13, чаще III 11–12; *P* I 13–16, чаще I 15; *V* II 9–11, чаще II 10. Позвонков 59–63, в среднем 61,5. Примерно такие же меристические признаки приводятся Правдиным (1954) по 46 экз. сига-лудоги, собранного у Бесова Носа.

По нашим данным, тело у сига-лудоги высокое, максимальная высота составляет 22–28%, в среднем 25% длины тела. У рыб, поднятых с глубины более 20 м, заметен зоб. Профиль тела за головой круто поднимается вверх. Голова маленькая (18–22% длины тела), часто с горбинкой над глазом. Глаза, как и глазница, у лудоги меньше, чем у

ямого сига, а ее передний край не всегда заканчивается острым углом. Рыльная площадка хорошо выражена и имеет почти вертикальное положение или слабо скошена назад. Верхнечелюстная кость широкая и недлинная, часто не достигает переднего края глаза. Общий фон окраски тела серебристый, много светлее, чем у онежского озерного среднетычинкового сига. По характеру питания лудога – типичный бентофаг (мелкие моллюски, личинки насекомых, бокоплавы), в профундали поедает ракообразных, иногда потребляет рыбу (корюшку) и икру рыб (ряпушки и корюшки) (Правдин, 1949, 1954). В наших сборах в мае 2004 г. в желудках лудоги, поднятой с глубины 30 м, преобладали гаммариды, а в октябре 2005 г. на Иерусалимской банке сига лудога потреблял личинок ручейников. В 1970-е гг. промысловый запас сига-лудоги оценивался в 32–95 т, при интенсивности промысла в 35–65% от запаса улов составлял 18–32 т или 30–52 тыс. экз. (Веденеев, 1981).

Ямный или чолмужский сиг (по Правдину, 1954 – ямный онежский сиг *C. l. widegreni natio tscholmugensis*) в настоящее время редко встречается в уловах, нам попался всего 1 экз. длиной 35 см и массой 620 г, поэтому мы приводим данные по этому сигу из работы Правдина (1954: данные М. И. Суворкиной из Малого Онега, собранные в августе 1934 г., 63 экз.). Жаберных тычинок 23–32, в среднем 28,1. Тычинки недлинные с редкими зубчиками или без них. Длина тычинки 12–25% (в среднем 16,8%) длины жаберной дуги. В боковой линии 82–100 (в среднем 91,3) прободенных чешуй, *D* III–IV 9–12, чаще IV 11; *A* II–IV 10–13, чаще III 12; *P* I–II 10–16, чаще I 14; *V* II 9–13 чаще II 10.

Это самый крупный сиг в озере, достигает длины 57 см, массы 4–6 кг (рекордная масса 11 кг) и возраста 20 лет, но обычно в промысле преобладали особи длиной 30–40 см, массой 700–1000 г в возрасте 6–10 лет. Живет на глубинах 18–50 м. При подъеме с больших глубин хорошо выражен зоб в передней части брюха. Характерные признаки – большая и невысокая голова с очень длинным рылом. Форма головы послужила причиной того, что раньше чолмужского сига принимали за белорыбицу *Stenodus leucichthys*. Длина рыла составляет 23–32% длины головы (отсюда название «носарь»). Глазница впереди заканчивается острым углом. Верхнечелюстная кость обычно достигает переднего края глаза, чего не бывает только у старых особей. Окраска тела светлая или белесоватая (отсюда название «белый сиг»). Известно, что питается он глубоководными ракооб-

разными (*M. affinis*), моллюсками и личинками хирономид. Раньше рыбаки различали две «породы» глубоководных сига: одного называли ямным (встречался во многих местах Онего), а другого — зобатым или чолмужским (в Чолмужской губе и против нее). В последние годы ямный и чолмужский сига стали редкими, однако рыбаки говорят, что оба еще сохранились и изредка встречаются в уловах, но для их добычи нужен специальный лов в особых местах.

Таким образом, в Онежском озере обитают 3 формы малотычинковых сига: малотычинковый сиг с двумя стадами (онежский и верхосвирка), лудога и ямный сиг в виде двух самостоятельных популяций.

Группа среднетычинковых сига. Группа среднетычинковых сига (26–38 тычинок) представлена в Онежском озере одной формой озерно-речных сига с четырьмя стадами. Эти сига обычно нагуливаются в озере, а на нерест идут в реки, отсюда и название стада чаще дается по названию реки (шуйский, сунский, шальский). Лишь озерный среднетычинковый сиг может нереститься в озере. У И. Ф. Правдина (1954) они все идут как племена одного подвида *C. lavaretus lavaretoides*. Ниже приводятся только наши данные с указанием наиболее резких отличий по сравнению с более ранними публикациями. Эти отличия касаются числа позвонков, которые приводятся по работе Лукаша (1931) по 24 экз. сига Водлозера: 56–60, в среднем 58,1. Наши данные по позвонкам всех среднетычинковых сига Онежского озера включают просчеты у 103 экз. всех 4 стад, и нигде не отмечали число позвонков ниже 58, обычно пределы колебаний — от 58 до 64, в среднем 61,0. Скорее всего, в ранних публикациях были методические ошибки в просчете числа позвонков, а именно — в определении первого и последнего позвонков (см. Решетников, 1980).

Среднетычинковый озерный сиг (по Правдину, 1954 — озерный немноготычинковый сиг *C. l. lavaretoides natio lacustris*) в наших сборах представлен 112 экз. Длина рыб 32–44 см, масса 350–1000 г, возраст до 10 лет. Жаберных тычинок 29–38, в среднем 33,0. Тычинки длинные, тонкие, часто с многочисленными зубчиками. Самая длинная тычинка составляет 15–24% (в среднем 19,1%) длины жаберной дуги. В боковой линии 82–101 (в среднем 91,8) прободенных чешуй. *D* III–IV 9–12, *A* III–IV 11–14, *P* I 13–16, *V* II 9–11. Позвонков 58–64, в среднем 61,0.

Это самая обычная форма сига во всех районах озера. Тело удлиненное, невысокое, обычное для сиговых рыб, сплющенное с боков, брюшко не отвислое. Максимальная высота тела составляет 19–29%

(в среднем 23%) длины тела. Голова небольшая (17–21%), иногда бывает с горбинкой. Рот явно нижний. Рыло соскообразное, сбоку резко скошено назад, а рыльная площадка слабо выражена. Глазница овальная, без угловатого выступа спереди. Верхнечелюстная кость неширокая, но при коротком рыле часто достигает переднего края глаза. И. Ф. Правдин (1954) отмечал, что у этих сига длина нижней челюсти больше наименьшей высоты тела, однако в нашей пробе это было справедливо для 60% особей ($lmd > h$), а у 20% они оказались равными ($lmd = h$) и у 20% длина мандибулы была меньше наименьшей высоты тела ($lmd < h$).

Общий тон окраски тела этого сига темный, у некоторых почти черный, но изредка встречаются рыбы с более светлым фоном. На щеках и на жаберной крышке могут быть черные точки. Плавники черные или темные. В наших уловах сиг присутствовал на Иерусалимской банке, в районе Бесова Носа, Андомской банки, Заонежья. В питании этих сига (по 90 экз.) чаще встречались личинки насекомых (73%), среди которых преобладали ручейники; реже отмечались моллюски (20%), ракообразные (15%) и зоопланктон (0,4%). Неполовозрелые особи имели длину до 38 см и массу 300–800 г; размеры особей со зрелыми половыми продуктами в осеннее время составляли 38–42 см с массой 500–900 г; одновременно с ними были и особи, пропускающие нерест, длиной 34–44 см и массой 400–1000 г. Таким образом, можно полагать, что озерный среднетычинковый сиг становится половозрелым при достижении длины 34–38 см и массы 400–800 г.

Шуйский сиг (по Правдину, 1954 – *C. l. lavaretoides patio shuensis*) – это озерно-речной сиг, который нагуливается в Онежском озере, на нерест идет в р. Шую и поднимается по ней выше оз. Сямозера до верхних участков Шуи. Обычно ближе к осени шуйский сиг концентрируется в районе Петрозаводской губы и в оз. Логмозере или заходит в реку; в озере остаются только особи с незрелыми половыми продуктами (молодые и пропускающие нерест). По р. Шую сиг поднимается до самых верхних участков реки, заходит в Вагатозеро и в Соддерозеро, а через р. Сяпсю попадает в Сямозеро, идет далее в р. Малую Суну и по ней поднимается к нерестилищам на 5–8 км выше по реке. В наших сборах представлен 21 экз. Длина рыб 32–46 см, масса 400–900 г, возраст до 15 лет. Отмечали этого сига и в оз. Сямозере (Решетников и др., 1982). В Онежском озере его ловили на Иерусалимской и Андомской банках. Жаберных тычинок 29–37, в среднем 32,9. Тычинки длинные, тонкие, могут быть с зубчиками. Длина

тычинки 16–22% (в среднем 19,6%) длины жаберной дуги. В боковой линии 84–100 (в среднем 92,9) прободенных чешуй. *D* III–IV 9–11, чаще IV 10; *A* III–IV 11–14, чаще III 12; *P* I 14–15, чаще I 15; *V* II 10–11, чаще II 10. Позвонков 60–63, в среднем 61,7.

Характерные признаки – крупный глаз (размер глаза примерно равен длине рыла), форма тела вальковатая, перед началом спины бывает горб, маленький горб бывает и над ноздрями. Шуйский сиг похож на шальского, но в отличие от него имеет крупный глаз. От сунского сига отличается большей вальковатостью тела и крупным глазом. Отмечено, что проходной шуйский сиг в 1980-е гг. часто оставался на откорм в оз. Сямозере, где в массовом количестве появилась корюшка. В желудках каждого из 4 экз. шуйского сига, пойманных здесь в 1979 г., обнаружено по 8–12 корюшек, единично отмечены ерш и подкаменщик (Решетников и др., 1982). Уловы шуйского сига в 1954–1982 гг. составляли 10–19 т, при использовании промыслового запаса на 30–43% (Поднебесникова, 1983).

Сунский сиг (по Правдину, 1954 – *C. l. lavaretoides natio sunensis*) обитает практически во всех районах озера, к осени концентрируется в Кондопожской губе, раньше он шел на нерест в р. Суну, по ней доходил до водопада Кивач. В наших сборах 14 сигов мы отнесли к сунскому сигу по характерной структуре чешуи и окраске. Длина рыб 32–44 см, масса 400–1000 г, возраст до 10 лет. Жаберных тычинок 27–36, в среднем 32,7. Тычинки длинные, тонкие и нежные, могут быть с зубчиками. Длина тычинки 16–24% (в среднем 19,7%) длины жаберной дуги. В боковой линии 87–97 (в среднем 91,5) прободенных чешуй. *D* III–IV 9–11, чаще IV 10; *A* III–IV 11–14, чаще III 13; *P* I 14–16, чаще I 15; *V* II 9–11, чаще II 10. Позвонков 59–63, в среднем 60,9.

Характерные признаки – тонкая чешуя с точечной пигментацией, голова темная с бурыми пятнами. Тело нетолстое, спина узкая, горба за затылком обычно не бывает. Общая окраска темная. Рыло тупоусеченное, почти вертикальное, без резкого скоса назад. Губы тонкие. Рыльная площадка хорошо выражена, хотя встречаются особи с округлым и соскообразным рылом. Рот нижний, нижняя челюсть прикрывается верхней. Верхнечелюстная кость чаще не доходит до переднего края глаза. На Иерусалимской банке в октябре 2001 г. сунский сиг потреблял в основном личинок ручейников (встречаемость 100%), реже в его пище встречались моллюски (14%).

Шальский, или водлинский сиг (по Правдину, 1954 – *C. l. lavaretoides* typ.) обитает в пришальском участке озера, в устье

р. Волды, на нерест идет в саму реку, имеется в оз. Водлозере (отсюда и его название). Отмечен также заход сига в реки севернее (Шалица, Пялица, Повенчанка и др.) и южнее Волды (Андома, Вытегра, Мегра). Шальский сиг больше приурочен к восточной части озера, в западной – его заменяют сунский и шуйский сиви. В наших сборах шальский сиг представлен 30 экз., пойманными в районе Бесова Носа и на Иерусалимской и Андамской банках. Длина рыб 32–46 см, масса 300–900 г, возраст 8–10 лет. Жаберных тычинок 27–37, в среднем 33,0. Тычинки длинные, тонкие, могут быть с зубчиками. Длина тычинки 16–21% (в среднем 18,5%) длины жаберной дуги. В боковой линии 82–102 (в среднем 91,8) прободенных чешуй. *D* III–IV 9–13, *A* III–IV 11–14, *P* I 13–16, *V* II 10–11. Позвонков 59–64, в среднем 60,6. Характерные признаки – высокое тело, глазная впадина овальная и не заканчивается углом; верхнечелюстная кость едва достигает глаза; рыло плоскоусеченное и слегка скошено назад. Глаз меньше, чем у онежского сига. Окраска темная, голова и спина почти черные, плавники темные.

Раньше отмечались особи длиной до 65 см и массой до 5 кг, однако сейчас в промысле преобладают рыбы размером не более 50 см и массой 700–800 г, возраст не более 12 лет. Общий вылов шальского сига в 1970-е гг. составлял 1,6–7,5 т в год. По нашим данным, неполовозрелые особи встречаются при длине 32–40 см и массе 400–800 г, а сиви, принимающие участие в нересте, имели в среднем длину 36 см и массу 550 г, пропускающие нерест – 34–44 см и 500–900 г. Осенью 2001 г. на Иерусалимской банке эти сиви питались организмами бентоса, из которых наиболее часто встречались личинки ручейников (50%), моллюски (20%) и ракообразные (*M. affinis*) (7%). Раньше шальский сиг был одной из главных промысловых рыб пришальского участка озера и р. Волды. Шальский сиг хорошо отличается по морфометрическим признакам от ямного сига и лудогги по результатам многофакторного анализа (Сычев, Георгиев, 2005).

Группа многотычинковых сивов. Группа многотычинковых сивов (39–47 жаберных тычинок) в Онежском озере представлена только одной формой – многотычинковым сивом.

Многотычинковый сиг (по Правдину, 1954 – *C. lavaretus palasi natio aspius*) в наших сборах представлен всего 7 экз. из уловов на Иерусалимской банке. Длина рыб 36–43 см, масса 335–900 г, возраст 6–8 лет. Жаберных тычинок 40–44, чаще 42. Этот сиг имеет самые длинные и тонкие тычинки с многочисленными зубчиками, по длине они почти равны длине жаберных лепестков. Самая длинная

тычинка составляет 20–36% (в среднем 26,5%) длины жаберной дуги. В боковой линии 90–97 (среднем 93,6) прободенных чешуй. *D* III–IV 10–11, *A* III–IV 12–13, *P* I 15–16, *V* II 10–11. Позвонков 59–62, в среднем 60,2.

В сборах И. Ф. Правдина (1954) было всего 8 экз. этого сига из Онежского озера, меристические признаки которых практически не отличаются от приведенных выше, кроме числа тычинок (он дает 39–47) и числа чешуй в боковой линии (он дает 90–100). Этот некрупный сиг встречается единично по всему озеру. Он имеет более светлую окраску и более высокое тело (25%), чем другие сиги. В его желудках нами отмечены только организмы бентоса (моллюски, личинки ручейников и поленок). Известно, что при обитании в других водоемах бассейна Онежского озера (Сямозеро, Укшозеро, Сонозеро, Боярское, Воицкое, возможно, он есть и в других). Он питается преимущественно зоопланктоном (Решетников и др., 1982). Многотычинковый сиг отмечен также в озерах бассейна Белого моря (Выгозеро, Сегозеро, озеро Куйто, Топозеро, Пяозеро, Ковдозеро).

Для сравнения приведем основные меристические признаки по многотычинковому сигу оз. Сямозера (сборы Ю. С. Решетникова за 1976–1980 гг., $n = 130$ экз.). Жаберных тычинок 41–57, в среднем 49,7. Число прободенных чешуй в боковой линии 82–100, в среднем 91,36. *D* III–V 9–12, чаще IV 10; *A* III–IV 11–14, чаще III 12–13; *P* I 14–16, чаще I 15; *V* II 9–11, чаще II 10. Позвонков 58–64, в среднем 60,8. Пилорических придатков 140–280, в среднем 213,4.

Сямозерский многотычинковый сиг – это мелкий рано созревающий и короткоцикловый сиг. Он имеет средние размеры 23–25 см и массу тела 130–150 г, предельный возраст 11 лет, созревает в возрасте от 2+ до 4+. Активно осваивает пелагиаль, литораль и профундаль озера. Питается в основном зоопланктоном и бентосом. Доля зоопланктонного питания особенно возросла в период эвтрофирования озера, составляя 22–37% от общего рациона (Решетников и др., 1982). Из донной фауны в питании сига преобладали моллюски (р. *Pisidium*), личинки ручейников, хирономид, поленок, водяные ослики и др. В период открытой воды в состав пищевого спектра входили воздушные насекомые, а осенью, во время нереста рыб – икра ряпушки и сига. Отмечалась в желудке и молодь рыб, чаще бычка-подкаменщика.

Таким образом, в современных условиях в Онежском озере, как и раньше, обитают 2 вида сиговых рыб: европейская ряпушка *C. albul*, представленная двумя экологическими формами (мелкая – ряпушка

и крупная – килец) и европейский сиг *C. lavaretus*, представленный в озере несколькими формами, которые можно объединить в 3 группы: малотычинковые (число тычинок 21–32 с модой 25 и 28), среднетычинковые (26–38) и многотычинковые (39–47) сизи. Отметим, что все эти формы сиговых рыб встречаются в бассейне Балтийского моря. Ряпушка (мелкая форма) населяет многие озера России и Прибалтийских стран (Берг, 1949; Потапова, 1978); крупная форма ряпушки в виде рипуса имеется в Ладожском озере и в виде «вимбы», или шведского рипуса – в озерах Швеции (Венер, Мэлар) и Финляндии (Thienemann, 1922, 1926; Берг, 1948; Nikolsky, Reshetnikov, 1970; Svårdson, 1979 и др.).

Во многих озерах и реках бассейна Балтийского моря имеются полупроходные формы всех трех групп сигов, заходящие на нерест во многие реки Балтики. Деление сигов Балтики на три группы не является новым: примерно такое же деление давали Тинеманн (Thienemann, 1922, 1926) и Правдин (1931). Тинеманн выделял следующие группы: 1 – группа «*fera-holsatus*» с числом тычинок 15–28 и модой 19–25; длина наибольшей тычинки у таких сигов равна 13–19% длины жаберной дуги; сюда им отнесены сизи, описанные как *holsatus*, *fera*, *acronius*, *polcur*, *brachymystax* (в эту группу можно добавить позднее описанные в ранге подвидовых форм *baeri*, *ludoga*, *widegreni*, *tscholmugensis*); 2 – группа «*lavaretus*» с 29–35 тычинками с модой 29–32 и длиной тычинки 17–19%, это сизи, описанные как *maraena*, *typica*, *norvegica*, *baltica*, *vaetterensis*, *oxyrhynchus* (и позднее описанные *pachycephalus*, *microps*, *sicus*); 3 – группа «*wartmanni-generosus*» с числом тычинок 33–56 и модой за 40, длина тычинки 18–27%; сюда относились сизи *muksun* (но не наш сибирский вид), *aspius*, *generosus*, *nilssoni*, *wartmanni* (и также *maraenoides*, *megalops*, *macrophthalmus*).

С нашей точки зрения, **первую группу** можно считать группой пыжьяновидных сигов, из которых в Онежском озере типичными являются малотычинковый онежский и верхосvirка. Это не крупные сизи с преобладанием бентосного характера питания и с числом тычинок 21–31 (мода 24–25); длина тычинки 12–22% длины тела. По своим морфометрическим данным они очень похожи на сигов Кольского п-ова. В Онежском озере к этой же группе мы относим ямного сига и онежскую лудогу, которые придерживаются в озере больших глубин, питаются в основном ракообразными, достигают больших размеров и имеют чуть больше тычинок (23–33 с модой 28–29), но длина тычинок примерно такая же (12–24%), как и у малотычинково-

го и верхосвирки. Из сигов Ладожского озера к ним близки волховский, свирский, ладожский озерный, валаамка и лудога. Эта группа малотычинковых сигов населяет многие водоемы Северной Европы и Азии. Генетические данные подтвердили близость всех малотычинковых сигов Ладожского озера (волховский, свирский, валаамка, лудога и ладожский озерный) к группе пыжьяновидных сигов Белого моря и типичного сига-пыжьяна из Оби (Sendek et al., 2002, 2004).

Вторая группа среднетычинковых сигов, скорее всего, ведет свое происхождение от морского балтийского сига. Ранее Правдин (1954) называл ее группой лаваретоидных сигов (*C. lavaretus lavaretoides*); мы обозначали эту группу как *C. lavaretus mediospinatus* (Решетников, 1980). Однако теперь ее предлагают именовать *C. megalops*, поскольку последнее название является первым синонимом из всех применявшихся ранее к сигам этой группы (Svårdson, 1979; Kottelat, 1997; Богущкая, Насека, 2004). Сюда относятся все 4 популяции озерно-речных сигов – озерный среднетычинковый, шальский, сунский, шуйский. Все они имеют 26–38 тычинок с модой 33, тычинки чаще имеют зубчики, а самая длинная тычинка составляет 15–22% длины жаберной дуги. Нагуливаются они в озере, питаются разнообразной пищей, причем в их рационе немаловажную роль составляет рыба, в основном корюшка, за которой они следуют весной к местам ее нереста. На нерест они (за исключением озерного сига) заходят в реки. В Ладожском озере эта группа представлена всего лишь одной формой – ладожским черным сигом; а в Неве – невским проходным, или морским сигом. Генетические отличия этой группы ладожских сигов (черный и вуоксинский сиви) от группы малотычинковых сигов незначительны (Sendek, 2004). Распространение этой группы в Северной Европе примерно такое же, как и у малотычинковых сигов.

Третью группу многотычинковых сигов можно отнести к подвиду *C. lavaretus pallasii*. В Онежском озере этот сиг имеет 39–47 длинных и тонких тычинок с зубчиками, длина наибольшей составляет 20–36% длины жаберной дуги. Эти сиви имеют в пищевом спектре зоопланктон, хотя основу питания составляют организмы бентоса. В Сямозере этот сиг имеет меньшие размеры, более короткий жизненный цикл и больше переходит на питание планктонной пищей. Он характеризуется более густым цедильным аппаратом из 41–57 (в среднем 49,7) жаберных тычинок. Тычинки длинные, тонкие и с зубчиками. В Ладожском озере обитает свой многотычинковый или вуоксинский сиг (тычинок 40–47, в среднем 43).

Несомненно, что все многотычинковые сиги бассейна Балтийского моря ведут свое происхождение от проходного многотычинкового сига, который и сейчас встречается в Финском заливе, заходит в Неву (39–48 тычинок) и в реки Прибалтики, Финляндии и Швеции. Наиболее близок к исходной форме многотычинковый сиг Ладоги, онежский многотычинковый сиг перестал быть проходным и стал чисто озерным, а сязозерский сиг стал типичным планктофагом с коротким жизненным циклом. В позднеледниковое время многотычинковый балтийский сиг проник в Чудское озеро и там образовал местную форму (*C. lavaretus maraenoides*), которая по совокупности признаков занимает промежуточное положение между группой *generosus* и *wartmanni* из озер Польши и Германии (р. Одер). В озерах многотычинковые сиги остаются крупными (чудский сиг, лексозерский и др.) только в южной части Балтики. На север их ареал распространяется до шведской и финской Лапландии, но севернее 68° с. ш. их уже нет (Himberg, 1970). Как правило, распространение многотычинковых сигов ограничивается бассейном Балтийского моря, лишь в Карелии они встречаются еще в озерах бассейна Белого моря (Выгозеро, Сегозеро, Куйто, Пяозеро, Топозеро, Ковдозеро). Недавно многотычинковые сиги (47–59 тычинок) отмечены в Мегорских озерах Архангельской области (р. Мегра, бассейн Белого моря) (Novoselov et al., 2005).

Самая северная точка обитания многотычинковых сигов в России — оз. Ловозеро на Кольском п-ове, далее на север идут только мало- и среднетычинковые сиги. Нет многотычинковых сигов ни восточнее Белого моря, ни в Сибири, ни в альпийских озерах. На северной границе ареала многотычинковые сиги имеют больше жаберных тычинок (41–65), занимают в озерах пелагиаль и переходят на смешанное питание с большой долей планктона в их пищевом спектре. Фактически они занимают здесь экологическую нишу ряпушки.

Вероятно, после окончания оледенения в южной Балтике уже существовало три группы полупроходных сигов, которые и заселили весь бассейн Балтийского моря. Многотычинковые сиги частично проникли и в бассейн Белого моря в пределах Карелии, Архангельской области. Среднетычинковые сиги имеют чуть более широкий ареал, особенно в бассейне Белого моря, проникая даже в бассейн Баренцева моря. Отметим, что все три формы сигов (мало-, средне- и многотычинковые) совместно обитают в России только в следующих озерах: Ладожское, Онежское, Выгозеро, Сегозеро, озера Куйто,

Пяозеро, Топозеро, Ковдозеро. Более часто на севере Европы встречаются симпатрические популяции мало- и среднетычинковых сигов. Пока неясно происхождение симпатрических мало- и среднетычинковых сигов в Телецком озере, в Байкале и в Забайкалье (Берг, 1948).

3.2.4. Хариусовые

Х а р и у с. В водоемах Карелии выделяются три экологические формы хариуса, отличающиеся местами постоянного обитания и нереста: озерная, речная и озерно-речная (Новиков, 1937; Кудерский, 1966). По-видимому, все эти формы имеются и в бассейне Онежского озера, хотя, несомненно, озерная форма занимает здесь доминирующее положение. С нашей точки зрения, деление на три экологические формы весьма условно, и характеризует лишь место обитания хариуса в момент вылова. В отличие от сиговых рыб, различающихся по ряду меристических признаков, хариус таковых отличий не имеет и вполне способен совершать пищевые миграции в пределах Онежского озера и его бассейна.

В самом озере хариус распространен повсеместно, но наиболее значительные его скопления отмечаются в северо-восточной части (Толвуйское и Пялемское Онего), в Малом Онего (у Большого Климецкого острова и Унойских островов), у Ивановских островов, вдоль Шелтозерского побережья, в предустьевых участках рек (Шуя, Пяльма, Водла). В этих же районах находятся и основные места нереста хариуса. В Онежском озере хариус достигает длины 50,5 см и массы 1460 г (Кудерский, 1966), обычные же размеры рыбы в сетных уловах – 25–35 см при массе 400–500 г (Беляева, 1959). По темпу роста хариус Онежского озера сходен с хариусом рек бассейна Печоры, но уступает хариусу водоемов Кольского полуострова. Половозрелым онежский хариус становится в возрасте 4–5 лет при длине около 25 см и массе 300–400 г. Плодовитость у 4–6-летних особей составляла от 1600 до 7300 икринок (Беляева, 1959). Начало нереста обычно приходится на вторую декаду мая, сразу же после освобождения нерестовых площадей ото льда. Нерест довольно растянутый, продолжается до конца мая – начала июня. Нерестится хариус на прибрежных галечных и каменистых участках. Спектр питания онежского хариуса довольно широк. Основу рациона составляют насекомые – личинки ручейников, жуки, муравьи, поденки; значительное место принадлежит моллюскам

(Soimnae), меньшую роль играют ракообразные и прочие беспозвоночные. Крупные экземпляры хариуса могут поедать молодь рыб. Речной хариус в период нереста лосося и форели в больших количествах поедает их икру.

3.2.5. Корюшковые

Корюшка. Вместе с ряпушкой корюшка является основной промысловой и наиболее многочисленной рыбой Онежского озера. В Онежском озере обитают две экологические формы корюшки: озерно-речная и озерная. Озерно-речная форма многочисленна и размножается в реках — Шуде, Водле, Андоме, Мегре, Вытегре и др., хотя и не поднимается в них на значительные расстояния.

Озерная форма корюшки живет и размножается в озере и составляет основу промысла на водоеме. В озере встречается крупная и мелкая озерная корюшка. Есть мнение, что крупная корюшка имеет искусственное происхождение. В 1931 г. по предложению проф. И. Н. Арнольда оплодотворенную икру (100 млн шт.), а также мальков крупной ладожской (невской) корюшки перевезли и разместили в Петрозаводской губе. До 1960-х гг. крупная корюшка в уловах встречалась лишь единично, но в последующий период ее численность заметно возросла, особенно в южной части озера, где ее вылов доходил до нескольких десятков центнеров в год. По линейному росту и весовым приростам крупная корюшка резко отличается от мелкой — длина ее колеблется от 130 до 228 мм, масса — от 20 до 83 г (длина обычной мелкой корюшки в уловах 107–110 мм, масса 7–8 г), значительно больше у крупной корюшки и плодовитость (Смирнов, 1975).

Приводимые ниже биологические параметры относятся практически полностью к мелкой озерной корюшке, которая составляет основу промысла. В Онежском озере корюшка в период летнего нагула встречается почти повсеместно, но основные места ее концентраций расположены между устьями рек Водлы и Вытегры, около Шелтозерской сельги, в Малом, Пялемском и Повенецком Онего, в губах Петрозаводской, Кондопожской, Чорге и Уницкой. Всюду она придерживается береговых склонов на участках с глубинами 20–30 м при температуре воды не выше 12 °С, реже корюшка встречается и на больших глубинах до 50–60 м. В отличие от ряпушки, корюшка летом придерживается преимущественно нижних слоев воды с более низкой температурой. Но, как и ряпушка, она в течение лета держится

открытой пелагиали озера. Осенью, в конце октября – начале ноября корюшка вместе с нерестующей ряпушкой подходит к береговой зоне, в этот период становится обычным ее пребывание в поверхностных слоях воды. Возрастной ряд онежской корюшки отличается большей продолжительностью по сравнению с ряпушкой, но численность рыб после шестилетнего возраста резко снижается. Предельный возраст онежской корюшки, встретившейся в промысловых уловах – 13 лет. Модальной возрастной группой чаще всего выступают трехлетки, но в отдельные годы этот показатель может сдвигаться на один год, как в сторону младших, так и в сторону старших возрастных групп.

Размеры мелкой озерной корюшки в промысловых уловах за многолетний период колебались от 46 до 179 мм, масса – от 2,0 до 43,1 г. Существенных колебаний в размерно-весовых показателях по различным промысловым участкам в одном и том же году не наблюдалось, но в разные годы они имеются. Эти различия объясняются прежде всего различным возрастным составом нерестовых стад корюшки в разные годы – при доминировании в стадах рыб четырех годовалого и более старшего возраста (1994–1996 гг.) размерно-весовые показатели были выше, чем у рыб трех годовалого (2+) возраста (1986 г.). Наибольшие приросты (линейные и весовые) у онежской корюшки наблюдаются в первые два года жизни. В последующие годы приросты становятся меньше, далее, через несколько лет, наблюдается увеличение как линейного, так и весового прироста. Самые малые приросты и привесы отмечаются с восьмого года жизни. Самки онежской корюшки несколько крупнее самцов. Так, в нерестовый период средний размер самцов в Петрозаводской губе составил 104 мм, самок – 111 мм; в районе Шалы соответственно 104 и 109 мм. Средняя масса самцов в Петрозаводской губе была 6,5 г, самок – 8,2 г, в районе Шалы соответственно 6,5 и 7,4 г. Разница в средних показателях длины тела у самцов и самок по одним и тем же годам составляла 5–10 мм, по массе 0,6–2,2 г. Основная масса онежской корюшки созревает в возрасте трех-четырёх полных лет, но встречаются половозрелые особи и в возрасте 2+ лет (Беляева, 1959). Такое раннее созревание более характерно для самцов корюшки. Нерест происходит весной, после освобождения прибрежных участков ото льда, обычно в начале мая, но в некоторые годы и в апреле при температуре воды в прибрежных участках 4–6 °С. Нерестовый ход длится 2–3 недели и заканчивается при температуре 10–12 °С. Сроки подхода корюшки на нерест могут несколько различаться в разных районах.

Так, в Шальской губе, в Пялемско-Кузарандском и Повенецком Онего корюшка обычно подходит на нерест позднее, чем в Петрозаводской губе. На интенсивность нерестовых подходов влияют и колебания уровня воды. Замечено, что в годы с низкими уровнями концентрация нерестовой корюшки бывает выше. Главные нерестилища корюшки расположены перед устьями рек – Шуи, Водлы, Андомы, Вытегры, а также в Свирском Онего, в районах Шелтозера, Шокши, в губах Уницкой и Челмужской, в Малом, Кузарандско-Пялемском и Повенецком Онего, т. е. практически по всем прибрежным участкам озера. Разнообразие характерно и для грунтов, на которые откладывается икра – каменистые, песчаные, галечные, иногда встречаются даже илстые грунты, особенно в Петрозаводской губе. Глубина нерестилищ варьирует довольно значительно – от 3–5 до 17 м, большие глубины обычно связаны с илистыми грунтами. Плодовитость онежской корюшки в целом незначительна: 2374–13962 икринки (в среднем 7771) при среднем размере рыб 110 мм. Плодовитость крупной (ладожской) корюшки, прижившейся в Онежском озере, значительно выше – от 20 до 57 тыс., в среднем 33,5 тыс. икринок (Смирнов, 1975). Доминирующий тип питания корюшки – планктонный. Основными объектами питания являются ветвистоусые и веслоногие рачки *Bosmina obtusirostris*, *Limnocalanus macrurus*, *Daphnia cristata*, *Diaptomus gracilis*, копеподитные стадии циклопов, реликтовые ракообразные (мизиды и палласея). Нередки и случаи хищничества, особенно у крупной корюшки (питание собственной молодью и мелкой корюшкой). Наблюдается некоторая сезонная и возрастная изменчивость в характере питания онежской корюшки: летом у старших возрастных групп значительно в большей степени, чем у младших в пище фигурируют реликтовые ракообразные (мизиды), осенью доля мизид в пищевом спектре возрастает у младших возрастных групп, в то время как у старших усиливается хищное питание собственной молодью. Зимой в пище корюшки резко возрастает роль бентосных организмов, которые иногда становятся ее основной пищей (Смирнов, 1975). В свою очередь сама корюшка является важным объектом питания многих хищных рыб – налима, судака, лосося, палии, щуки; икру ее в значительных количествах поедают сиви, ерш, окунь, трехиглая колюшка. Значительное совпадение пищевых спектров и сходные эколого-биологические характеристики двух массовых рыб-планктофагов – ряпушки и корюшки, предопределили характерную закономерность – колебания численности их популяций имеют разнофазную направленность. При этом величина продуктивности каждого

из этих видов в конкретном году обусловлена колебаниями тепло-содержания водной массы, стимулирующими подъем биомассы одного из двух основных экологических комплексов зоопланктона в эпилимнионе и гиполимнионе – тепловодного и холодноводного (Николаев, 1983).

3.2.6. Щуковые

Щука. В Онежском озере щука обитает преимущественно в местах, прилегающих к устьям рек, в проливах и заливах. Сравнительно незначительная площадь таких участков (около 1% длины береговой линии) является причиной небольшой численности ее в этом водоеме. Наиболее высокая ее численность отмечается в губах: Челмужской, Оров, Святухе, Кефтьень, Уницкой, Великой, а также устьевых участках рек Водлы, Андомы, Вытегры, Тудозерки, Мегры. Основу траловых уловов по озеру составляют особи массой до 2 кг и размером (АД) от 30 до 60 см. Встречаются рыбы до 12 кг. В целом по озеру средний вес щуки колеблется от 791 до 2200 г, средний размер АД от 44,3 до 53,3 см (табл. 3.15).

Т а б л и ц а 3.15

Средние размер и масса щуки Онежского озера

Годы	Масса, г	Длина АД, см	Кол-во, экз.
1980	2200	53,2	17
1981	1550	44,3	109
1982	791	44,3	110
1983	1165	52	108
1984	1282	52,3	114
Средние	1236	50	454

В уловах щуки насчитывается 14 возрастных групп, от двух (1+) до пятнадцати (14+) лет. Модальной группой во всех районах озера были пятилетние особи (4+), количество которых достигало 30%. Характерно, что стадо щуки за многолетний период имеет сходную возрастную структуру. О стабильности возрастного состава щуки говорит сравнение имеющихся материалов за 1981–1984 гг. с данными 1971–1975 гг. Среднегодовые приросты у половозрелой щуки по массе составляют более 1 кг и по длине – 7–8 см. Обращает внимание большой индивидуальный размах колебаний размеров и массы щуки в одновозрастных группах. Основная причина этого – наличие в уловах

как береговой, так и глубинной форм, различающихся темпом роста. С возрастом весовые приросты щуки увеличиваются, линейные — уменьшаются. Единичные особи (самцы) в Онежском озере достигают половой зрелости в возрасте четырех лет (3+) при длине тела 30 см, в массе половое созревание наступает в возрасте пяти лет (4+), как у самок, так и у самцов при размерах АД 38–52 см. Плодовитость ее колеблется от 5920 икринок (рыбы длиной 42 см) до 31200 икринок (длина АД 56,5 см) (Веденеев, 1981). Нерест щуки начинается в первых числах мая и продолжается 15–20 дней, причем более мелкая щука подходит на нерест позднее, чем крупная. Начинается нерест обычно при температуре воды от 3° и выше, заканчивается при 8–15 °С. Основными местами нереста щуки в северо-восточной части озера являются мелководные и поросшие водной растительностью губы Святуха, Кефтьень, Оров, Челмужская, в северо-западной части — Уницкая и Кондопожская губы, в средней части водоема — Великая и район проливов, в южной части — предустьевые участки рек (Андомы, Вытегры, Тудозерки, Мегры). Щука, придерживаясь прибрежной мелководной зоны, уже с первого года жизни питается преимущественно обитающими в этой зоне рыбами: плотвой, окунем, ершом и др. При подходах для нереста ряпушки и корюшки щука почти полностью переходит на питание этими видами. В открытых участках озера она в значительной мере употребляет в пищу и другие ценные виды — сига, леща, судака. Соотношение компонентов пищи непостоянно и колеблется по годам, сезонам. Неодинаково оно и у различных возрастных групп.

3.2.7. Карповые

Плотва. Населяет преимущественно мелководные, богатые водной растительностью заливы: губы Кефтьень, Святуху, Оров, Челмужскую, Великую, Уницкую, проливы западнее о. Клименецкого. В южной части озера плотва распространена у протоков и речек, соединяющих Онежское озеро с прилегающими к нему небольшими озерами, в Сви́рском Онего.

Характер питания плотвы различен. В Святухе она питается преимущественно высшими растениями — рдестами, элодеей, мягкими частями тростника. В более открытых участках питание идет за счет низших водорослей — цианофей, диатомовых, нитчаток. В кишечниках плотвы, наполненных диатомеями, обычны и микробентосные

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ

ракообразные: хидориды, циклопы, а также гидракарини. В губе Свя-туха она питается также личинками хирономид, ручейников, редко моллюсками. В Челмужской губе у плотвы преобладает питание жи-вотными организмами, главным образом, хирономидами и хидорида-ми, наблюдаются случаи питания воздушными насекомыми. Молодь плотвы потребляет главным образом перифитон, мелких личинок хи-рономид, микробентосных и планктонных ракообразных. Плотва яв-ляется пищевым конкурентом леща и молоди ценных пород рыб.

Анализ возрастного состава плотвы из траловых уловов за 1981–1984 гг. показал присутствие плотвы в возрасте от шести (5+) до пят-надцати (14+) лет. Модальной возрастной группой являлись девяти-летки (8+). Основу уловов (75% по численности) составляли 8–10-летние рыбы. В промысловых уловах ставным неводом возрастной состав плотвы от уловов тралом отличается незначительно. Модаль-ной возрастной группой являлись десятилетние рыбы (9+), 82% по численности улова составляли 8–12-летние особи (табл. 3.16). Отсут-ствие в траловых и промысловых уловах плотвы младших возрастных групп объясняется тем, что вся молодь плотвы держится в зарослевой зоне у самого берега. Масса тела плотвы Онежского озера в траловых уловах составляла в среднем 117 г (колебания от 50 до 260 г), в промы-словых уловах неводом – 100 г (колебания от 50 до 260 г), длина АД – соответственно 19,4 и 18,5 см. Прирост массы тела плотвы в среднем составил 17 г в год, линейный прирост – около 1 см. Самки по разме-рам и массе несколько крупнее самцов.

Т а б л и ц а 3.16

Возрастной состав плотвы Онежского озера (1981–1984 гг.), %

Возраст	Трал	Ставной невод	Среднее
5+	1,4	0,4	0,9
6+	7,9	1,6	4,5
7+	27,9	8,9	17,7
8+	32,1	18,1	24,6
9+	15,3	27,9	22,0
10+	7,9	15,3	11,9
11+	4,7	11,3	8,2
12+	1,9	7,7	5,0
13+	0,9	4,0	2,6
14+	–	4,8	2,6
самцы	26,0	18,0	
самки	74,0	81,0	
Кол-во экз.	215	248	463

В Онежском озере половое созревание плотвы растянуто. Самцы созревают в трехлетнем возрасте, при размерах 10–12 см и массе 12–15 г, самки в 4–5-летнем возрасте, при длине тела 12–15 см. Нерестится плотва в прибрежной зоне среди остатков водной растительности. Время нереста в мелководных заливах – первая половина мая, в более глубоких – вторая его половина. Массовое икрометание продолжается в течение 3–5 дней, при температуре воды 8–9 °С. Плодовитость колеблется от 8,5 до 45,0 тыс. икринок. Плотва становится объектом нормальной промысловой эксплуатации с возраста 3+–4+ лет при достижении массы тела в 35–40 г и длины 13–15 см. Поскольку плотва является серьезным конкурентом в питании других ценных промысловых рыб, интенсификацию ее промысла и увеличение уловов в водоеме до оптимального уровня следует рассматривать как обязательное мероприятие в плане биологической мелиорации при организации рационального промысла в водоеме.

Лещ широко распространен в водоемах Северо-Запада России, в некоторых из них он дает до 50% общих уловов рыбы (озера Лача, Ильмень, Чудское и др.). В таких холодноводных и глубоких водоемах как Онежское озеро, Топозеро-Пяозеро, Сегозеро, Куйто лещ не образует больших скоплений. В Онежском озере основными местами обитания леща являются эвтрофированные заливы и губы. Благодаря мелководности и большей или меньшей изолированности от открытых и глубоких озерных районов они лучше прогреваются, характеризуются повышенными кормовыми запасами и обильными зарослями водной растительности. К ним относятся: Челмужская губа, Оров-губа, Святуха, Кефтьень, Великая губа с Клименецкими проливами, отдельные участки губ Уницкой, Лижемской, Илем-горской, заливы Пялемского и Свицкого Онего.

Онежский лещ характеризуется длительным жизненным циклом (до 28 лет), поздним наступлением половой зрелости (10–13 лет), медленным весовым и линейным ростом. Размерно-весовой и возрастной составы стада леща в Онежском озере в разные периоды годового цикла неодинаковы, что обусловлено соответствующими перегруппировками в стаде, связанными с определенным состоянием особей (нерест, нагул, зимовка). Нерестовое стадо леща состоит из особей длиной тела от 25 до 50 см, доминируют рыбы размерами 28–40 см в возрасте 9–15 лет. Средняя навеска леща на нерестилищах в губе Святуха колебалась от 670 г в

1981 г. до 1 кг в 1982 г. В период нагула скопления леща включают в себя рыб всех размеров, в основном – длиной 21–40 см в возрасте 5–13 лет и массой тела 150–900 г. Максимальный вес леща наблюдался в губе Святуха в период нереста 1982 г. и составил 4,95 кг (Сергеева, 1991).

Следует отметить некоторые различия в размерно-весовых показателях леща из разных районов озера, особенно в первые годы жизни. До 9-летнего возраста лучшие его линейные и весовые приросты наблюдаются в северо-восточном районе. По-видимому, это связано с более высокой численностью леща младших возрастных групп на ограниченных по площади нагульных участках в южной и северо-западной частях озера. С возрастом (начиная с 12 лет) эти различия сглаживаются, а у старших возрастов, наоборот, лещ из северо-западных и южных районов имеет более высокие темпы роста. В первые годы жизни линейные приросты леща колеблются от 1,6 до 4,8 см в год. В половозрелом возрасте среднегодовой прирост обычно не превышает 2,3 см и в старших возрастах становится совсем незначительным. Весовой рост леща увеличивается с возрастом, темп наращивания биомассы в период до полового созревания в среднем составляет 51 г, в последующие годы – около 103 г в год. Относительные приросты его массы тела колеблются от 3,2 до 27,1%, с увеличением возраста уменьшаются и у половозрелых рыб составляют в среднем 7,6%. Значимые коэффициенты корреляции между массой и длиной, возрастом и длиной для леща Онежского озера равны соответственно 0,88 и 0,92. Зависимость между возрастом и длиной тела (АД) леща описывается уравнением показательного типа $l_{y_u} = 0,023x + 0,459$, где x – длина АД в см, y – возраст рыбы (Сергеева, 1991).

Половое созревание леща Онежского озера наступает у самцов и самок неодновременно. Половозрелые самцы единично встречаются при достижении длины тела 26 см в возрасте 8+ лет, а массовой половой зрелости достигают в возрасте 10–12 лет при длине тела 30–34 см. Самки начинают созревать в 10-летнем возрасте при длине тела 30 см, массовое половое созревание их наступает в возрасте 12–13 лет при длине тела 34–36 см. Нерест леща в Онежском озере проходит в середине мая – июне на мелководье. Абсолютная плодовитость леща Онежского озера в условиях 1981 г. колебалась от 43,5 до 307,5 тыс. шт., составляя в среднем 146,3 тыс. икринок.

3.2.8. Окуневые

Судак в Онежском озере образует одну из наиболее северных популяций этого вида. Он широко распространен по всей акватории озера, но в наибольших количествах встречается в северных и северо-восточных районах, как во время нереста, так и во время нагула, выбирая по преимуществу открытые глубоководные места. Некоторые исследователи (Кудерский и др., 1984) допускают наличие двух локальных стад в южной и северо-восточной частях водоема. Жизненный цикл онежского судака целиком проходит в пределах озера, что дает основание относить его к озерной экологической форме (Кудерский, 1958). Кудерский и др. (1984) считают, что у судака Онежского озера имеют место периодические изменения темпа роста, не связанные с его численностью, а также 5–6-летние циклы появления урожайных поколений. Судак – одна из самых долгоживущих рыб Онежского озера, отмечены случаи поимки особей, возраст которых превышал 30 лет. Половой зрелости достигает в шестилетнем возрасте, но в массе становится половозрелым на восьмом-девятом году жизни. Плодовитость онежского судака весьма вариабельна и колеблется у самок 6–8 лет от 250 до 310 тыс. икринок, достигая максимума у рыб старших возрастных групп. Так, например, у рыб в возрасте 14–15 лет абсолютная плодовитость может достигать 1500 тыс. икринок. Нерест онежского судака происходит в зависимости от погодных условий во второй декаде июня – начале июля на относительно мелководных местах (2–12 м) (Кудерский и др., 1984) с песчано-каменистыми грунтами. Помимо нерестовых образует и преднерестовые скопления на глубинах 10–12 м, где концентрируются также и отнерестившиеся особи. В нересте принимает участие до 10 и более возрастных групп. Основные нерестилища этой рыбы находятся в Пялемском Онего и Челмужской губе. Остальные нерестовые участки в озере уступают выше перечисленным и большой роли в воспроизводстве, по-видимому, не имеют. Находясь вблизи северной границы своего ареала, онежский судак растет медленно, достигая 7–9 кг веса и 80–85 см длины. Взрослый судак в Онежском озере питается преимущественно рыбами-планктонофагами – корюшкой и в меньшей степени ряпушкой, другие виды рыб (окунь, колюшка, минога) встречаются эпизодически, отмечены и случаи каннибализма. Молодь, вплоть до 9 см длины, потребляет в основном мизид, в дальнейшем, по мере роста, доля мизид уменьшается и лишь по достижении 15 см длины осуще-

ствляется переход на хищное питание. Л. А. Кудерский и др. (1984) предполагают, что основным фактором, ограничивающим численность популяции судака в Онежском озере, является недостаточная обеспеченность молоди рыбными кормами в момент перехода с нектобентосного на хищное питание.

Окунь – вид широко распространенный на всей акватории озера. По данным А. М. Гуляевой (1956), в Онежском озере встречаются две экологические формы окуня: крупный, сравнительно быстрорастущий, живущий преимущественно в открытых участках, и медленно растущий, населяющий береговую зону. Максимальный возраст этой рыбы из промысловых (ставные невода) и траловых уловов 1980–1989 гг. составляет 20 лет. Половое созревание у самцов окуня начинается в возрасте четырех (при длине тела 15 см), а у самок – пяти лет (при длине тела 17 см). Массовое наступление половозрелости наблюдается при достижении длины 18–19 см в возрасте 4+–5+ лет. Нерест происходит на каменисто-песчаных участках дна с глубинами до 5 (реже – 10 м) в конце мая – начале июня.

3.2.9. Налимовые

Налим. В Онежском озере обитают две формы налима: озерный и озерно-речной (Прозоров, 1947; Отчет..., 1996). Первая форма обитает в озере постоянно и нагуливается преимущественно на глубинах свыше 15–20 м, единично залавливается на глубинах до 60–70 м. Нерест его происходит в неглубоких замкнутых заливах-губах, в которые он начинает собираться с конца декабря – начала января. Период нереста довольно продолжителен – он длится с середины января до начала марта. Однако разгар икрометания приходится на начало февраля. Основные места нереста расположены в северо-восточной части Онежского озера: это Возрицкая и Челмужская губы, район Орров-губы и Кижский пролив с Великой губой. Имеются места нереста в Загубской губе и в районе устья рек Пяльмы, в Уницкой губе, в Чорге, у берегов южной части Онежского озера. Нерестилища часто расположены среди зарослей тростников на песчано-галечных и каменистых грунтах, обычно на глубине 0,3–1,0 м. Необходимо отметить, что озерный налим характеризуется сравнительно ранним наступлением половой зрелости. Известно, что налим в массе становится половозрелым в возрасте четырех лет. Среди самцов зрелые особи встречаются и в двухгодовалом возрасте при длине 21,2 см и массе 130 г. Плодовитость озерного налима в

среднем 100–150 тыс. икринок. По окончании икрометания озерный налим в течение некоторого времени держится вблизи от мест нереста, где усиленно питается, а весной его подходы наблюдаются к тем прибрежным участкам, где нерестится корюшка. В северо-восточной части озера такие участки расположены вдоль Кузарандского побережья, перед входом в Челмужскую и Орров-губу, а также у восточного побережья Большого Клименецкого острова. Выход личинок из икры наблюдается во второй половине мая при температуре воды 9–13 °С. Уже с середины июня, по мере прогревания воды, налим отходит в более открытые участки озера, где и обитает в течение всего лета на глубинах свыше 15–20 м. Места его скоплений приурочены к местам концентраций корюшки, ряпушки, ерша — основных объектов пищи налима. Это районы Повенецкого Онего, Орров-губы и островов Речного и Палеострова. В Толвуйском Онего в промысловых количествах встречается в районе д. Типиницы и в Малом Онего — по побережью о. Большой Клименецкий. В южной части озера налим залавливается в очень незначительных количествах. В конце сентября — начале октября с понижением температуры воды до 8–10 °С и ниже налим подходит к берегам и держится на 5–6-метровых глубинах. Основу уловов этой формы налима составляют 4–7-годовалые рыбы. Озерный налим при средней длине 38–443 см достигает средней массы 0,5–0,8 кг. Налим свыше 2 кг встречается редко.

Озерно-речной налим большую часть года проводит в озере, но на нерест входит в реки Водлу, Шую, Пяльму и др. Нерестовый ход начинается во второй половине октября и продолжается в течение ноября и декабря, т. е. на месяц раньше озерной формы. Нерест начинается в январе и может быть растянут до начала марта. Местами икрометания, как правило, являются краевые и каменисто-песчаные участки, расположенные на значительном протяжении рек. Так, например, по р. Водле налим поднимается на 60–70 км выше ее устья, но отдельные экземпляры с текучими половыми продуктами встречаются и в самых низовьях этой реки. После икрометания озерно-речной налим скатывается в озеро, где начинает усиленно питаться. Весной, как и у озерного налима, его подходы наблюдаются к тем участкам, где нерестится корюшка — устья рек Водлы, Шуи, Андомы. В летний период места распространения озерно-речного налима приурочены к береговым склонам южнее р. Водлы, к сельвам южной части озера. В Петрозаводской губе и в Малом Онего он распространяется на глубинах около 30–35 м. Озерно-речной налим встречается на больших глубинах, чем озерный, но все же ниже 40 м вылавливались лишь единичные экземпляры.

В конце августа – начале сентября налим приближается к берегам. Особенно значительные скопления озерно-речного налима наблюдаются между устьями рек Водлы и Андомы, в районе Петропавловского мыса. В осенний период года налим выходит на мелководные участки водоема – на нерестилища ряпушки, питаясь ею. Озерно-речной налим отличается от озерной формы более крупными размерами. Особенно выделяется водлинский налим, среди которого попадаются рыбы массой более 12 кг. Средний размер водлинского налима, по данным В. П. Веденева и др. (2003), 52–55 см, средняя масса – 1,28 кг. В р. Водле встречаются рыбы, имеющие возраст 20–22 года, преобладают 6–12-летние экземпляры. Половозрелым озерно-речной налим становится в 3–4-летнем возрасте. Отличается высокой плодовитостью, которая в среднем составляет 600–800 тыс. икринок (Прозоров, 1947; Александров и др., 1959). Исследования биологических показателей налима показали, что основу траловых уловов в районах Бесов Нос, о-вов Лосьи, Муромский Мыс и др. составляли особи средним весом до 2 кг и длиной 62,1 см. В целом по водоему в условиях 1966–1975 гг. средняя масса налима колебалась от 1,2 до 2,7 кг, средняя длина от 54 до 73 см. Налим – хищник, но питается также и ракообразными. В северо-восточной части Онежского озера из рыб в его пище на первом месте стоит ряпушка (65,4%), затем корюшка (26%), ерш (4,9%), окунь (2,3%), бычки, колюшка и сиг (1,4%). Из ракообразных основными объектами питания являются мизиды (54%), палласея (39%) и гаммаракантус (7%), редко встречается понтопорей. Значение ракообразных в питании озерного налима повышается поздней осенью и в зимнее время.

Из вышесказанного следует, что исследования, связанные с изучением даже промысловых видов, носят отрывочный и непостоянный характер. Практически не уделяется внимания таким видам, как елец, синец, трехиглая колюшка и гольян. Последние два вида играют заметную роль в питании хищных рыб. Желудки лосося и форели в осенний период зачастую наполнены исключительно трехиглой колюшкой. Мало сведений о представителях семейства Керчаковых (рогатка четырехрогая, подкаменщик пестроногий, подкаменщик обыкновенный). Также биология ерша и его роль в рыбном сообществе практически не исследованы.

Таким образом, ихтиологические исследования на Онежском озере до сих пор остаются актуальными и требуют специально разработанной программы, направленной не только на эксплуатацию, но и на сохранение рыбных ресурсов.

ГЛАВА 4

ПРОМЫСЕЛ И ПРОБЛЕМЫ РЫБОЛОВСТВА

4.1. Ретроспективный анализ рыбного промысла

Рыболовство на Онежском озере издавна имело и будет иметь важное значение в экономике края, обеспечивая пищевой и товарной продукцией население многих деревень и городов. По объемам вылова рыбы в водоемах северо-западного региона России Онежское озеро всегда было на одной из ведущих позиций (третье-четвертое место). Для Республики Карелия Онежское озеро – важнейший источник свежей рыбы, и величина улова в нем превышала и превышает 50% от общего объема вылова рыбы на внутренних водоемах Карелии.

Анализ промысловой обстановки на Онежском озере за последние 120–130 лет выявил ряд общих проблем, существовавших и существующих в рыболовстве. Как ни странно, наиболее полной и подробной работой по состоянию промысла рыб на Онежском озере в целом является труд Н. Н. Пушкарева, опубликованный в 1900 г. Литературные данные свидетельствуют о том, что в последующие годы наиболее детально промысел рыб Онежского озера был представлен в разное время только по отдельным районам. Так, например, Н. Н. Кожин (1927) пишет о рыбных промыслах в нижнем течении р. Суны, Е. А. Веселов (1932) – о рыболовстве в Шальской губе, краткую информацию о динамике уловов по всему Онежскому озеру дают В. В. Петров (1926) и А. М. Гуляева с Л. А. Кудерским (1964). В период 1970–1980 гг. вышло множество публикаций о состоянии рыбного промысла и его проблемах, однако они были представлены, как правило, тезисами докладов или статьями местных издательств и касались отдельных видов рыб.

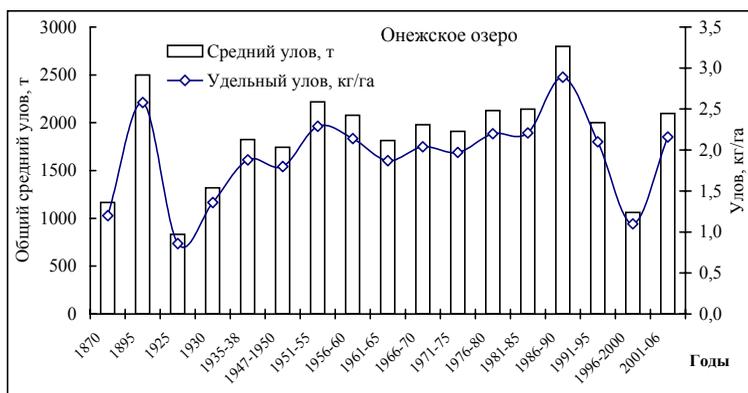
Первые относительно достоверные сведения о промысловых уловах на Онежском озере, содержащие количественные данные, опубликованы в работе Н. Я. Данилевского (1875), который оценивает общий годовой вылов рыбы приблизительно в 760 т. По оценкам Н. Н. Пушкарева (1900) в течение 25-летнего периода эти уловы возросли. «Общая годовая ценность онежского улова окажется около 200 000 руб. в год, что соответствует 80 000 пудов», т. е. в пересчете на тонны уже в конце XIX в. вылавливалось 1280 т, и это, как отмечает автор, без учета той

рыбы, которая добывается в длинных и узких губах Онеги, «а также той, которую крестьяне ловят исключительно для собственного потребления». По его оценке валовой улов рыбы по всему озеру был равен приблизительно 25000 ц. Дальнейшие сведения о состоянии рыбного промысла появляются в труде «Естественные и экономические условия рыбного промысла в Олонецкой губернии» (1915). Авторы делают неутешительные выводы о том, что за прошедшие 15 лет «уменьшение веса улова на Онежском озере придется считать, по крайней мере, на 40% против того, что было в 1895–1900 гг.» и далее: «в общем, на Онежском озере произошло за последние 10–12 лет что-то угрожающее его рыбным запасам» (с. 229). Таким образом, в 1912–1913 гг. на Онего, по официальной статистике, добывалось приблизительно 760 т рыбы в год, т. е. по сути, объемы вылова вернулись к тем, которые существовали в середине XIX в.

Данные о величинах вылова рыбы в период с 1915 по 1923 гг. отсутствуют. В 1926 г., по расчетам В. В. Петрова (1926), годовой улов рыбы в озере составлял 833 т, хотя В. В. Покровский и А. Ф. Смирнов (1932) считают эту цифру «недостаточно обоснованной из-за весьма малых статистических материалов». Очевидно, что в 20-х гг. прошлого века из-за социально-экономического переустройства и состояния запасов общий вылов рыбы в озере сократился. Однако уже в середине и конце 1930–х гг. и до 1940 г. включительно величина вылова колебались от 2580 т (1936) до 2140 т (1940). В 1930 г. он составил 1318,7 т, а средний улов за 1935–1938 гг. достиг 1824 т (Покровский, 1947). В период военных действий (1941–1945 гг.), когда часть территории, прилегающей к озеру, была оккупирована, промысел рыбы резко сократился и вылов составил около 300–500 т.

Послевоенные годы характеризуются повышенным вниманием к рыбному промыслу, и если сразу в послевоенные годы было добыто около 900 т, то уже к 1950 г. уловы выросли до 2250 т. В течение 15 последующих лет, начиная с 1946 г., А. М. Гуляева и Л. А. Кудерский (1964) выделяют три периода, в которые онежский промысел претерпел существенные изменения: а) рост добычи в 1946–1949 гг., что связано с восстановлением рыболовства; б) годы наибольших уловов (1950–1956), что связано с интенсификацией лова и массовым использованием тралышников; в) сокращение добычи рыбы в 1957–1960 гг. В этот период за 18 лет ведения рыболовства величины уловов колебались от минимальной (1400–1460 т в 1969, 1971–1972 гг.) до 2385 т в 1975 г.

Учет выловленной рыбы государственными, колхозными и второстепенными заготовителями стал более или менее надежным после 1950 г. Рис. 4.1 достаточно наглядно отражает динамику промысловых уловов.



Р и с . 4 . 1 . Динамика величины общего вылова рыбы (т, кг/га) всеми заготовителями в Онежском озере

Причины колебаний и уменьшения уловов неоднозначны для разных промысловых видов. Понижение запасов лосося, сига, налима, судака и др. ценных видов связано отчасти с высоким выловом молоди этих рыб при несовершенном траловом лове. Для озерно-речных видов стали проявляться последствия таких негативных факторов, как зарегулирование рек в лесосплавных и гидроэнерготехнических целях, засорение рек остатками лесосплава, слабый контроль за ловом рыбы на нерестовых реках. На озерные виды в определенной мере стали влиять загрязнения промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками, что привело к снижению рыбопродуктивности отдельных промысловых участков озера. Состояние запасов корюшки, ряпушки, окуня, плотвы, ерша, леща оставалось удовлетворительным, и колебания их уловов близки к многолетним.

Начиная с 1975–1976 гг. рыбная отрасль берет направление на развитие рационального и интенсивного рыболовства. Уловы постепенно нарастают и в 1985–1989 гг. достигают наибольших величин за весь наблюдаемый период существования рыболовства на озере. Это время максимальной промысловой нагрузки. Наибольшая общая

величина вылова пришлась на 1987 г., когда было добыто 3302,6 т, из которых 1451 т пришлось на корюшку и 964 т – на ряпушку.

С разрушением организации и ведения государственного промысла (с 1991 г.) официальные статистические уловы в 1992–1998 гг. снизились примерно в два раза и составляли порядка 1000 т. Низкие величины вылова были связаны как с их реальным снижением, так и с отсутствием учета изъятия рыбы рыбаками-любителями, которые использовали промысловые орудия лова (по платным лицензиям), а также с сокрытием части улова всеми пользователями. Величина общего вылова заметно возросла с началом оценки улова любительского лицензионного рыболовства (1999 г.). Общий вылов в 2000–2005 гг. повысился до 1900–2332 т, а в 2006 г., даже без учета любительского лицензионного лова (запрещен с 2006 г.), достиг максимальной величины (2361 т) за последние 17 лет. Следовательно, к 2005–2006 гг. результаты промысла практически приблизились к среднесезонным данным периода 1956–1990 гг. (2132 т).

Анализ официальных статистических данных свидетельствует о значительных колебаниях вылова рыбы в течение последних сорока пяти лет, что вообще характерно для промысла на Онежском озере. До начала 1990-х гг. наиболее «провальным» в этом отношении был 1977 г., когда вылов рыбы составил около 1000 т. Низкие уловы отмечались в 1969, 1971, 1972, 1978 гг. В этот период вылов рыбы колебался на уровне 1200–1500 т (см. рис. 4.1). Экономический кризис 1991 г. нанес серьезный урон государственному промышленному рыболовству. В период 1992–1996 гг., по данным официальной статистики, показатели общего улова рыбы составляли в среднем около 1000 т. В начале XXI в. объем вылова рыбы начал возрастать, достигнув максимума в 2006 г. – 2924 т (табл. 4.1).

Таким образом, в развитии рыбного хозяйства Онежского озера за последние 120–130 лет можно условно выделить несколько этапов, которые различаются по социально-экономическим и рыбопромысловым показателям. С середины XIX в. и до 1930 г. – этап индивидуальных и артельных хозяйств по рыбодобыче (кустарное рыболовство). Рыба вылавливалась и реализовывалась в основном индивидуально. Использовались низкопроизводительные и многочисленные прибрежные орудия лова. Следующий этап (1930-е гг.) – коллективизация рыбацких хозяйств. До войны на озере вели промысел 17 рыболовецких колхозов и 800 рыбаков (Покровский, 1947). Послевоенный этап (1948 – начало 1960-х годов) – колхозно-государственный. Рыбодобычу вели государственные предприятия, колхозные структуры и второстепенные заготовители. Государственный

промысел в объемах вылова уступал кооперативным заготовителям. После 1960-х и до 1990 гг. включительно – этап постепенного усиления доминирования государственной рыбодобычи. В этот период число рыбаков сокращается до 300–350, осуществляется переход к более производительным и крупным орудиям лова. На период 1985–1990 гг. приходится максимальная интенсивность рыболовства и наибольшие уловы. С 1991 по 2005 гг. – этап разрушения государственной организации рыбного хозяйства и становления рыночных отношений. Появляется множество пользователей разных уровней. В 2005–2006 гг., с введением новой законодательной базы рыболовства РФ, наступил этап организованного пользования на разных уровнях рыболовства. Были приняты – ФЗ «Закон о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (2004) и «Правила рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна» (2007).

Т а б л и ц а 4. 1

Средние величины сырьевых ресурсов рыболовства (допустимый улов) в Онежском озере в разные периоды (данные СевНИИРХ)

Промысловые виды	1931–1940 гг.*	1955 г.	1970–1980 гг.	1985–1989 гг.	1996–2000 гг.	2001–2006 гг.
Лосось	100–150+	30	20	10	9	16
Паляя	100	40	10	15	10	7
Кумжа-форель	–	–	3,5	–	–	–
Корюшка	400–600	900–1000	1000	1330	1130	1692
Ряпушка	1200–1500	1000–1200	1050	1090	710	700
Налим	200	150	120	140	192	225
Сиг	200–300	200	120	120	89	63
Судак	100–150	100	55	53	32	39
Лещ	–	50	60	80	59	80
Щука	200	50	50	60	45	39
Окунь	500–600	200	80	85	182	266
Плотва	–	–	40	90	105	102
Прочие	500–700	350–450	385	352	318	203
Колелания	3500–4500	3070–3470	3000–4000	3300–3900	2800–2900	3200–3722

Примечание. + – вместе с форелью; * – Покровский (1947).

4.2. Состояние сырьевой базы рыболовства

Ресурсы, в том числе и биологические, это источники или предпосылки получения необходимых людям благ, заключенных в биологических объектах (Реймерс, 1990). Рыбы как биологический ресурс представляют наибольший интерес и пользу для человека. Под категорию

промысловых ресурсов попадают возобновляемые объекты, в том числе рыбы, изымаемые с помощью промысла. Ресурсную значимость для промысла на Онежском озере могут иметь около 20 видов рыб. Как уже говорилось выше, официальной статистикой регистрируются данные по вылову 15–17 видов, но в основную часть улова входят только 10–13 видов (Бабий, 2007). К ним относятся: европейская корюшка, европейская ряпушка, налим, европейский сиг, судак, лещ, окунь, плотва, щука, ерш. Пресноводный лосось, паляя и хариус хотя и составляют незначительную долю в величине общего улова, но представляют большой интерес для любительского и спортивного рыболовства. В середине 1990-х гг. XX в. такие представители промысловой ихтиофауны, как все лососевые р. *Salmo*, хариус, сиги, паляя и др. занесены в Красную книгу Карелии (1995), а пресноводный лосось – в Красную книгу России (1999), из которой в 2005 г. выведено только стадо лосося р. Шуи.

В промысловой ихтиологии часть популяции рыб, которая рассматривается с позиций существующей или возможной эксплуатации, называют «запас». Абсолютную величину запаса популяции (ресурса вида) измеряют через ихтиомассу или общий запас. Для рыболовства важно понятие промыслового запаса как части запаса (ресурса) промыслового размера. От величины промыслового запаса зависит и величина допустимого изъятия (улова), при котором наблюдается устойчивое его использование без нарушений воспроизводства данного запаса. Совокупность общих допустимых (возможных) уловов, установленных для эксплуатируемых запасов рыб конкретного водоема (района) на конкретный год, определяет величину *сырьевой базы рыболовства*. На практике именно с сырьевой базой рыб работает рыбохозяйственная отрасль.

Первые сведения о величине сырьевой базы рыб Онежского озера (возможный, допустимый выловы) были представлены Карело-финским отделением ВНИОРХ в 1941 г. по данным предыдущих лет исследований (1931–1940 гг.). Величины возможного вылова определялись экспертно, на основании условий обитания рыб, данных опытного и промыслового лова. В 1970-х гг. при оценке допустимого улова стала учитываться величина коэффициента естественной и промысловой смертности. Далее, с 1980 г., в СевНИОРХе (СеврыбНИИпроект) была внедрена оценка допустимого улова на основе расчетов численности и биомассы промыслового запаса вида, естественной и промысловой смертности по методу П. В. Тюрина, а с 1998 г. – на базе виртуального популяционного анализа (VPA), по когортной модели Поупа (Рикер, 1979). В качестве величины допустимого изъятия (ОДУ) принималась продукция выжившей части промыслового

запаса или величина, определенная в размере коэффициента годового изъятия, рассчитанного как функция среднего возраста половозрелости самок (Малкин, 1999).

Следует отметить, что до 1975 г. допустимый вылов (лимиты) на добычу всех промысловых видов рыб Онежского озера не устанавливался, промысел мог свободно изымать любые объемы. Но в связи с ухудшением состояния запасов ценных и интенсивно эксплуатируемых видов, с 1975 г. было начато регулирование промысловой нагрузки через объемы вылова, и это коснулось, в первую очередь, сига, судака, ряпушки и леща. С середины 1990-х гг. величину допустимого вылова стали устанавливать для всех промысловых запасов рыб.

Колебания величин допустимого улова связаны с биологическим состоянием промысловых запасов, естественными флуктуациями численности рыб, уровнем их воспроизводства, качеством водной среды, интенсивностью промысла и антропогенным воздействием на все этапы жизненного цикла промысловых объектов. Как следует из табл. 4.1, величина сырьевой базы рыболовства по отдельным периодам менялась как по величине, так и по структуре допустимого улова. В общем запасе рыб озера велика роль короткоцикловых видов – ряпушки и корюшки (до 70%), для которых характерны высокие колебания численности и биомассы, что вносит значительные отклонения в общем допустимом вылове. В то же время за последние 75 лет наблюдается устойчивая тенденция к снижению сырьевой базы лососевых, сига и судака. Запасы и сырьевая база прочих видов (кроме ряпушки и корюшки) более устойчивы.

В целом в XX в. изменения в ресурсной базе рыб Онежского озера коснулись в большей степени не абсолютных общих величин запаса (хотя небольшое снижение запаса и допустимого вылова имеется), а структуры рыбной части сообщества, что ведет к изменению соотношения отдельных видов в промысле. Величина сырьевой базы рыболовства за рассматриваемый период (1930–2006 гг.) находилась в пределах от 3000 до 4000 т.

4.3. Рыболовственная база на Онежском озере

Производственные орудия добычи рыбы, используемые на водоеме, менялись по мере развития рыболовства и социально-экономических условий. Как показывает многолетняя история рыбного промысла на Онежском озере, в силу его непростых батиметрических, гидро- и метеорологических условий, особен-

ностей промысловой ихтиофауны, вести активное рыболовство здесь достаточно трудно. Разнообразные условия промысла обуславливают относительно широкий ассортимент орудий лова, но с преобладанием пассивных типов (ловушек, обьечаивающих орудий). Организованный промысел носит в большей степени путинный характер, и основная часть промысловых орудий лова выставляется весной и осенью. В связи с этим большая часть улова рыбы приходится на весну (май-июнь, до 40–50% от годового) и осень (сентябрь-октябрь, до 30–40%). В подледный период добывается 5–10% от общего улова.

До 1930-х гг., когда добыча носила в основном индивидуальный характер, в промысловой базе рыбаков присутствовали тягловые невода разных конструкций и размеров (наиболее старинные и употребляемые ловушки), мережи береговые и большие, приколы, мерды и верши, сети ставные (лососевые, сиговые, ряпушковые и пр.) из льняных нитей, крючковые снасти (продольники, дорожка). Для передвижения и обслуживания промысла использовались лодки и мотоботы (Покровский, Смирнов, 1932; Новиков, 1937).

После коллективизации (1930–1950 гг.) промысловая база организованных заготовителей несколько изменилась в количественном плане и ассортименте (табл. 4.2). Снизилось число тягловых неводов, береговых мереж, ставных сетей, практически исчезли крючковые орудия и мерды. В то же время появились новые снасти и способы лова – невода ставные, заколы, тралы – донный (оттертрал) и разноглубинный, а также траловый флот (тип судов СТБ). С 1951 по 1957 гг. велся активно траловый лов, который был запрещен с 1958 г. в донном варианте и в 1961 г. – в разноглубинном. Причина тому – высокий прилов молоди ценных видов – сига, судака, палии, ряпушки и пр. (Гуляева, Кудерский, 1964; Дмитренко, 1966). Начиная с середины 1950-х гг. постепенно совершенствуется качество орудий лова – хлопчатобумажная и льняная нить заменяются капроновой, а с конца 1980-х полотно ставных сетей все чаще состоит из полимерной мононити. Увеличиваются размеры мереж, ставных неводов и сетей, постепенно механизированы лов крупнокачейными сетями. Все это привело к повышению уловистости орудий лова, сокращению их числа и количества рыбаков (Александров и др., 1959).

Т а б л и ц а 4. 2
Производственная база рыболовства на Онежском озере, (орудия лова, шт.)

	1930—1935		1952—1956		1985—1989		1996—2000		2001—2006	
	среднее	Lim	среднее	Lim	среднее	Lim	среднее	Lim	среднее	Lim
Орудия лова	9150	6618—11124	4295	3512—5679	2942	1800—3500	1425	942—1951	1986	1324—3114
Сети ставные 30 мм и >, промысел	—	—	—	—	—	—	≈1500	—	≈1700	—
Сети ставные, кр./яч., любители	—	—	54	16—86	95	70—105	49	26—71	72	45—75
Ст. невод м./яч.	—	—	—	—	21	13—25	8	2—15	9	3—31
Мережи м./яч.	—	—	—	—	305	150—370	61	16—117	27	12.—43
Мережи кр./яч.	—	—	—	—	—	—	3	3.—15	14	7.—40
Мережи малые	4865	3232—5917	1386	782—2355	—	—	—	—	—	—
Мережи большие	1050	716—1315	854	753—910	—	—	—	—	—	—
Заколы	—	—	41	32—47	—	—	2	—	16	1.—21
Невода закидные	407	366—454	55	48—64	1	—	1	1.—2	1	1.—3
Трал пелагич	—	—	20	15—21	2	1—2	1	1	3	1.—4
Мерды, верши	2435	2284—	—	—	—	—	—	—	—	—
Крючки	95640	83920—102000	400	—	—	—	—	—	—	—
Число организаций, рыбаков	—	700—800	660	633—701	200	170—220	—	250—300	—	230—375
Общий улов, т	1709,4	1319—2202	2256	1820—2610	2923	2134—3302	1062	574—1197	2098	1874—2361

К этапу доминирования государственных рыбодобывающих организаций (Гослов) (1980 г.) производственная база рыбодобычи оказалась достаточно оптимизирована по ассортименту орудий лова (активные – разноглубинный трал и прочие пассивные ловушки и сети). Их количество (особенно крупноячейных сетей) не всегда соответствовало рекомендуемым величинам, в отдельные годы, превышая необходимый уровень, что привело к нарушению соотношения «запас – промысел» по некоторым видам рыб и вызвало снижение запасов сига, судака, налима, корюшки и ряпушки.

В переходный рыночный период, с 1991 г., централизованный государственный промысел стал быстро разрушаться, уровень промысловой нагрузки в первые годы объективно понизился, особенно по ставным ловушкам (мережи, невода). Бывшие организации гослова стали преобразовываться в акционерные общества или дробились на частные предприятия. С другой стороны, появились многочисленные рыбаки-любители (1991–1992 г.), которым было разрешено использовать промысловые ставные крупноячейные сети и другие орудия лова. Все это привело к росту числа пользователей разных форм собственности, затрудняя контроль над промысловой базой и величиной вылова. Постепенно, с 1998 г., стал возрождаться лов разноглубинным тралом.

С 2006 г. был запрещен любительский лов промысловыми орудиями (в том числе и сетями). Ситуация на промысле стала меняться в сторону упорядоченности по получению квот, районам промысла и т. д.

Как следует из истории рыболовства на Онежском озере, ведение промысла постепенно совершенствовалось как по прибрежному, так и по пелагическому и глубинному лову рыбы. Формы организации лова за последние 120 лет менялись от индивидуального и бригадного промысла (до 1930 г.), к образованию рыбацких колхозов (1930-е гг.), и в последующем – к государственному доминированию (1970–1980 гг.) в добыче, реализации и переработке улова. После разрушения государственной собственности в рыбном хозяйстве организация ведения добычи и дальнейшая переработка рыбы перешли в руки юридических лиц и предпринимателей, численность которых в 2006 г. составила 100 человек. В целом добыча рыбы перешла к мелкозвеньевой системе (бригады 3–5 человек).

Новый этап в организации рыболовства на озере наступил после 2005 г., когда вошли в действие «Закон о рыболовстве и сохранении водных биоресурсов» (2005 г.) и «Правила рыболовства» (2007 г.). По новому законодательству, организованное (промышленное, любительское и

др. виды) рыболовство проводится на закрепляемых договорами рыбопромысловых участках. Пока определение и закрепление таких участков находится в начальной стадии развития и потребуется некоторое время для упорядочения промысла в соответствии с законодательством.

4.4. Изменение объема и состава промысловых уловов

Статистика вылова промысловых видов рыб в Онежском озере по разным периодам имеет неодинаковую точность. До 1930-х гг. оценка объемов вылова проводилась расчетным способом, по опросам рыбаков. По мере централизации рыболовства, с 1930-х гг. учет вылова стал базироваться на отчетах организаций (колхозов, гослова и второстепенных заготовителей), в связи с чем постепенно улучшалось качество официальной статистики. В табл. 4.3 представлена динамика вылова промысловых видов рыб по данным рыбохозяйственных организаций. Имевшая место группа «мелочь» была разделена на основании научных материалов по видовому составу и доли каждого вида в группе. Величины вылова усредняются за пять лет и охватывают период с 1930 по 2006 гг. Данные относятся ко всему Онежскому озеру, в величину вылова включены уловы всех пользователей.

Величины общего улова, вылов конкретного промыслового вида и их динамика тесно связаны с несколькими факторами. Одни из них зависят от рыбохозяйственной деятельности человека, другие — не зависят и относятся к природным. В первой группе основными являются:

- интенсивность промысла (промысловое усилие на единицу площади);

- промысловое усилие (число орудий лова, используемых в течение определенного времени — накопленное за год промысловое усилие);

- величина допустимого улова;

- уровень технической оснащенности рыболовства;

- правила рыболовства;

- техногенное воздействие и социально-экономическая политика;

- спрос на рынке;

- инфраструктура в бассейне водоема и пр.

Во второй группе факторов выступают:

- величины и состояние промыслового запаса;

- гидрологические условия водоема;

- гидрометеорологические условия в период ведения промысла;

- непредсказуемые природные аномалии на водоеме и др.

Общеизвестно, что величина улова косвенным образом может отражать уровень промысловых запасов объекта при условии стабильности промыслового усилия и селективности промысла в течение ряда лет наблюдений (Рикер, 1979). В то же время промысел сам активно влияет на состояние запасов рыб и выступает основным и прямым элементом для управления этими запасами в водоемах.

Данные табл. 4.3 отражают величины вылова конкретных видов рыб Онежского озера в разные периоды рыболовства, с его неизвестной интенсивностью и селективностью. На протяжении истории добычи использовались разные орудия лова, поэтому их годовое накопленное усилие, уловистость, селективность неизвестны, что диктует необходимость весьма осторожно сравнивать многолетние и межгодовые результаты промысла. Тем не менее уловы остаются прямым индикатором последствий промысла на Онежском озере и должны использоваться для ориентировочной оценки состояния запасов рыб и прогноза для их наиболее эффективной эксплуатации.

Из анализа динамики уловов промысловых рыб озера можно сделать ряд обобщений. Основу статистических величин уловов составляют 10–12 видов. К главным относятся (по мере снижения их доли в улове): европейская корюшка, европейская ряпушка, налим, сиг, судак, лещ, окунь, плотва, щука, ерш. Вылов лосося, кумжи, палии и хариуса в конце 1980-х гг. (последние годы государственного промысла) составлял около 0,5% в общем улове. Начиная с 1990 г. официальная статистика вылова этих видов соответствовала реальной или отсутствовала (запрет на промысел). В целом промысловый улов на протяжении всего периода наблюдений базируется на двух группах, включающих в себя: на 50–85% – корюшки и ряпушки и на 50–25% – прочих видов (крупный и мелкий частик).

В многолетнем аспекте (с 1935 по 2006 гг.) наблюдаются следующие тенденции в динамике уловов хозяйственных групп: доля лососевых в общем улове снизилась в 2–4 раза; уменьшился удельный вес крупного частика (сиг, судак, налим, лещ) примерно на 20–30%, а мелкого (без корюшки и ряпушки) – примерно на 20%. Присутствие ряпушки в уловах более стабильно, тем не менее общий тренд за указанный период имеет небольшие отрицательные значения. Наиболее стабильные показатели отмечаются в уловах корюшки. Ее удельный вес в уловах постоянно возрастает (табл. 4.4) и за 70 лет увеличился в 2 раза.

Анализ динамики видового состава и величин общих уловов приводится нами ниже для периода с 1935 по 2006 гг.

Т а б л и ц а 4.4

Динамика удельного веса (%) хозяйственно значимых групп рыб в уловах Онежского озера

Группы / Годы	1935– 1938	1951– 1955	1961– 1965	1976– 1980	1986– 1990	1996– 2000	2001– 2006
Лососевые	0,9	1,8	1,0	0,9	0,5	0,2	0,2
Крупный частик	12,8	20,6	13,9	14,9	11,2	10,1	10,4
Мелкий частик	9,1	12,9	9,8	9,7	11,4	4,5	7,6
Ряпушка	46,6	33,2	32,1	34,1	30,1	29,1	17,9
Корюшка	16,0	31,4	43,2	40,4	46,7	56,1	63,8

Лососевые. *Лосось* является ценнейшей промысловой рыбой Онежского озера. Хотя удельный вес лосося в общих уловах всегда был невелик (за последние 50 лет он не превышал 1,7% от общего годового улова), высокая стоимость в значительной мере определяет характер его промысла на водоеме. Ведущее положение в уловах занимал наиболее многочисленный лосось р. Шуи. Еще 15–20 лет назад его вылов достигал приблизительно 10 т и составлял до 75% всех уловов лосося по озеру. Численность его нерестового стада в этот период оценивалась в пределах 1300–2100 особей (Костылев и др., 1980). К середине 1990-х гг. численность стада шуйского лосося существенно не изменилась (Валетов и др., 1995), но уловы его резко сократились. Однако объяснить этот факт следует не значительным снижением запасов лосося, а, прежде всего, некорректностью статистики уловов после перестройки промысла.

На втором месте по величине запасов находится лосось р. Водлы. В позапрошлом веке в Водлинском промысловом районе (р. Водла и Шальская губа) вылавливали до 6,5 т лосося (Данилевский, 1875), значительную товарную продукцию он давал и в прошлом столетии: 5,2 т (1932 г.), 4 т (1953 г.), 3,1 т (1976 г.). К середине 1990-х гг. уловы водлинского лосося, как и общие уловы лосося по озеру, резко уменьшились.

Уловы лосося р. Андомы в довоенный период доходили до 750 экз., или 3 т за сезон (Вещезеров, 1931), максимальный улов в послевоенные годы (1952 г.) составил 2,5 т (Беляева, 1959). Современная численность андомского нерестового стада лосося не превышает и сотни особей (Коренев, 1995).

До 1960-х гг. уловы онежского лосося оставались сравнительно стабильными. В течение последующего десятилетия они значительно снизились, но в 1970–1980-х гг. наблюдалось определенное

увеличение вылова. С конца 1980-х гг. уловы опять снижаются. С середины 1990-х гг. наблюдается их особенно резкое падение. В годы специализированного промысла (бригадами Гослова) основной улов падал на ходового лосося шуйского стада. В качестве орудий лова использовались двух- и четырехкотловые глубоководные невода. В последние годы, в связи с перестройкой промысла, основная добыча лосося приходилась на сетной лов индивидуальных рыбозаготовителей, в большинстве случаев без регистрации улова. Часть лосося добывалась спиннингом по лицензионной квоте (реки Шуя и Пяльма).

Как видно из приведенной статистики, уловы лосося всегда были подвержены очень значительным колебаниям (табл. 4.5). Следует сказать, что причины такого положения кроются не в адекватном снижении численности популяции онежского лосося, а в прекращении специализированного промысла, а также в некорректности данных официальной статистики, не учитывающей уловов многочисленных частных рыбозаготовителей и браконьеров. Судя по всему, в силу своей высокой цены, реальный вылов лосося всегда замалчивался рыбаками. Данные И. Л. Шурова, В. А. Широкова (2003), основанные на достаточно детальных и серьезных наблюдениях, о чем говорилось выше, убедительно доказывают, что неофициальный лов лосося на всей акватории Онежского озера достигает приблизительно 100 т.

Т а б л и ц а 4. 5

Статистика вылова онежского лосося за последние 100 лет (Китаев, 1999)

Год	1875	1880	1883	1895	1930	1935	1945	1955	1965	1975	1985	1990
Вылов, т	16,9	18,4	22,0	100	27,2	8,6	28,0	20,4	9,3	17,0	12,6	6,1

Палия, наряду с озерным лососем, является ценнейшей промысловой рыбой на Онежском озере. В конце прошлого века товарный вылов онежской палии оценивался, по данным Н. Н. Пушкарева (1900), в объеме не менее 68 т. Однако уже в начале 30-х гг. нашего века уловы палии снизились в 15 раз, составив порядка 4,5 т (Смирнов, 1933). Причинами такого резкого падения уловов А. Ф. Смирнов считает сокращение промысла, а также массовую паразитарную инвазию палии. В послевоенные годы наибольшие уловы палии приходились на первую половину 1950-х гг. (среднегодовой вылов в 1950–1954 гг. составил 19,5 т, или 0,9% от общего улова рыбы по озеру, максимальный вылов – 27,2 т, или 1,3% всего годового улова

зарегистрирован в 1953 г.). До конца 1980-х гг. уловы палии держались в пределах нескольких тонн, но с конца 1980-х учтенный вылов не достигал и 1 т. Подавляющая часть вылова палии (выше 90%) всегда приходилась на акваторию карельской части водоема. В годы развитого промысла (1960–1980-е гг.) и доминирования государственного лова (Петрозаводский рыбокомбинат) наибольшие уловы палии (до 60–90%) имели место в северо-восточной части озера (Повенецкое, Толвуйское и Кузарандское Онего). В южной части озера наибольшие уловы (до 30% всех уловов по озеру) приходились на Вытегорско-Андомский район. В общем балансе вылова на долю так называемых вторичных заготовителей (отделы рабочего снабжения, потребкооперация и др.), как правило, падала основная часть улова палии. Основными орудиями лова являлись ставные сети, часть палии вылавливалась мережами и ставными неводами, выставленными для лова ряпушки и другой рыбы.

С прекращением организованного промысла уловы палии существенно упали, но статистикой фиксируется лишь малая часть реальной добычи. Однако, как видно из приведенной статистики, в последние годы заготовители демонстрируют большую открытость и начинают показывать уловы палии.

Т а б л и ц а 4 . 6

Статистика вылова палии за последние 100 лет (Китаев, 1999, данные Россельхознадзора)

Год	1895	1930	1935	1945	1955	1965	1975	1985	2003	2004	2005	2006
Вылов, т	68	12,6	4,5	23,0	9,9	9,1	3,0	3,1	1,7	1,8	2,2	2,9

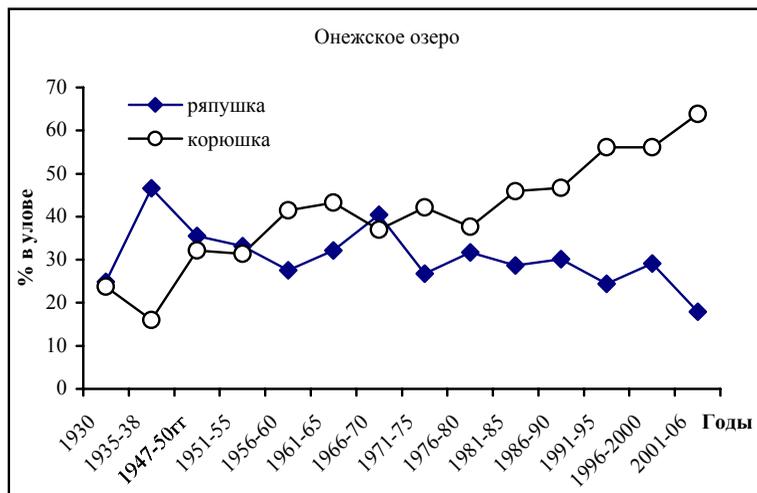
Палия в течение длительного периода являлась объектом искусственного воспроизводства. Первые опытные работы по ее разведению (полевым методом) на Онежском озере были выполнены Карельской научно-исследовательской рыбохозяйственной станцией еще в 1931 г. В 1980-е гг. Карельским отделением ГосНИОРХ продолжено изучение онежской палии на предмет возобновления ее искусственного воспроизводства (Арендаренко, 1964). С 1976 г. работы по разведению онежской палии возобновились в производственном масштабе. Собранная икра инкубировалась на рыбоводных заводах Карелии, посадочный материал (сеголетки и годовики) выпускался в маточный водоем (Онежское озеро) и (в целях

акклиматизации) в оз. Мунозеро (бассейн р. Шуи, Кондопожский район). Однако объемы рыбоводных работ нельзя назвать значительными (выпуск осуществлялся в пределах нескольких десятков тысяч мальков) и не соответствовали возможностям и потребностям этого крупного водоема.

Озерная форель (кумжа). Озерная форель, которую ранее относили к промысловым объектам, с 1994 г. занесена в Красную книгу РФ и поэтому выведена из объектов рыболовства. Подобно лососю образует локальные стада (Смирнов, 1975; Рыжков, 1984), но в отличие от лосося способна нереститься не только в крупных (Шуя, Водла, Андома и др.), но и в малых реках бассейна озера. Уловы озерной форели в годы Гослова были незначительны. За последние 50 лет (до 1990 г.) заявленный вылов был в пределах 0,1–4,9 т (в среднем 0,51 т), наибольший улов – 4,9 т в 1950 г. Вылавливалась форель теми же орудиями лова, что и лосось. Основными районами промысла были Петрозаводская губа, Толвуйско-Кузарандское и Пялемское Онего (54–98% улова). Весьма ценный объект, как для рыболовства, так и рыбоводства, требует поддержания численности популяции за счет искусственного воспроизводства.

Корюшка – самый массовый, относительно короткоцикловый и пелагический вид с удельным весом в общем улове от 16 до 65% (рис. 4.2). Анализ абсолютной величины улова за многолетний период показывает высокую вариабельность ее уловов – от 290 до 1450 т. Корюшка во время ее нереста является объектом массового прибрежного промысла мережами, ставными неводами. Ее добыча во время нагула (пищевые миграции) ведется с помощью разноглубинного трала. Основными местами добычи корюшки в озере являются Шальский, Вытегорско-Андомский районы, Петрозаводская губа и район Пялемско-Кузарандского Онего. Доля прочих промысловых районов в общей добыче корюшки невелика. Часть бывших мест вылова (Суйсари, Кондопожская губа и др.) потеряла свое значение из-за загрязнения.

Межгодовая величина уловов корюшки колеблется в широких пределах, что свойственно данному виду. Тем не менее четко просматривается тренд на рост абсолютных и удельных уловов, особенно после 1980-х гг. На это указывают и увеличение величины ее запасов, определенные с помощью прямого метода – эхометрической и траловой съемок (СевНИИРХ, 2001, 2002, 2003).



Р и с . 4 . 2 . Динамика удельного веса корюшки и ряпушки в общих уловах Онежского озера, %

Ряпушка – второй по величине уловов вид в сырьевой базе рыболовства. Среди двух экологических форм – обычных размеров и более крупной (килец), доминирующее положение занимает мелкая форма (Бабий, Сергеева, 2003). Уловы кильца весьма ограничены и колеблются в пределах от 1 до 5 т. Чаще всего килец попадает в прилове с другими видами. В отличие от корюшки, которая во время нагула предпочитает более глубоководные зоны озера (мета-гиполимнион), ряпушка в большей мере привязана к эпилимнической зоне (менее глубоководной). Для ее лова в прибрежье используют мережи и невода, а в пелагиали – ставные сети и разноглубинные тралы. Доля ряпушки в общем улове составляет от 17 до 50%, абсолютная величина улова в разные годы изменялась от 376 до 1163 т. Ее вылов более стабилен, чем уловы корюшки. С 1975 г. был введен лимит (квота) на вылов ряпушки в Онежском озере, т. е. вылов стал ограничиваться величинами допустимого улова. Из динамики величин улова и запасов (данные тралово-акустических съемок) следует, что величина запаса ряпушки более устойчива, чем у корюшки. Наиболее высокоурожайными поколениями этого вида были 1957, 1961, 1964, 1965, 1973, 1980 гг. (вылов колебался от 729 до 1109 т). Низкоурожайными являлись поколения 1959,

1962, 1969, 1971–1973, 1976, 1978, 1981 гг. (колебания вылова от 200 до 363 т) (Кутузов и др., 1990).

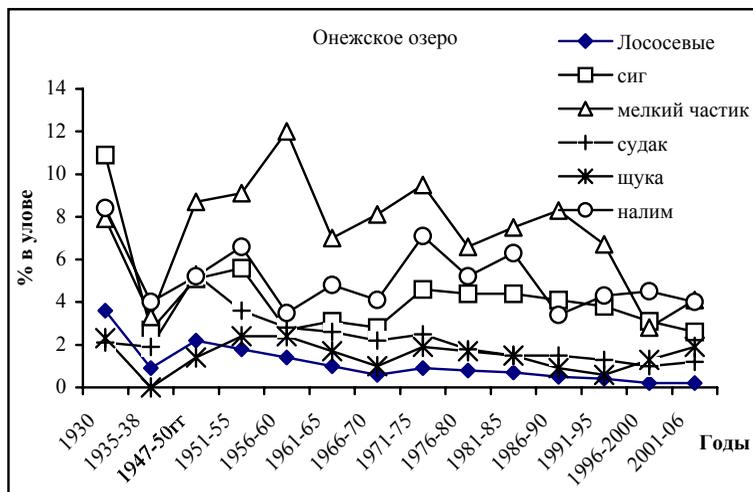
Основными промысловыми районами для ряпушки являются северо-восточная (в среднем 50–60% от общего ее улова) и Андомско-Вытегорская части (до 25–30%) озера, район Шелтозеро-Брусно (до 16%). Основные орудия лова ряпушки – мережи, мелкочастиковыми ставными неводами высотой 10–15 м, которыми в июле-августе и осенью (октябрь-ноябрь) обловливают соответственно нагульную (паровую) и преднерестовую – нерестовую ряпушку. С 1985 г. на промысле стал использоваться разноглубинный трал (район Большой губы и Повенецкого Онего). В 1985–1988 гг. вылов ряпушки тралом в карельской части озера составлял от 10–15% от общего ее улова. В начале XX в. этот показатель достигал 30–50%. В преднерестовое время ряпушка хорошо ловится в ставные ряпушковые сети. На озере существует промысловая мера для добычи ряпушки, которая равна 10 см.

Ряпушка в настоящее время в основных промысловых районах нерестится над глубинами 18–25 м. Возможной причиной этого может быть повышение среднегодовой температуры, что приводит к продолжительным теплым осенним периодам.

Интересной особенностью динамики запасов массовых рыб-планктофагов – корюшки и ряпушки, является разнофазная направленность их численности, что косвенно отражается и на абсолютных (табл. 4.3), и на удельных величинах уловов (рис. 4.3). Разнонаправленность связана с отличиями в их питании. Корюшка в большей мере питается в глубоководной (мета-гиполимнической) части озера, а ряпушка – в более мелководной – эпилимнической. Межгодовые и многолетние колебания термических условий способствуют повышению продуктивности то эпилимнического (в теплые годы), то мета-гиполимнического зоопланктона. Это является основной причиной разнофазных колебаний численности ряпушки и корюшки в Онежском озере, да и не только в нем (Николаев, 1983).

Сиги. Из перечисленных 9 форм сигов промысловое значение еще 50 лет назад имели следующие экологические формы: из озерных – сиг-лудога и ямный, из озерно-речных – водлинский и шуйский. Эти виды определяли общий вылов сига по водоему. При этом промысел базировался на запасах озерных сигов, составляя до 90% от общего улова по водоему, и лишь 10% приходится на проходные формы. Однако достаточно сложно составить представление об общем объеме вылова сигов в середине XIX – начале XX вв., так как сведения по

вылову относились к отдельным районам озера. Так, Н. Я. Данилевский (1875) говорит о вылове 80 тыс. сига только в устье р. Водлы, что составляет «слишком 3000 пудов» или приблизительно 48 т. Речь здесь идет исключительно о товарной рыбе, вывозимой за пределы района добычи. По данным Н. Н. Пушкарева (1900), в Шальской губе, включая р. Водлу, в 1895–1900 гг. вылавливалось около 46 тыс. экз. сига или приблизительно 118 т. В этот же период на акватории средней части Онежского озера рыбаками Кижского архипелага и д. Ялгуба добывалось приблизительно 6150 пудов сига или 98,4 т, а в устье р. Суны – приблизительно 35–40 возов сига, что составляет 1140–1290 пудов или 18,5–21,5 т. Здесь, конечно, приводятся наиболее продуктивные места лова. Так, например, в истоке р. Свири и прилегающей акватории уловы сига в этот же период (1895 г.) составляли приблизительно 1,6 т. Тем не менее общий вылов сига, исходя из приведенных показателей по всему озеру, мог колебаться в пределах 220–240 т.



Р и с . 4 . 3 . Динамика удельного веса крупного (сиг, судак, налим, щука, лососевые) и мелкого частика в общих уловах Онежского озера, %

Анализ наиболее продуктивного по объемам вылова района (Шальская губа, включая р. Водлу) в 1926–1932 гг. демонстрирует, во-первых, заметное снижение уловов, во-вторых, значительные их колебания (Смирнов, 1935). Максимальный вылов отмечен в 1927 г. и

составил 31,2 т, минимальный (7,2 т) наблюдался в 1932 г. Сравнивая приведенные выше цифры, можно заметить уменьшение улова сига за тридцатилетний период в 4–16 раз.

Среднегодовалый вылов сига в 60–80-х гг. прошлого века в границах Карелии составил 56 т, в границах Вологодской и Ленинградской областей – 27 т, в целом по Онежскому озеру – 83 т. Максимальные уловы в озере отмечены в 1986–1989 гг., падение уловов сига в водоеме наблюдается с 1990 г. Уменьшение фактического улова сига объясняется прежде всего ухудшением естественного воспроизводства и сокращением запасов данного вида (особенно проходных форм) в связи с возросшей промысловой нагрузкой, в первую очередь, нелегальным выловом. Добычу сига рыбозаготовители проводят с промысловых судов на глубинах 20–40 м в период нагула (май–сентябрь). В октябре–ноябре часть сетей переставляют на более мелководные участки с глубинами 10–20 м, где осуществляется лов нерестового сига.

Разнообразие форм сига Онежского озера определяет различия в размерах, массе, темпах роста, возрастном составе уловов сига из различных его участков. В районах Малое Онего, Бесов Нос, Муромский Мыс преобладает ямный сиг, в северо-восточной части озера – сиг-лудога, в Петрозаводской губе – шуйский сиг, в предъустьевом участке р. Водлы – водлинский сиг. Ниже приводятся данные по промыслу и состоянию запасов основных форм сига Онежского озера (лудоги, ямного, водлинского и шуйского) и дается биологическое обоснование величины их допустимого промыслового изъятия.

С и г-л у д о г а. Имеет наибольшее распространение в озере и встречается во всех районах озера, являясь в настоящее время в северо-восточной его части главной промысловой формой сига. Можно сказать, что динамика уловов сига в этом районе во многом зависит от состояния запасов лудоги. Для биологической характеристики лудоги, определения запасов, обоснования регулирующих мероприятий был использован материал опытных траловых уловов 1981–1984 гг. и для сравнения – промысловых уловов 1982–1984 гг. На биологический анализ брался сиг из следующих промысловых районов северо-восточной части озера: Повенецкое, Толвуйское, Кузарандское, Пялемское Онего. Проведен полный биологический анализ 1367 экз. из траловых уловов (Повенецкое Онего – 177 экз., Пялемское – 228 экз., Толвуйское – 792 экз., Кузарандское – 170 экз.), из промысловых – 350 экз. (Кузарандское, Пялемское Онего). Средние показатели размера и массы сига из траловых уловов в разных районах различны.

Так, например, средний вес сига в 1981 г. в Повенецком Онего был 304 г, Толвуйском Онего – 202 г, средний размер АД – 29,6 и 26,4 см соответственно. Средние показатели размера и массы даже в одном районе в течение ряда лет претерпевают значительные изменения. Средняя масса сига в Повенецком Онего за 1981–1984 гг. варьировала от 228 г (1982 г.) до 304 г (1981 г.), в Пялемском Онего – от 177 г (1982 г.) до 288 г (1984 г.), что характерно и для прочих районов и связано, видимо, с колебаниями численности поколений. В целом в опытных траловых уловах преобладали сизи длиной АД 22,5–35,0 см (до 90%) и массой до 400 г (90%).

Сравнение размерно-весового состава сегов из опытных траловых уловов в северном и южном районах озера показало, что сизи указанных районов имеют близкие значения массы, что говорит об однородности состава этих двух стад. В опытных траловых уловах 1981–1984 гг., которые характеризуют в основном нагульное стадо, в северно-восточной части озера встречались особи от 1+ до 11+ лет. Причем в 1981 г. преобладали шестилетки (25,2%), в 1982–1984 гг. – пятилетки (35%). До 70–80% в среднем приходится на три возрастные группы – 3+, 4+, 5+ лет. Численность указанных генераций в разные годы составляла в Повенецком Онего от 66,6 до 92,5%, в Пялемском Онего – от 45,7 до 92,6%, в Толвуйском Онего – от 51,8 до 82,9%.

Возрастной состав сегов в траловых уловах является одним из показателей состояния их запасов. Анализ многолетней возрастной структуры уловов сига по всему Онежскому озеру (как уже отмечалось, в траловых уловах сизи представлены в основном лудогой) показал, что доля взрослых групп, составляющих «остаток» в промысловом стаде (от 6+ лет и старше), в 1981 г. был близким к соответствующим показателям 1964–1967 гг. – 30–40%. В эти годы уловы сига по озеру были близки к среднемуголетним. В 1973, 1975, 1977, 1979, 1982–1984 гг. на остаток приходилось около 10–15%. Учитывая, что уловы сига в Онежском озере находились в этот период на уровне, превышающем среднемуголетний, удельный вес в уловах старшевозрастных групп в размере 10–15% можно считать оптимальным, соответствующим нормальному уровню естественного воспроизводства и обоснованной промысловой нагрузке на популяцию. В промысловых сетных уловах (Кузарандское, Пялемское Онего) сиг-лудога представлен в последние годы особями в возрасте от 4+ до 13+ лет. Основу промысловых уловов составляют особи четырех возрастных групп – от 5+ до 8+ лет, на долю которых и приходится в среднем 89,5%. Модальной возрастной группой являются

семи-восьмилетки (6+–7+). Средняя длина и масса рыб внутри отдельных возрастных классов по годам могут колебаться довольно существенно. Преобладание средних показателей длины и массы тела практически во всех возрастных группах в промысловых уловах объясняется селективностью орудий лова (сетей).

По данным траловых уловов (1983–1984 гг., октябрь–ноябрь), в преднерестовый и нерестовый периоды в северо-восточной части Онежского озера возраст самцов отдельных половозрелых особей сига-лудоги составлял 3+ лет, в массе половозрелым сиг становится в возрасте 4+ (пять) – 6+ (семь) лет: самцы в возрасте 4+–5+ лет, самки 5+–6+ лет. Неполовозрелые самцы старше шестилетнего возраста не встречались; осенью самки с половыми продуктами на II–III стадиях развития единично наблюдались при длине АД 37,5–40,0 см, что отмечалось в водоеме и ранее. Однако, по-видимому, указанные особи пропускали нерест. Наименьший промысловый размер (АД) сига, допустимого к вылову на Онежском озере, установлен в 30 см. 60–70% самцов и самок достигают половой зрелости при размерах свыше 30 см в возрасте 5+ лет. Следовательно, промысловая мера на сига соответствует возрасту полового созревания. Рыбopодукция половозрелой части популяции сига, с учетом возрастной группы 5+ лет, которая в последующий год будет эксплуатироваться промыслом в полную меру, составляет 21,3 т. Оптимальный вылов сига в северо-восточной части Онежского озера, равный годовому приросту ихтиомассы выживших рыб половозрелой части популяции с возрастной группой 5+ (шесть) и приловом молоди возрастной группы 4+ (пять) лет – 3,1 т, оценивается величиной 19,5–20,5 т. Соответствующие расчеты по сигу-лудоге других промысловых районов показали, что вылов его в южной части озера допустим в объеме 8–10 т, в Центральном и Малом Онего – 4–5 т, в Большом Онего – до 4 т.

В начале XXI в. вылов сига колебался от 37,1 до 14,3 т. Однако, как уже отмечалось выше, размерно-весовые характеристики сигов значительно снизились, и сейчас на пуд вряд ли приходится 19–22 сига, как это было во времена Н. Н. Пушкарева (1900), а при средней навеске 380–420 г таких сигов на пуд будет 38–42 экз.

Высокий уровень промысловой сетной базы в определенной мере обуславливается депрессией сига. В целом можно отметить общую тенденцию к снижению этих запасов. Биологические показатели озерных сигов, полученные за период 1985–2006 гг., указывают на омоложение популяции, снижение в уловах доли старшевозрастных и

крупных особей. Все это результат интенсивного, селективного и слабоконтролируемого сетного промысла последних 20 лет. Современную добычу сига проводят в основном с помощью ставных сетей, попадается он в мережи и ставные невода.

Запасы сига Онежского озера можно увеличить через оптимизацию промыслового усилия по видам рыболовства и районам лова, а также рекультивацию его нерестовых рек и запрет на любой его речной промысел.

Хариус хотя и является обычным, довольно широко распространенным в бассейне Онежского озера представителем ихтиофауны, но в промысле этот вид имеет лишь второстепенное значение. Наиболее высокий вылов хариуса в послевоенные годы пришелся на конец 1940-х гг., причем максимальный улов составил 1,4 т (0,1% от всего улова рыбы по озеру) и зарегистрирован в 1948 г. В последующие годы вылов хариуса не превышал 0,7 т, стабильно сохраняясь в период с 1950 по 1960 гг. на среднем уровне 0,5 т. В статистике уловов он фигурировал далеко не ежегодно. Нет данных по вылову хариуса и за период 2001–2006 гг. Причины низких объемов добычи хариуса в Онежском озере объясняются, прежде всего, организационной стороной дела. Специализированного промысла хариуса на водоеме не существует даже в нерестовый период (наибольшие концентрации), в другое же время промысел направлен на вылов, прежде всего, массовых ценных видов рыб (лосося, сига, ряпушки, судака, леща). Вопрос о целесообразности искусственного разведения хариуса в Карелии был поставлен уже давно (Новиков, 1937), но до сих пор такие работы не вышли за пределы экспериментов. В 1948 г. Карелгосрыбводом было получено и выпущено в Онежское озеро 115 тыс. экз. жизнеспособных личинок хариуса. В начале 1980-х гг. опытные работы по разведению озерного хариуса (преимущественно ладожского) были выполнены СеврыбНИИпроектом, при этом было выведено около 140 тыс. личинок, предложены практические рекомендации по сбору и инкубации икры (Зайцев, 1985). Однако в дальнейшем эти мероприятия продолжения не получили, хотя в соседней Финляндии они проводятся регулярно, правда, без выращивания посадочного материала.

Налим. По значимости запасов и в общем улове рыбы по озеру налим устойчиво занимает третье место, а в группе хищных видов – первое. Часто его уловы (в среднем 103 т, максимально до – 200 т в конце 1980-х гг.) превышают суммарный вылов всех хищных рыб. В озере имеются две экологические формы – озерная (относительно

мелкая) и озерно-речная, заходящая на нерест в его крупные притоки. Судя по промысловым уловам нерестового стада (р. Водла), средняя длина и масса озерно-речной формы составляет 72 см и 4,2 кг соответственно, а озерной формы – 51 см и 1,0 кг (Веденеев и др., 2003). Основная часть жизни налима проходит в нагульном водоеме (озере), где его ловят в течение всего года.

Для лова налима в озерах и реках бассейна Онежского озера применяются различные орудия: невода, мережи, ставные жаберные сети. Специальный сетной лов налима отсутствует, он попадает в сети в качестве прилова, хотя хорошие результаты дают сети с ячейей от 45 мм и выше в южной части озера. В Шальском районе и в р. Водле лов налима осуществляется сетными приколами.

Анализ динамики уловов за 50-летний период показал, что общий вылов налима относительно стабилен и по десятилетиям составил в среднем: 1940-е гг. – 87 т, 50-е – 106 т, 60-е – 78,2 т, 70-е – 125 т, 80-е – 160 т, 90-е – 104 т, 2001–2006 – 85 т. Важное рыбохозяйственное значение и заметная роль в экосистеме озера принадлежат озерно-речному налиму р. Водлы (Веденеев и др., 2003). Доля этой формы налима в общем улове ранее достигала 20–50%. Запасы и уловы налима достаточно стабильны, их колебания связаны, прежде всего, с интенсивностью промысла и запросами рынка (1991–2006 гг.).

Судак. В озере этот вид образует одну из наиболее северных популяций с промысловыми, относительно невысокими величинами запаса. Тем не менее, судак входит в группу 6 видов рыб, наиболее эксплуатируемых всеми видами промысла. Судак распространен по всей акватории озера, и весь жизненный цикл проходит в его пределах. Основная масса этой рыбы вылавливается в северо-восточной части водоема, преимущественно в Кузарандском и Пялемском Онего, где судак встречается в наибольшем количестве как во время нереста, так и во время нагула и, в меньшей степени, – в Повенецком, Толвуйском и Малом Онего, в районах Шалы, Бесова Носа и мыса Муромского. В других частях акватории добыча судака носит эпизодический характер. Промысел судака в Онежском озере традиционно ведется ставными сетями, крупночастиковыми неводами и мережами. Наибольшие уловы достигаются обычно в мае-июне, во время преднерестовых концентраций рыб, и осенью (сентябрь-декабрь).

Максимальная добыча судака за весь период промысла составляла 103,4 (1954 г.). С середины 1950-х гг. и до 1990 г. вылов находился в пределах 30–60 т, в среднем 44 т, а в 1991–2006 гг. колебался от 16 до 33 т,

его снижение обусловлено не полным учетом улова. В целом после наибольших уловов середины 1950-х гг., уловы судака стали относительно стабильными, с небольшим отрицательным трендом к XXI в. С 1975 г., в целях охраны и рационального использования запасов судака, на его вылов был введен лимит (допустимый улов). Доля судака в общем вылове (без ряпушки и корюшки) за последнее время, несмотря на колебания абсолютных величин добычи, не проявляет тенденции к заметному уменьшению. Разрешенный размер судака при его промысле – 40 см.

По мнению Л. А. Кудерского с соавторами (1984), основным фактором, обуславливающим ограничение численности популяции судака в Онежском озере, является недостаточная обеспеченность его молоди рыбными кормами в период перехода с нектобентосного на хищное питание. Относительная стабильность удельной роли судака в уловах на протяжении длительного периода подтверждает это мнение.

Лещ. В таком холодноводном и глубоком водоеме, как Онежское озеро, лещ, как и судак, не имеет высокой численности, его уловы сравнимы с уловами судака. Достаточно плотные концентрации лещ образует в период нереста в мелководных участках северо-восточной и центральной частей, в северо-западных губах (Кондопожская, Уницкая, Великая), в южной его части.

Промысел леща ведется с помощью ставных неводов, мереж и ставных крупноячейных сетей. Основная часть улова приходится на июнь-июль и октябрь-ноябрь. Наибольший вылов (95 т) получен в 1954 г., до 1991 г. уловы изменялись в пределах 16–65 т (в среднем 34 т). В рыночный период уловы леща снизились из-за недоучета результатов промысла и отсутствия его специализированного лова.

В промысловых уловах размеры леща колеблются в широких пределах – от 25 до 52 см. Для этого вида существует промысловая мера в 30 см.

Динамика многолетних уловов, величина запаса за период 1980–2006 гг. и биологические характеристики леща отражают его удовлетворительное промысловое состояние в последние десятилетия.

Щука. В рыбном промысле щука присутствует в качестве прилова в крупноячейные и мелкочейные ставные невода, сети и мережи. Статистические уловы щуки по объемам невелики и составляют в среднем за десятилетия: 1950-е гг. – 48 т (максимальный улов за период наблюдений – 82 т – 1956 г.), 1960-е – 43 т, 70-е – 14 т, 80-е – 28 т, 90-е – 3 т, 2001–2006 – 13,7 т. Удельный вес щуки в уловах (в среднем около 1,1%) почти в два раза ниже такового для судака и леща. Общая динамика ее вылова в многолетнем аспекте имеет небольшую тенденцию к уменьшению. Невысокие

уловы щуки обусловлены тем, что эта рыба обитает преимущественно на участках водоема с зарослями высшей водной растительности, которые в Онежском озере занимают незначительные площади. Помимо этого, в озере отсутствует специализированный ее промысел. Наиболее многочисленна эта рыба в Челмужской, Оровгубе, Святухе, Кефтень, Уницкой, Великой, а также в устьевых участках рек. Максимальные уловы щуки приходится на период ее нереста. В целом можно констатировать, что состояние запасов щуки в озере удовлетворительное.

Группа «мелкий частик». Сюда включены такие виды, как плотва, окунь, ерш, густера, уклея, колюшка и «смесь» – мелкоразмерные особи данных видов. Около 50% улова в группе «мелкий частик» приходится на окуня и плотву. Доля этой группы в улове достаточно устойчива и зависит от спроса и государственной рыбохозяйственной политики. Ее удельный вес повышался в периоды интенсивного промыслового усилия (1951–1955-е, 1971–1975 гг.) и государственных плановых показателей на рыбодобычу (табл. 4.4, рис. 4.3). До 1990 г. доля группы находилась в рамках 8–16% (в среднем 11,8%), а общий улов колебался от 175 до 335 т (в среднем 253 т). С началом рыночных отношений вылов «мелкого частика» реально снизился с 12 до 4,5–8% (до 100–150 т), т. е. почти в два раза, что обусловлено спросом, который на эту продукцию упал в последние 15 лет.

Окунь. Окунь встречается практически повсеместно и приобретает все большую роль в практике любительского рыболовства. Он особенно многочисленен в северо-восточной части озера, где за один час траления донным тралом улов окуня составлял в среднем 24 кг или 32% от веса всего улова, в южной части – 11 кг или 13%, в Большом Онего – 7 кг или 10% и в Малом Онего – 3,6 кг или 4%. Специализированный промысел окуня на Онежском озере не ведется. Он залавливается преимущественно ставными неводами, устанавливаемыми для ловли ряпушки и корюшки. Учетные уловы окуня (без категории «мелкий частик») колебались от 84,9 т в 1955 г. до 2,1 т в 1992 г. Значительная часть выловленного окуня попадает в категорию «мелкий частик», где эта рыба составляет 21% от общей массы этой группы. В промысловых уловах (ставные невода) окунь представлен особями 3+–15+ лет, масса тела колеблется от 2 до 650 г (в среднем – 134 г). Основную часть составляют рыбы 6 возрастных групп от 4 до 9 лет, почти 60% от численности улова и 40% от его общего веса приходится на пяти-шестилеток. Лабораторией сырьевых ресурсов и прогнозирования СевНИИРХ по материалам промысловых и траловых уловов с использованием метода Тюрина были рассчитаны

основные параметры популяции окуня Онежского озера (табл. 4.7). Согласно этим расчетам численность промысловой части популяции составляет 3793000 экз., биомасса – 550 т, продукция – 150 т и в соответствии с этим предполагается наиболее рациональным ежегодно изымать порядка 120 т, при условии, что в промысловую эксплуатацию должны вступать рыбы в возрасте пяти лет (длина тела 15–16 см, масса 60–80 г).

Т а б л и ц а 4 . 7

Численность, иктиомасса, продукция окуня карельской части Онежского озера

Возраст	Факт. вылов		Численность, тыс. экз.	Биомасса, т	Продукция, т	Прирост вы- живших рыб, т
	тыс. экз.	т				
4	128	8	1068	94	53	44
5	99	12	1733	225	47	40
6	47	7	581	97	30	26
7	31	6	158	33	5	4
8	33	7	106	27	7	5
9	10	3	20,5	6	0,3	0,2
10	10	3	29,4	10	3	1,8
11	0,8	0,3	5,2	2	0,3	0,2
12	3,4	1,5	8,2	4	0,5	0,3
13	0,8	0,4	8,5	5	0,7	0,5
14	2,5	1,5	58,7	36	3	1,7
15	0,8	0,5	17,2	11	0,9	0,4

Представители группы «мелкий частик» в силу своих биологических особенностей (короткий жизненный цикл, высокая воспроизводительная способность, толерантность к условиям среды обитания) обладают высоким продукционным потенциалом. В ресурсном плане запасы и сырьевая база данной группы высоки, но используются достаточно слабо. В целом это резерв ресурсной базы озера, за счет которого может быть увеличен общий вылов рыбы.

4.5. Эффективность использования объектов рыболовства

Как отмечалось ранее, до 1975 г. объемы вылова промысловых видов рыб в озере не лимитировались, и величина улова в целом зависела, в первую очередь, от уровня развития производственной базы рыболовства, затем от состояния промысловых запасов, Правил рыболовства, гидрометеоусловий, аномального пространственного распределения объекта промысла, ухудшения рыночной конъюнктуры и пр. С 1975 г. объемы изъятия

стали ограничиваться лимитами на вылов некоторых промысловых видов, чьи запасы находились под угрозой перелова. К таким видам были отнесены сиг, судак, ряпушка и лещ. С принятием Федерального Закона «О животном мире» (1995 г.) лимиты на объемы вылова или общие допустимые уловы (ОДУ), стали обязательными для всех промысловых рыб (даже мелкого частика). В рыночный период (с 1991 г.) структура улова и его объемы стали в большей мере определяться спросом на тот или иной промысловый объект (в рамках ОДУ). Характерный пример этого – заметный рост вылова корюшки в озере с 1999 г., когда был найден рынок ее сбыта (Бабий, 2007), или высокий рыночный спрос на сига и судака, усиливший слабо контролируемый сетной промысел.

Эффективность рыболовства можно определять по разным показателям, например, таким, как производительность промысла, коэффициент эксплуатации, эффективное промысловое усилие и др. В нашем случае для характеристики эффективности рыболовства использовалось отношение величины статистического и экспертного улова к величине допустимого улова, выраженное в процентах. В рыбохозяйственных исследованиях это соотношение часто называют оправдываемостью прогноза допустимого улова, в данной работе он трактуется как уровень реализации допустимого улова. Данные по этому показателю для статистических (официальных) и экспертных объемов улова представлены в табл. 4.8.

Т а б л и ц а 4.8

Уровень реализации (%) допустимого улова промысловых видов в разные периоды рыболовства на Онежском оз. (по статистическим и экспертным величинам улова)

Виды	Статистический					Экспертный		
	1935– 1938	1976– 1980	1986– 1990	1996– 2000	2001– 2006	1985– 1989	1993– 1995	2000– 2003
Паляя	3	57	27	16	42	–	–	–
Корюшка	58	86	94	53	79	106	76	103
Ряпушка	63	69	77	44	54	73	100	85
Налим	37	99	86	25	38	100	53	60
Сиг	19	84	97	38	87	102	100	129
Судак	28	76	87	34	63	91	76	95
Лещ	–	64	65	23	51	68	57	71
Шука	39	31	54	5	35	42	58	54
Окунь	19	71	103	10	28	103	58	28
Плотва	–	117	80	10	36	80	75	50
<i>Среднее, общий улов</i>	46	71	82	37	61	81	71	80

Из данных табл. 4.8 следует, что некоторые виды (сиг, судак, ряпушка, корюшка) использовались промыслом достаточно интенсивно, и в отдельные годы их вылов превышал величину допустимого улова. Значительные превышения уровня ОДУ периодически наблюдались по сигу в течение длительного периода, с начала 1970-х до конца 1990-х гг. В конце 1990-х гг. чрезмерно эксплуатировались запасы корюшки и ряпушки. Высоким и близким к величине допустимого улова был вылов судака в период 1991–2000 гг. Неучтенный вылов рыбы любителями и браконьерами, использующими промысловые орудия лова, а также сокрытие объемов изъятия рыбы всеми пользователями определяет низкие статистические величины реализации ОДУ в 1991–1999 гг. Сравнение реализации ОДУ в 1985–1989 гг. (удовлетворительный учет вылова) с последующими 1990 гг. (становление так называемых «рыночных отношений»), свидетельствует о том, что неучтенная величина вылова по крупному частнику близка к величине заявленного улова, реальный улов корюшки в среднем на 20–30%, а ряпушки на 30–50% выше статистической величины вылова.

ГЛАВА 5

ЭКОСИСТЕМА ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

5.1. Антропогенные факторы и их роль в формировании качества среды обитания гидробионтов

Обобщая многочисленные исследования и результаты мониторинга на акватории Онежского озера, можно выделить целый комплекс источников негативного воздействия на его экосистему:

- сточные воды промышленности, объектов агропромышленного комплекса, жилищно-коммунального хозяйства и точечные источники, такие как дачные участки, базы отдыха, объекты аквакультуры и т. д.;

- ливневый сток с урбанизированных территорий, сельхозугодий, шламовых отвалов, свалок и пр. (талые снеговые и дождевые воды);

- мелиоративный сток от систем лесосошения и сельхозугодий (коллекторно-дренажные воды);

- отходы водного транспорта;

- атмосферные выпадения с осадками (твердые, газообразные, жидкие);

- нефтегазовый комплекс (транспортировка нефти, хранилища нефтепродуктов);

- изменения гидрологического и теплового режима водных объектов от деятельности предприятий (ГЭС, ТЭЦ,);

- дноуглубление, строительство причалов, работа портов;

- разработка больших карьеров при добыче полезных ископаемых;

- вырубка лесов и транспортировка древесины;

- добыча рыбы и других водных ресурсов (объектов);

- интенсивный водозабор;

- добыча нерудных стройматериалов со дна водоемов.

В этом списке приведен далеко не полный перечень источников отрицательного влияния на экосистему Онежского озера, однако, с нашей точки зрения, именно названные являются основными. Каждый из этих факторов имеет свои характерные особенности и механизмы негативного воздействия на функционирование водной экосистемы.

Техногенные воздействия на гидробионтов разделяются по времени (временные и постоянные), по месту (локальные и общие), по интенсивности (частичные и полные) и по характеру (прямые и косвенные). Косвенные или опосредованные воздействия представляют собой непреднамеренное изменение природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственными мероприятиями (например, подтопление территорий при создании водохранилищ, образование токсичных веществ при вторичном загрязнении).

Прямое или непосредственное воздействие также не всегда планируется человеком, но приводит к негативным изменениям экосистем, которые, в конечном счете, являются коллекторами всех видов техногенного и природного влияний.

Все многообразие антропогенного воздействия на водные объекты и их биоту можно сгруппировать по четырем основным направлениям:

- изменение условий обитания гидробионтов (температурный, газовый, химический и гидродинамический режимы), вызывающее снижение биопродуктивности;

- нарушение биотических связей между группами гидробионтов (ухудшение кормовой базы, снижение устойчивости, инфекции, «биологическое» загрязнение и т. д.), ведущее к деградации одних и процветанию других популяций или групп организмов;

- прямое уничтожение гидробионтов (токсическое, механическое, промысел и т. д.), снижающее их общую численность;

- прямое отторжение водоема или его части, включая коренную трансформацию режимов при гидростроительстве, дампинги, инженерное обустройство, создание бассейнов-охладителей, хвостохранилищ и т. д. на базе естественных водных объектов.

В двух первых случаях экологические последствия, особенно для рыбной части сообщества, могут проявляться с запаздыванием, а сила самого воздействия во многом зависит от абиотических факторов. Так, токсичность тяжелых металлов в большей степени зависит от жесткости воды, а ядов органического ряда – от ее температуры, но дефицит кислорода в воде снижает устойчивость рыб (гидробионтов) к токсикантам независимо от их химической природы. В этом процессе значительна роль аккумуляции большинства веществ (и других форм воздействия) гидробионтами и донными отложениями в концентрациях, превышающих до 10^6 их содержание в воде (Лукьяненко, 1998).

С другой стороны, рыбы обладают мощным физико-биохимическим механизмом адаптации и акклиматизации как к резким

кратковременным, так и к длительным малозаметным изменениям факторов водной среды (до известных пределов для различных групп рыб). Амплитуда колебаний абиотических условий в водоемах различной трофности не одинакова, равно как и устойчивость групп рыб. Отсюда верхние и нижние границы допустимых изменений факторов среды при техногенных нагрузках в разных водоемах, (а для Онежского озера – в разных его районах), также отличаются.

В водоеме постоянно идут процессы трансформации и транслокации факторов, развиваются вторичные явления, которые в сочетании с первичными изменениями вызывают реакцию экосистемы, в основе своей ведущей к снижению биопродуктивности (Лесников, 1998; Лукьяненко, 1998).

Традиционное представление о рыболовстве, как главном факторе, определяющем состояние рыбных ресурсов, в современных условиях не совсем корректно. На первое место выходят иные виды хозяйственной деятельности, список которых возглавляют промышленные сточные воды, выпадения из атмосферы, гидротехника и водный транспорт. Рассматривать влияние рыболовства на состояние запасов рыб следует только в комплексе с техногенной нагрузкой.

Существенными негативными факторами являются ливневый и речной стоки, дренирующие урбанизированные территории. Например, в Петрозаводскую губу дополнительно к 40–60 млн м³ сточных вод, прошедших коллектор очистных сооружений (КОС), ежегодно поступает порядка 133 млн м³ вод р. Лососинки, Неглинки и ручьев, 10 млн м³ ливневого стока и 3,08 км³ вод р. Шуи, качество вод которых в нижнем течении характеризуется как «загрязненные III и IV класса» по шкале «Госкомгидромета». В общей сложности из всех источников, включая воздушные, в губу поступает до 110 тыс. т веществ техногенного происхождения, загрязнение от которых распространяется на районы Большое и Центральное Онего включительно (Горбачев, 1996). В илах этих районов обнаружено значительное увеличение содержания органических веществ, биогенных элементов (фосфора) и металлов (Васильева, Белкина, 1996).

Кроме р. Шуи, весомый вклад в загрязнение и эвтрофирование озера вносят реки Водла (около 30%), Суна (около 10%), Андома (8%), Вытегра и др. Общий среднегодовой химический сток с бассейна составляет около 390 тыс. т органических веществ, 100 тыс. – взвешенных, 900 тыс. – минеральных и 55 тыс. – биогенных. С антропо-

генным стоком вносится около 10% взвешенных и 16% органических веществ, 18–20% общего азота и фосфора. Атмосферные осадки приносят 5% минеральных и 0,2% органических веществ, причем доля поступления минерального азота с осадками составляет 21% от их общего поступления в водоем (Онежское озеро..., 1999).

Только 12 из 57 населенных пунктов, расположенных на побережье Онежского озера, имеют канализационные системы, из которых 9 оборудованы очистными сооружениями, принимающими 95% объема всех сточных вод. Основную долю (97%) всех стоков дают промышленные узлы г. Петрозаводск и Кондопога. Неочищенные стоки этих городов и г. Медвежьегорска составляют 5,8 млн м³/год (Онежское озеро..., 1999). По данным статистической отчетности годовые поступления загрязняющих веществ (ЗВ) в Онежское озеро от промышленных узлов Карелии составляют более 60 тыс. т (табл. 5.1).

Т а б л и ц а 5 . 1

Сброс загрязняющих веществ в Онежское озеро от учетных источников промышленных узлов (материалы Минэкологии Республики Карелия, 1995), т

Промузел	Азот общий	Взвешен. вещества	Железо общее	Нефтепродукты	Фосфор общий	Танниды	Фосфаты	Хлориды	Сульфаты	Прочие
г. Петрозаводск	580	1345	24,6	2,2	–	–	123	16,31	976	10230
Кондопожский р-он	159	3945	1,0	6,4	71,0	3306	0,6	264	3765	35690
Медвежьегорский р-он	23,1	199	3,0	2,4	6,9	–	1,7	341	54,4	706
Пудожский р-он	9,4	40	3,4	1,0	0,1	–	3,2	35	14,6	252
Итого	771,5	5529	32	12	78		128,5	2271	4810	46878
То же, доля от суммы СВ по РК, %	71,5	14,2	39,5	28,1	93,6	57,3	73,0	31,2	28,6	53

Разночтения в показателях поступления в водоем природных и техногенных химических компонентов объясняются невозможностью полного учета всех источников, включая стационарные, транспортные, рассеянные аэрогенные, трансграничные и т. д., а также

издержки отчетности, статистики, методологии наблюдений и исследований. Очевидно, интегральной характеристикой является фиксируемое качество воды озера, но оно существенно отличается как по районам (участкам) акватории, так и во времени. С другой стороны, химические показатели не всегда дают полное представление о токсичности среды в природных условиях, поскольку не учитывают синергетические, кумулятивные или антагонистические эффекты нескольких загрязнителей, продуктов их трансформации и взаимодействия с природными веществами.

Осаждающиеся из атмосферы загрязняющие вещества постепенно накапливаются в наземных и водных экосистемах, оказывая воздействие на живые организмы. Этот процесс имеет ряд особенностей, обусловленных динамикой выпадения загрязняющих веществ (ЗВ) из атмосферы и миграцией их в экосистемах. Важнейшей является пиковое увеличение нагрузки токсикантов в короткие периоды снеготаяния или обильных дождей на фоне общего медленного возрастания их концентраций за относительно продолжительный период (Моисеенко, 1991, 1998а, б). Биологические эффекты в водоемах при аэротехногенном загрязнении во многом определяются не только степенью нагрузки, связанной с удаленностью от источника, но и морфологией самих водоемов и их водосборов. Большая часть ЗВ, выпадающих на территорию водосбора, в конечном итоге оказывается в водоеме, и мониторинг их состояния может быть показателем нагрузки на весь район.

Развитие энергетики обусловлено ростом промышленности с присущей ей инфраструктурой и социальными потребностями. Сформировались промузлы, которые увеличили антропогенную нагрузку на трансформированные водные системы, прежде всего по фактору загрязнения.

Практическое отсутствие фактора загрязнения при эксплуатации объектов гидроэнергетики не является аргументом в пользу распространенного мнения об экологической безопасности этой отрасли хозяйства. Многочисленные исследования свидетельствуют, что при всей своей положительной социально-экономической значимости, она оказывает на водные и околотоводные экосистемы сильное многофакторное воздействие, существующее постоянно и возрастающее с увеличением срока эксплуатации гидротехнических сооружений (Васильев, Хрисанов, 1984; Лашков, Постоев, 1988; Лукьяненко, 1989; Романенко и др., 1990; Кудерский, 1992 и др.).

Гидроэнергетическое использование Онежского озера как водохранилища и стока рек его бассейна по существу не оказывает влияния на гидрологию самого водоема. Однако, наряду с лесосплавом, прекратившимся не так давно, этот антропогенный фактор стал главной причиной деградации стад проходных рыб, а также привел к изменениям в сообществах гидробионтов зарегулированных водотоков. Гидроэнергетика использует за год $1,9 \text{ км}^3$ вод р. Суны и $0,9 \text{ км}^3$ р. Шуи. При прохождении через гидроузлы происходит гибель беспозвоночных организмов на 70–90% и молоди рыб на 30–40% за счет гидродинамических перегрузок, кавитации и травмирования (Лашков, Постолев, 1988; Романенко и др., 1990).

Таким образом, экосистема Онежского озера испытывает многофакторное антропогенное воздействие, однако до сих пор загрязнение в его бассейне имеет локальный характер.

5.2. Последствия техногенного влияния на экосистему озера

Многовековое использование природных ресурсов бассейна Онежского озера, получившее особенно интенсивное развитие со второй половины XX в., заметно сказалось на экосистеме водоема и его водосборной сети.

В условиях Карело-Кольского региона, где преобладают озерно-речные системы, главным фактором быстрого изменения природных характеристик является гидроэнергетика. Площадь водосбора Онежского озера в естественном состоянии составляла $62,8 \text{ тыс. км}^2$ (вместе с озером). После строительства Верхне-Свирской ГЭС и с образованием Ивинского разлива площадью 276 км^2 при нормальном подпорном уровне (НПУ) $33,3 \text{ м}$ озеро превратилось в водохранилище, его водосборная площадь достигла $66,3 \text{ тыс. км}^2$. В результате зарегулирования стока среднегодовой уровень Онежского озера повысился на 30 см , а сроки наступления характерных уровней стали запаздывать: минимального – на 17 , а максимального – более чем на сутки. В целом гидрологический режим изменился мало. Весенний сток р. Свири, составлявший в естественном режиме от годового 28% , понизился до 23 , а зимний повысился с 25 до 31% (Экосистема Онежского озера..., 1990).

Ложе нового водоема – Ивинского разлива, не было подготовлено для развития рыболовства. Его уровеньный режим с амплитудой $3,5 \text{ м}$ и осушением 53% общей площади от НПУ не в состоянии обеспечить нормальное функционирование водной экосистемы.

Наиболее радикальной и неоднократной трансформации подверглась водная система р. Суны. На протяжении десятков лет эту реку использовали в целях гидроэнергетики и лесосплава. Подпором р. Суны и озер Сандал, Палье, Сундозеро (Сунозеро) созданы четыре водохранилища с общим полезным объемом 0,53 км³. После осуществления внутрибассейновой переброски вод, по старому руслу р. Суны стало проходить около 10% стока, главным образом, весеннего паводка, с максимальным расходом до 200 м³/с. Река Сандалка (сток из оз. Сандал в р. Суну) перекрыта глухой плотиной «Сопоха». В результате летом и зимой значительно обсыхает р. Сандалка, на Суне – пороги и водопад Кивач, который является центральным водным объектом одноименного заповедника. Озера Палье и Сандал из олиготрофных с замедленным водообменом превратились в олиготрофно-дистрофированные, более проточные, с аномальным уречным режимом. Река Суна, особенно ее нижний 30-километровый участок, утратила рыбовоспроизводственные функции. Практически уничтожены популяции сунского лосося и озерно-речного сига.

Река Суна более 200 лет, вплоть до 1978 г., использовалась в качестве водотока для молевого сплава леса. На речной сети действовало 10 лесосплавных водохранилищ с суммарным регулирующим объемом 175 млн м³, наиболее крупные из них – на базе озер Мотко (23,4 км²), Пялозеро (18,4 км²) и Сундозеро (50,8 км²). Последнее было спущено в связи с прекращением лесосплава, что привело к ухудшению естественного функционирования экосистемы из-за недостаточной водности. В данном случае пострадали и биологические ресурсы, и интересы местного населения.

Формирование сети водохранилищ для улучшения лесосплава относится к 1950–1960 гг. (период интенсивного роста лесозаготовок в условиях слаборазвитой дорожной сети). Для многих рек нагрузка лесосплава превышала их естественную подъемную способность, что потребовало проведения мелиорации и обустройства водохранилищ для пусков аккумулированной воды.

Преобладающая часть лесосплавных водохранилищ имела объемы менее 10 млн м³. В бассейне Онежского озера насчитывалось до 45 водохранилищ с общим регулирующим объемом 1,07–1,09 км³ (Григорьев, 1970а, б). Реки Водла и Суна особенно выделялись объемом лесосплава и степенью зарегулирования. В системе р. Водлы действовало 17 лесосплавных водохранилищ с самым крупным из них – Водлозерским, созданным в 1932–1934 гг. В результате строительства

двух плотин на истоках р. Водлы и Сухая Водла был прекращен доступ озерному лососю в Водлозеро и утрачены нерестово-выростные угодья на верхних участках этих рек. Русла этих рек на всем протяжении и особенно приустьевые участки сильно засорены отходами лесосплава и лесопиления.

Первые четыре плотины были сооружены в 1703 г. на р. Лососинке для обеспечения постоянного напора воды, приводящей в движение механизмы цехов и мастерских Петровского завода, расположенного по обоим берегам в 500 м от устья. Летом 1705 г. на базе озер Лососинное и Машозеро были созданы первые в крае водохранилища с подъемом уровня в них более чем на 4 м. Река потеряла свое значение как нерестовая для лосося.

В 1910 г. на р. Лососинке пущена ГЭС мощностью 240 кВт. С развитием Петрозаводска реки, впадающие в Петрозаводскую губу, все более засорялись и загрязнялись, особенно малые (Лососинка – годовой сток 0,115 км³, Неглинка – 0,013 км³), ручьи Студенец и др. (в сумме 0,04 км³), находящиеся в черте города. На основе эколого-токсикологической экспертизы вода этих притоков имеет показатель условного экологического водопотребления (УЭВ) более 0,5 км³ (Волков, 1987), т. е. нагрузка, как минимум, в 12 раз превышает экологически допустимую.

В целом Петрозаводская губа испытывает наибольшую антропогенную нагрузку в сравнении с другими районами Онежского озера. Комплекс факторов, воздействующих на экосистему губы, группируется в три блока: отъем воды, загрязнение и рыболовство. Отъем воды из губы производится водозабором г. Петрозаводска, Петрозаводской ТЭЦ и децентрализованными водопотребителями в сумме около 60 млн м³/год.

Носителями загрязнения являются сточные воды городского коллектора (40–50 млн м³), речной дренажный сток с урбанизированных площадей (в среднем 130 млн м³), ливневый сток (10 млн м³), отходы водного транспорта, выпадения из атмосферы, включая выбросы автотранспорта (около 50 тыс. т/год), и другие источники. По экспертной оценке за год в воды губы поступает более 100 тыс. т различных техногенных веществ, а главный приток – р. Шуя (3,09 км³/год) утратила роль оздоравливающего элемента в водном балансе губы (Горбачев, 1996).

Природный олиготрофный статус Петрозаводской губы изменен на мезотрофный (табл. 5.2), но благодаря активному водообмену с

сопредельными районами озера, пока обеспечивается относительное экологическое благополучие в самой губе. Вместе с тем растет загрязнение центрального плеса озера, остро стоит проблема обеспечения г. Петрозаводска качественной питьевой водой, снижается рыбопродукционный потенциал Петрозаводской губы.

Т а б л и ц а 5. 2

Химический состав дренажных, ливневых и озерных прибрежных вод Петрозаводской губы (данные ИВПС, 1993 г.)

Разновидность вод	Σu	K	Na	Cl	ПО мг О/л	С _{орг.} мг/л	БПК ₅ мгО ₂ /л	Нефте-продукт. мг/л	Р _{общ.} мкг/л	N _{общ.} мг/л
	мг/л									
Дренажные (трубы)	324–351	6,0	21,5–22,0	40,9–43,5	10,4–11,0	9,6–12,3	4,9–9,1	0,07–0,09	323–441	3,56–3,66
Ливневые и дренажные (среднее из 10 данных)	386	9,7	35,0	68,4	9,8	13,2	1,8	0,26	140	1,73
Прибрежные	23	0,7	1,8	1,3	17,2	15,0	2,0	0,11	21	0,60

Кондопожская губа, в отличие от Петрозаводской, достаточно изолирована от центрального плеса. Современная хозяйственная основа Кондопожского промузла – производства, базирующиеся на разнообразном природном сырье: древесины, минеральных ископаемых (титано-магнетитовые руды, облицовочный и строительный камень, шунгиты и др.). Общий объем сточных и ливневых вод в 1980-е гг. превышал 80 млн м³/год, более 90% которых приходилось на ЦБК (ныне ОАО «Кондопога»). В настоящее время объем сточных вод за счет водооборота и повторного использования сократился до уровня 10–14 млн м³, а выбросы в атмосферу – до 18,4 тыс. т загрязняющих веществ (Госдоклад., 2006). Предприятия ЦБП относятся к главным загрязнителям природы в условиях средней и южной Карелии. Их выбросы в атмосферу содержат в 2–3 раза больше вредных веществ, чем сточные воды.

Под влиянием Кондопожского промузла (около 80 лет) воды Кондопожской губы значительно изменили химический состав за счет роста концентрации органических и взвешенных веществ, лигносульфонатов, фенолов, фурфурола, метанола и других токсинов. Показатель УЭВ промузла определен в 5,18 км³ на период 1980-х гг. (Волков, 1987). Объем водных масс в губе составляет 4,68 км³, условный водообмен происходит за 1,9 года,

следовательно, здесь прогрессирует загрязнение воды и донных отложений. Несмотря на ввод биологической очистки стоков и их рассеивающего выпуска, зона негативных экологических изменений охватила всю акваторию Кондопожской губы – 223 км², усилился процесс эвтрофикации (Лозовик, Сабылина, 1992; Онежское озеро..., 1999).

Локализация загрязнений в Кондопожской губе обусловила наибольший размер ущерба, причиняемого местным рыбным ресурсам, в сравнении с другими районами Онежского озера. Вместе с тем относительная автономность и гидрологические особенности губы значительно уменьшают ее влияние на центральную часть озера.

В меньшей степени загрязнены Большая губа Повенецкого залива (промузел Медвежьегорск – Пиндуши – Повенец), приустьевые участки рек Водлы, Вытегры, Мегры, Свирской губы, а также некоторые морфологически автономные губы. Речной сток часто играет ведущую роль при внесении загрязняющих веществ и процессах эвтрофикации (табл. 5.3).

Т а б л и ц а 5.3

Условное экологическое водопотребление (км³) в результате загрязнения водных систем бассейна Онежского озера (начало 1990-х гг.)

Источники загрязнения	Водные системы			Бассейн в целом	Показатель по Карелии
	Водла	Суна	Шуя		
Водоотведение	0,93	5,37	2,23	19,4	44,9
Лесосплав	0,18	0,22	0,04	0,4	0,9
Флог	1,44	0,26	0,12	15,7	20,6
Итого	2,55	5,85	2,39	35,5	66,4
Аэрогенное	0,04	0,84	0,61	12,8	20,8
Всего	2,59	6,69	3,00	48,3	87,2
Годовой сток	4,43	2,36	3,09	18,6	56,5
Коэффициент загрязнения	0,58	2,83	0,97	2,60	1,54

Поступление биогенных элементов значительно превышает их сток из озера: в водоеме удерживается 66% фосфора и 31% азота, фосфорная нагрузка с учетом выноса р. Свирь – 0,055 г/м² в год при общем его содержании около 5 тыс. т (Бояринов, 1992), провоцирует дальнейшую техногенную эвтрофикацию озера.

Процесс эвтрофикации охватывает полностью акватории Петрозаводской и Кондопожской губ. Их обогащенные биогенными элементами и органическим веществом воды выносятся в центральный район озера. Наиболее опасен весенне-летний период, когда в общий процесс водообмена вовлекаются загрязнения, накопленные в губах за период зимней стагнации. Донные отложения Центрального и Большого Онего, северной части озера служат своеобразным отстойником и зоной седиментации поступающих из губ веществ. Здесь уже отмечаются устойчивые изменения в бентических сообществах, однако, в планктонных они только наместились (Онежское озеро..., 1999).

Водоем является важным водотранспортным узлом на трассе Беломорско-Балтийского и Волго-Балтийского водных путей. Общая протяженность судоходных трасс по озеру – 1862 км, судоходны также 28 км р. Волды и 13 км р. Андомы. Фактически объем перевозок в 1980–1990-е гг. превышал 21 млн т. Наибольшие нагрузки от судоходства испытывают участки Вознесенье, Вытегра, Повенец, Петрозаводск, Кондопога и Шала.

Река Вытегра является нижним (онежским) звеном Волго-Балтийского водного пути. Ее реконструированный в 1964 г. участок длиной 39 км от устья имеет пять шлюзов с общим падением 84 м. Для обеспечения питанием создан водораздельный бьеф, включающий оз. Белозеро с полезным объемом 250–300 млн м³ (Григорьев, 1970а, б) при подъеме уровня на 1,4–1,6 м (Гусаков, Дружинин, 1983).

Беломорско-Балтийский канал, введенный в эксплуатацию в 1933 г., южным склоном с падением 75 м расположен в бассейне Онежского озера. Реку Повенчанку строители обошли каналом, заканчивающимся лестницей из 7 шлюзов на 12-километровом участке. Озера Нижнее Волозеро, Узкое Северное, Узкое Южное и Долгие подпором превращены в единое водохранилище площадью около 42,5 км² на отметках уровня 102,5–103,2 м БС. Дополнительными водохранилищами являются вышерасположенные озера Верхнее Волозеро (4702 км²) и Хижозеро (18,9 км²), образованные устройством плотин на истоках рек Волы и Салозерки.

Флот и моторные лодки (около 8 тыс. единиц) выхлопными газами, сбросами из системы охлаждения, утечками загрязняют водную среду преимущественно нефтепродуктами (по нашей оценке порядка 830 т за навигацию), фенолами (0,5 т), свинцом (0,1 т), окислами серы, азота и углерода.

Донные отложения по трассам судоходства и в зонах портов аккумулируют нефтепродукты, поскольку в условиях низких температур скорость их разложения замедлена, а на дне оно еще медленнее на порядок, чем в поверхностных горизонтах воды (Грушко, 1982; Волошин, 1987). Последствия этого в форме вторичного загрязнения вод, угнетения донной фауны проявляются десятилетиями, особенно в районах, где происходили аварийные разливы нефтепродуктов (южная часть Онежского озера, Петрозаводская губа). Как правило, увеличение концентрации нефтепродуктов носит эпизодический характер, обусловленный низкой экологической культурой пользователей водного транспорта. Обычно оно уменьшается к зиме и возрастает в весенне-летний период. Средняя концентрация нефтепродуктов в летний период составляет 0,06 мг/л, что близко к ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Наиболее высокое локальное загрязнение нефтепродуктами в средней концентрации 0,26 мг/л – в Соломенском проливе из оз. Логмозера. Здесь, а также в вершинной части Кондопожской губы повышено содержание в воде тяжелых металлов (Онежское озеро..., 1999).

Методом прямого биотестирования вод Онежского озера и его притоков установлено, что наиболее благоприятная токсикологическая ситуация складывается в самом водоеме весной и осенью, а в притоках – осенью и летом. Высокая токсичность озерных вод отмечена локально (Кондопожская губа, Повенецкий залив) в периоды зимней и летней межени. Весьма неблагоприятная обстановка весной наблюдалась в устьях рек Мегры, Вытегры, Андомы, Водлы и Пяльмы, а зимой – в реках Деревянка и Пухта (Дубровина, 1996).

В конце XIX – начале XX вв. в реках бассейна Онежского озера (Водла, Кумса, Лумбушка, Немина, Остер, Повенчанка, Пяльма, Туба, Чолмуза, Мегра и др.) обитал двустворчатый моллюск жемчужница европейская (*Margaritifera margaritifera*). Существовал жемчужный промысел, но развитие лесосплава и загрязнение вод привело к резкому сокращению численности жемчужницы и исчезновению ее во многих реках.

В общей сложности Онежское озеро от различных источников ежегодно принимает более 1,5 млн т веществ природного и антропогенного происхождения (табл. 5.4) или в пересчете на единицы объема 5,2 г/м³ с преобладанием (более 60%) минерального компонента.

Т а б л и ц а 5.4

Поступление веществ от различных источников в Онежское озеро
(Онежское озеро., 1999)

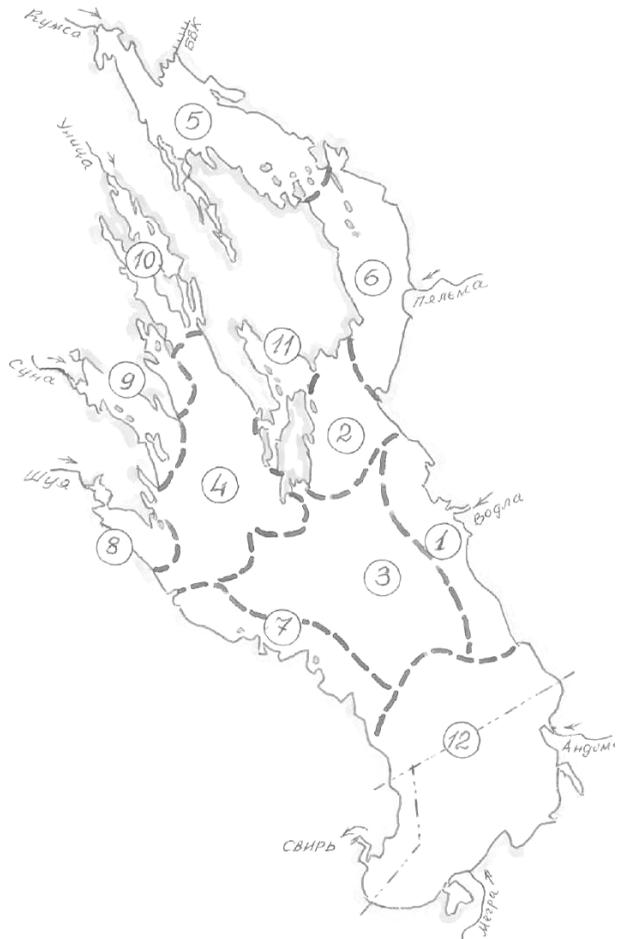
Источники поступления	Взвешенные вещества	Минеральные вещества	Органические вещества	Общий фосфор	Общий азот
Речной сток	97310	877910	361970	705	13167
Сточные воды	10004	(46980)	68399	203	772
Атмосферные осадки	1532	32000	8800	95	3800
Всего	108846	(956890)	439169	1003	17739

Расчет химического баланса Онежского озера показал, что в озере в результате процесса седиментации остается до 59% взвешенных веществ, 20% – органических и 72% общего фосфора, аккумулируясь в донных отложениях. Характерно превалирование речного стока в выносе общего азота (до 75% от поступления). По величине органо-минеральных и взвешенных веществ выделяется промузел Кондопожский, а по величине сброса общего фосфора – Петрозаводский. Воды прибрежной части Большой губы Повенецкого залива за последние десятилетия обогатились органическими веществами (ОВ) с увеличением содержания нефтепродуктов, общего фосфора и азота. Воды Центрального, Большого и Малого Онего, Повенецкого залива сохраняют олиготрофный характер. Центральное Онего, благодаря огромному запасу кислорода и относительно узкому трофогенному слою (0–20 м), высокой степени перемешивания вод, в состоянии оставаться олиготрофным неопределенно долго (Онежское озеро., 1999).

Используя обширный материал по морфологии, донным отложениям, содержанию в них фосфора и азота, локальным зонам апвеллинга, схемам плотностных течений, изменчивости температуры воды и на основе традиционного рыбопромыслового деления акватории, мы предлагаем обособить 12 эколого-рыбохозяйственных районов (рис. 5.1), которые несколько отличаются от общепринятых (см. рис. 1.1). При этом необходимо учитывать, что район Южного Онего принадлежит трем административным территориям: Республике Карелия – 744 км², Вологодской области – 1197 км² и Ленинградской области – 153 км² (табл. 5.5).

Районы:

1. Шальский
2. Малое Онего
3. Центральное Онего
4. Большое Онего
5. Повенецкое Онего
6. Кузаранда-Пялемский
7. Деревянное – Каскеручей
8. Петрозаводская губа
9. Кондопожская губа
10. Северо-западные губы
11. Кижские шхеры – Великая губа
12. Южный район



Р и с . 5 . 1 . Эколого-рыбохозяйственные районы Онежского озера

Т а б л и ц а 5 . 5

Основные показатели экологической ситуации в районах Онежского озера (начало 1990-х гг.)

Название района	Площадь зеркала, км ²	Объем водных масс, км ³	Удельный водосбор	Условный водообмен	Приход вод, %			Общий сброс сточных вод, млн м ³	Выброс в ат-мосф., тыс. т	
					Приток реки	Осадки на зеркало	Сточные воды			
1. Шальский	440	9,3	34,8	0,53	94,7	5,05	0,04	0,21	12,2	6,5
2. Малое Онего	780	19,0	0,4	0,03	15,3	84,4	0,08	0,22	(1,4)	(0,2)
3. Центральное Онего	1945	103,4	(1,0)	0,02	—	100	—	—	—	—
4. Большое Онего	1350	63,0	(1,0)	0,01	2,6	97,2	0,04	0,16	(1,3)	—
5. Повенецкий	935	18,0	4,1	0,10	70,7	28,8	0,32	0,18	8,0	14,0
6. Кузаранда-Пялемский	810	9,5	4,1	0,16	68,8	31,0	0,01	0,19	(2,2)	(0,4)
7. Деревянное – Каскеручей	350	7,8	3,6	0,09	68,8	30,6	0,15	0,45	(4,0)	—
8. Петрозаводская губа	123	2,3	91,5	1,42	95,2	2,1	2,00	0,70	91,5	90,0
9. Кондопожская губа	205	4,3	48,6	0,66	92,8	4,1	2,82	0,22	88,3	47,8
10. Северо-западные губы	295	4,4	7,3	0,18	78,5	21,2	0,06	0,24	(2,5)	—
11. Кижский	370	2,2	(1,3)	0,12	23,1	76,9	—	—	(0,1)	—
12. Южная часть	2090	48,0	4,4	0,08	70,5	29,4	0,06	0,04	1,0	6,1
Итого	9693	291,2	5,8	0,08	74,9	24,2	0,7	0,2	212,5	165,0

На основе ранжирования таких характеристик, как населенность (урбанизация) частных водосборов, водный баланс с учетом речного притока, осадков, объемов сточных и дренажных вод, выбросов в атмосферу, удельного водосбора района мы впервые попытались получить представление о величине интегрального коэффициента антропогенного пресса на выделенные районы озера (табл. 5.6) и далее оценить их рыбные ресурсы.

Т а б л и ц а 5.6

Оценка интегральной антропогенной нагрузки на Онежское озеро и степени ее воздействия на рыбные запасы

Районы озера	Площадь зеркала, тыс. га	Результат ранжирования		Ихтиомасса, тыс. т		
		Доля нагрузки	Степень снижения продуктивности	Расчетный показатель	Принято с поправкой	Промысловый запас
1. Шальский	44,0	0,10	0,83	1,21	1,00	0,70
2. Малое Онего	78,0	0,06	0,94	1,91	1,80	1,30
3. Центральное Онего	194,5	(0,04)*	0,95	4,77	4,55	3,20
4. Большое Онего	135,0	(0,05)*	0,94	3,93	3,70	2,50
5. Повенецкий	93,5	0,09	0,94	2,88	2,70	1,90
6. Кузаранда-Пялемский	81,0	0,06	0,94	2,19	2,05	1,40
7. Деревянное – Каскесручей	35,0	(0,15)*	0,78	1,22	0,95	0,70
8. Петрозаводская губа	12,3	(0,17)	0,78	0,39	0,30	0,20
9. Кондопожская губа	20,5	0,12	0,55	0,73	0,40	0,25
10. Северо-западные губы	29,5	0,05	0,92	0,98	0,90	0,60
11. Кижский и Великая губа	37,0	0,03	0,96	1,10	1,05	0,70
12. Южный	209,0	0,08	0,98	5,83	5,70	4,00
Итого	969,3	1,00	0,93	27,14	25,10	16,80

Примечание. *В водоеме происходит перераспределение части нагрузки от Петрозаводской губы на смежные районы.

Районы озера не имеют жестких границ, их сопредельные участки взаимосвязаны гидродинамически и гидробиологически. Более того, происходят пульсации границ во времени. Поэтому принятые размерные показатели районов условны, и, в первую очередь, направлены на решение практических задач.

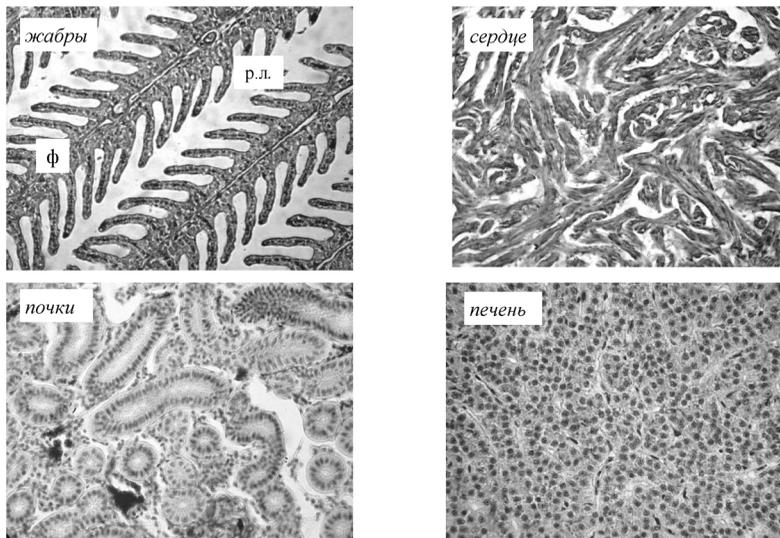
5.3. Последствия влияния загрязнения на организмы рыб

В настоящее время перспективы рационального использования всех биоресурсов рыбохозяйственных водоемов связываются не только с их естественной продукционной возможностью, но и со степенью антропогенного воздействия на экосистемы, в том числе и техногенного. Несмотря на то, что в процессе антропогенной трансформации водной экосистемы происходит нарушение всех трофических уровней организации, а, следовательно, и кормовой базы рыб, недостаток пищевых ресурсов не является основной причиной элиминации особей. Первопричина гибели гидробионтов, в том числе рыб, заключается в непосредственном воздействии физико-химических параметров водной среды, отличающихся от природных и вызывающих биохимические и физиологические изменения.

В связи с этим бесспорна актуальность использования биомаркеров, индикаторная роль которых в последние десятилетия находит все большее признание. Наблюдается мировая тенденция к использованию их при мониторинге окружающей среды в комплексе с химическими и физическими параметрами (Mallatt, 1985; Adams et al., 1989; Oronsaye, 1989; Hinton, Laurén, 1990; McCarthy, Shugart, 1990; Huggett et al., 1992; Bucher, Hofer, 1993; Johnson et al., 1993; Myers et al., 1993; Poleksic, Mitrovic-Tutundzic, 1994; ICES 1997). Анализ отечественной литературы свидетельствует о том, что в России патоморфологический метод давно используется в водной токсикологии (Кокуричева, 1973, 1974, 1979; Межнин, 1973; Шербаков, 1974, 1979; Ромашевский, 1979; Аршаница, 1988; Чинарева, 1988; Савваитова и др., 1995; Матей, 1996; Шатуновский и др., 1996; Моисеенко, 1997; Лукин и др., 1999, 2004 и т. д.).

Норма – форма жизнедеятельности, которая обеспечивает наиболее оптимальную деятельность – определяется структурно-функциональным состоянием органов и тканей. На рис. 5.2 представлена нормальная структура исследуемых органов, которая обеспечивает оптимальное функционирование организма.

Главный критерий болезни – наличие морфологических нарушений. Их характер и степень зависят от природы и силы повреждающего фактора, структурно-функциональных особенностей органа или ткани, а также от реактивности организма. В одних случаях возникают поверхностные и обратимые изменения, касающиеся обычно лишь ультраструктур, в других – глубокие и необратимые, которые могут завершиться гибелью не только клеток и тканей, но иногда и целых органов.



Р и с . 5 . 2 . Нормальная структура органов (ф – филамент, р.л. – респираторная ламелла), ув.х160

Возникновение и развитие болезни под влиянием патогенных факторов может начаться и протекать преимущественно на том или ином уровне биологической организации, либо же последовательно вовлекать их в свою сферу один за другим. Так, в одних случаях первичное повреждение охватывает орган в целом (обширная механическая травма), в других – патологический процесс избирательно локализуется в той или иной ткани (эндокардит, миокардит, так называемые коллагенозы и др.). Наконец, «территорией» инициального звена цепи патогенетических механизмов может быть внутриклеточный уровень (нарушения нормальных взаимоотношений ядерных и цитоплазматических ультраструктур, генетического аппарата и др.). Исследования все в большей мере укрепляют точку зрения о том, что именно внутриклеточный уровень является одной из главных отправных точек, откуда берут начало очень многие болезни, т. е. любой патологический процесс начинается со структурно-функциональных изменений на молекулярном уровне.

Эффект воздействия физико-химических параметров вод Онежского озера оказался очевиден при исследовании гистоструктуры

рыб, у которых были выявлены патологии функционально важных органов и тканей. Весь спектр ответных реакций рыб мы объединили в пять групп. Каждая группа реакций включает несколько морфологических изменений, затрагивающих отдельные функциональные единицы или орган в целом.

Прогрессивные изменения – процессы, направленные на компенсацию функций поврежденного органа:

- гипертрофия – увеличение объема органа, ткани, клеток, сопровождающееся усилением их функций;
- гиперплазия – увеличение количества клеток и внутриклеточных структур.

Регрессивные изменения – процессы, следствием которых является ограничение функции или гибель органа:

- атрофия – уменьшение объема органа и снижение его функций;
- дистрофия – нарушение трофики – комплекса механизмов, обеспечивающих метаболизм и сохранность структур клеток и тканей;
- некроз – гибель отдельных клеток, участков тканей, части органа или целого органа;
- повреждения ядер (кариопикноз, кариорексис).

Нарушения кровообращения:

- кровоизлияния (нарушение целостности стенки сосудов);
- гиперемия (увеличение кровенаполнения вследствие затруднения оттока крови по венам, либо увеличения притока крови по артериям);
- отеки.

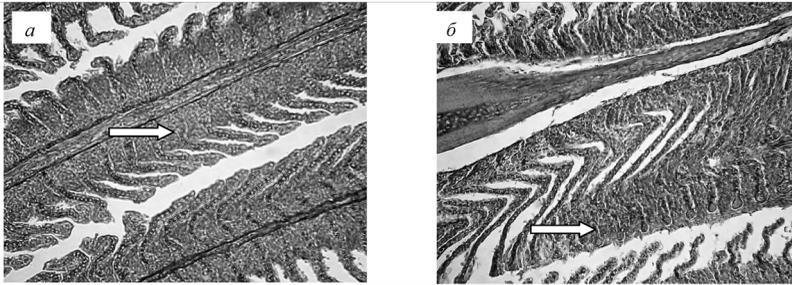
Воспаление – процесс, характеризующийся в местах повреждения органа изменением кровообращения и повышением сосудистой проницаемости в сочетании с дистрофией тканей и пролиферацией клеток.

Опухоли – нерегулируемое размножение клеток, не достигающих созревания:

- доброкачественные;
- злокачественные.

Гипертрофия и гиперплазия включали изменения организации эпителия жаберных филamentos и респираторных ламелл (рис. 5.3). Данные изменения приводят к исчезновению свободной поверхности респираторных ламелл, контактирующих с внешней средой. При

этом у сига количество клеточных слоев, формирующих эпителий филамента, достигало 19–22 вместо 4–6, характерных для активных сиговых рыб. Следовательно, увеличение высоты эпителия филамента может рассматриваться как фактор, лимитирующий уровень газообмена в жабрах рыб. Эти процессы сопровождались десквамацией (слущиванием) респираторного эпителия до базальной пластинки и адгезией (слипанием) респираторных ламелл, в результате чего происходил их некроз.



Р и с . 5 . 3 . Гиперплазия эпителия филамента (а) и респираторных ламелл (б), ув.х160

Увеличение высоты жаберного эпителия является определяющим фактором гипертрофии филаментов (Mueller et al., 1991; Матей, Комов, 1992). Изначально гипертрофия имеет приспособительное значение, направленное на компенсацию функций поврежденного органа или системы (Пауков, Хитров, 1999). Однако количество клеточных слоев, формирующих эпителий филамента, строго регламентировано, и высота эпителия зависит от экологии рыб (Матей, 1996). Установлено, что у активных рыб, к которым относятся и сиговые, эти показатели минимальны. Следовательно, диагностируемые нами изменения приводят к сокращению общей диффузной поверхности жабр и гипоксии, а экстремальное утолщение жаберного эпителия является причиной острого респираторного стресса и сопряженного с ним кислотно-щелочного и ионного дисбаланса. Гипертрофия и гиперплазия расцениваются как неспецифический ответ на широкий спектр загрязняющих веществ. Даже невысокие уровни химических реагентов (тяжелые металлы, пестициды, аммиак, ДДТ, нефтепродукты) индуцируют

развитие гиперплазии и пролиферативную активность жаберного эпителия, что определяет их преимущество в качестве биомаркеров (Adams et al., 2004; Au, 2004; Nero et al., 2006).

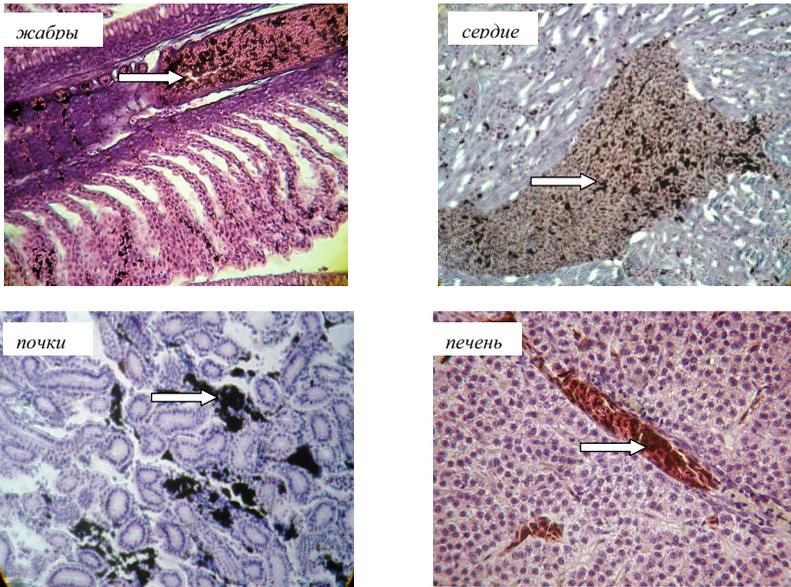
Гемосидероз – избыточное накопление гемосидерина – относится к смешанным белковым дистрофиям. Является следствием нарушений обмена гемоглобиногенных пигментов, связанных с обменом гемоглобина. Развивается при гемолизе, в очагах кровоизлияний.

Гемолиз – по существу физиологическое явление, связанное со старением эритроцитов и их непрерывным разрушением под воздействием физиологических гемолизинов. В результате физиологического распада эритроцитов и гемоглобина образуются пигменты – ферритин, гемосидерин и билирубин. В патологических условиях, помимо увеличения образующихся в норме гемоглобиногенных пигментов, может появляться ряд новых пигментов – гематоидин, гематины и порфирин. Увеличение общего количества железа в органе наблюдается при гемосидерозе и гемохроматозе. Избыточное железо накапливается в макрофагах и паренхиматозных клетках в виде ферритина и гемосидерина и может вызывать повреждение паренхиматозных клеток. Гемосидерин образуется спустя 24 часа от момента кровоизлияния.

Различают общий и местный гемосидероз. Оба эти процесса зарегистрированы в ходе данных исследований. Местный гемосидероз – состояние, развивающееся при внесосудистом разрушении эритроцитов (экстравакулярный гемолиз), т. е. в очагах кровоизлияний наблюдался в почках и сердце рыб (рис. 5.4). Оказавшиеся вне сосудов эритроциты разрушались и теряли гемоглобин. При этом в небольших кровоизлияниях, которые чаще имеют характер диапедезных, обнаруживается только гемосидерин. При крупных кровоизлияниях по периферии, среди живой ткани образуется гемосидерин, а в центре кровоизлияния, где аутолиз происходит без доступа кислорода и участия клеток, появляются кристаллы гематоидина. Общий гемосидероз наблюдается при внутрисосудистом разрушении эритроцитов (интраваскулярный гемолиз) и диагностирован в сосудах печени и филламентов жабр (см. рис. 5.4).

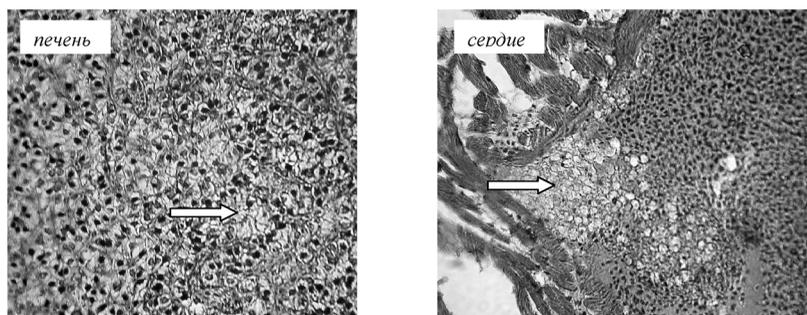
В качестве причин возникновения гемосидероза рассматривают несбалансированные корма, инфекционные заболевания и химические вещества, при этом интоксикации, обусловленные гемолитическими ядами и солями тяжелых металлов, имеют

приоритетное значение (Langdon, 1986; Nero et al., 2006; Vamidele, 2007). Прогрессирование гемосидероза может привести к необратимым последствиям, поскольку при этом заболевании происходит повышение содержания ферритина, обладающего паралитическими и гипотензивными свойствами, что может вызвать некроз ткани и атрофию органа.



Р и с . 5 . 4 . Разрушение эритроцитов, ув.х160

Жировая дистрофия отмечалась в почках, печени и сердце рыб (рис. 5.5), развиваясь по типу инфильтрации (в условиях гиперлипидемии – повышенного содержания липидов в крови) или декомпозиции жиробелковых комплексов мембран внутриклеточных структур (в условиях гипоксии и токсической дистрофии). Независимо от патогенеза в начале процесса в клетках появляются мелкие включения жира, сливающиеся в крупные капли, заполняющие всю клетку. При этом внутриклеточные структуры постепенно погибают. В условиях прогрессирования болезни функция печени и почек снижается.



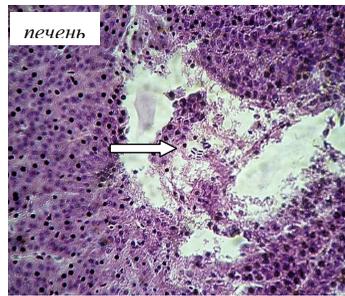
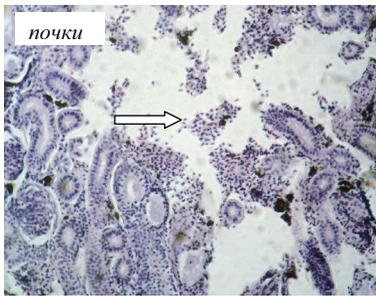
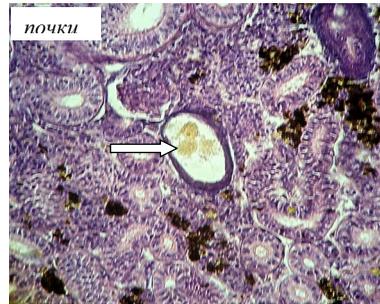
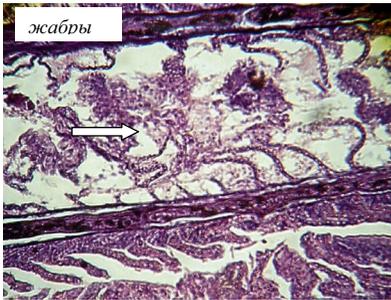
Р и с . 5 . 5 . Жировая дистрофия, ув.х160

Паренхиматозная жировая дистрофия расценивается как неспецифический ответ на большое количество типов повреждения. Среди них выделяют кислородное голодание (гипоксию) и интоксикации. Поэтому жировая дистрофия часто встречается при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, анемиях, что наблюдалось и в наших исследованиях. Исход жировой дистрофии зависит от ее степени. Если она не сопровождается грубой поломкой клеточных структур, то, как правило, оказывается обратимой. Глубокое нарушение обмена клеточных липидов в большинстве случаев заканчивается гибелью клетки.

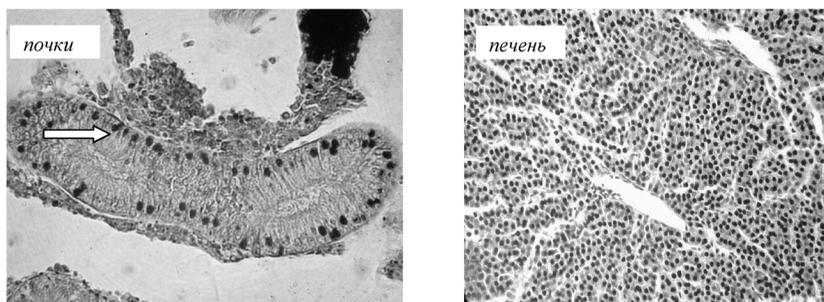
Некроз наблюдался в печени, почках и жабрах рыб (рис. 5.6). Одним из важных и наглядных морфологических признаков некроза клетки является изменение структуры ее ядра. Хроматин мертвой клетки конденсируется в крупные глыбки, ядро интенсивно окрашивается, развивается кариопикноз, который наблюдался в печени и почечных канальцах (рис. 5.7).

Некроз – процесс необратимый. При относительно благоприятном исходе вокруг омертвевших тканей возникает реактивное воспаление, которое ограничивает мертвую ткань. Такое воспаление называется демаркационным, а зона ограничения – демаркационной зоной. В этой зоне кровеносные сосуды расширяются, возникают полнокровие, отек, появляется большое число лейкоцитов, которые высвобождают гидролитические ферменты и расплавляют некротические массы. Некротические массы рассасываются макрофагами. Вслед за этим размножаются клетки соединительной ткани, которая замещает или обрастает участок

некроза. При замещении мертвых масс соединительной тканью говорят об их организации. На месте некроза в таких случаях образуется рубец (рубец на месте инфаркта). Обрастание участка некроза соединительной тканью ведет к его инкапсуляции. Процессы организации и инкапсуляции наблюдались у всех исследованных рыб. Они носят приспособительный характер, их развитие не компенсирует функцию органа, но позволяет ему существовать в изменившихся условиях. Однако тяжесть клинических проявлений зависит от типа, объема пораженной ткани относительно общего ее количества, сохранности функции оставшейся живой ткани. В итоге некроз ведет к функциональной недостаточности органа. Данная патология рассматривается многими авторами как индикаторная реакция на воздействие нефтепродуктов и других химических агентов (Hinton, 1990; Johnson et al., 1992a, b, 1993; Myers et al., 1998; Ganshorn, 2002; Nero et al., 2006 и др.).



Р и с . 5 . 6 . Некроз тканей, ув.х160

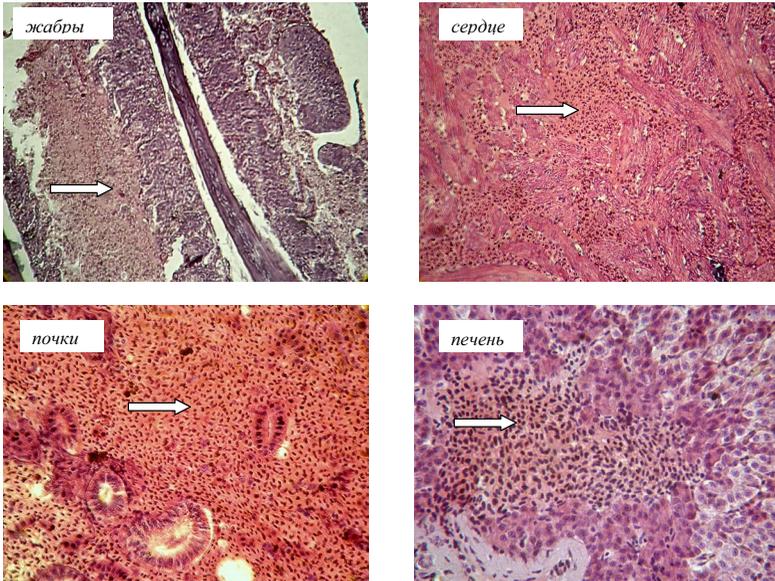


Р и с . 5 . 7 . Пикноз ядер: почки, ув.х320; печень, ув.х160

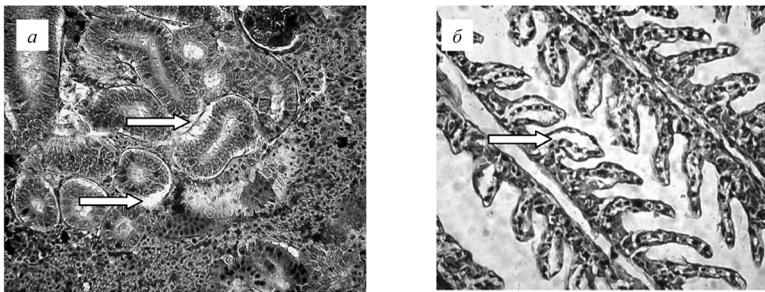
Кровоизлияния. Обширные очаги кровоизлияний наблюдались в почках, жабрах, печени и сердечной мышце рыб (рис. 5.8). В сердечной мышце шелевидные пространства между мышечными клетками содержали расширенные капилляры, наполненные клетками крови. Это может свидетельствовать о затрудненном проходе крови и возможных микроэмболиях мелких кровеносных сосудов сердца. Полное рассасывание крови – самый благоприятный исход кровотечений и кровоизлияний. Может развиться организация – замещение излившейся крови соединительной тканью, или инкапсуляция – разрастание вокруг излившейся крови соединительной ткани с формированием капсулы.

Отеки респираторных ламелл – обширные полости в респираторных ламеллах на границе с капиллярами, заполненные серозной жидкостью (рис. 5.9). В основе данной патологии – либо увеличение ионной проницаемости клеточной мембраны, либо нарушение работы ионных помп. В опытах с изолированными тканями печени, почек, мозга было показано, что отравление солями ртути или других тяжелых металлов приводит к увеличению ионной проницаемости мембран и возрастанию объема клеток (т. е. к набуханию ткани). Объем клеток возрастает также при гипоксии, действии дыхательных ядов – цианида или окиси углерода. Отек – процесс, далеко не безразличный для функционирования клеток и ткани в целом, поскольку приводит к сдавливанию кровеносных сосудов и затруднению кровообращения. Так, при ишемии происходит набухание клеток, и последующее общее возобновление кровообращения не сразу и не всегда приводит к восстановлению жизнедеятельности, потому что кровь не проникает в мелкие кровеносные сосуды, сдавленные набухшими клетками. У рыб прогрессирование

процесса может вызвать респираторный и осморегуляторный дистресс и летальный исход (Skidmore, Tovell, 1972; Smith, Piper, 1975). Подобные повреждения были описаны при воздействии кадмия (Матей, 1996), нефтепродуктов (Nero et al., 2006), а также у рыб, находящихся в условиях острого пищевого афлотоксикоза (Ashley, 1970).

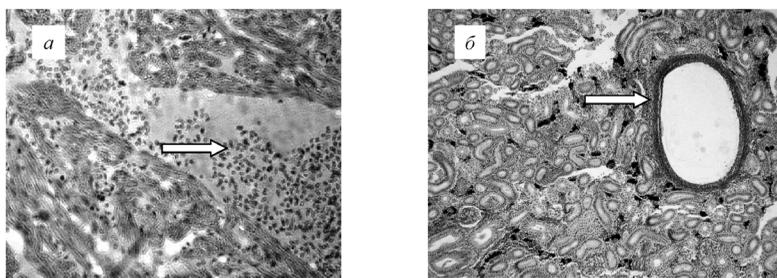


Р и с . 5 . 8 . Кровоизлияния, ув.х160



Р и с . 5 . 9 . Отек эпителия почечных канальцев (а) и респираторного эпителия (б), ув.х160

Воспаление проявляется развитием на месте повреждения ткани или органа изменений кровообращения и повышением сосудистой проницаемости, сопровождается дистрофией тканей и пролиферацией клеток. В зависимости от этиологии выделяют три формы воспаления: альтеративное (преобладают дистрофические и некробиотические изменения), экссудативное (преобладают явления экссудации) и продуктивное (связано с наличием паразитов, преобладает пролиферация клеток). Все формы воспалительных реакций зарегистрированы в печени, почках и сердце рыб (рис. 5.10).

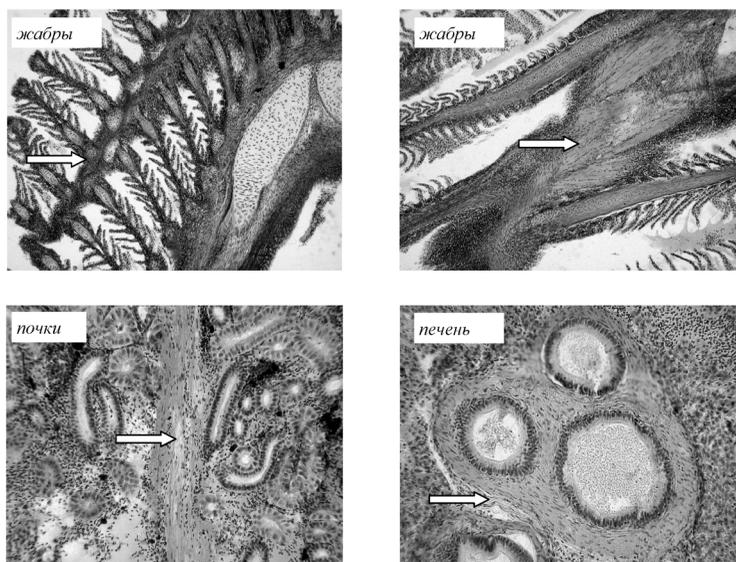


Р и с . 5 . 1 0 . Воспалительные реакции, ув.х160: *a* – воспалительный инфильтрат среди кардиомиоцитов; *б* – пролиферативное воспаление

В наших исследованиях воспаления были следствием нарушений микроциркуляции и сопровождалась некротическими процессами в очаге воспаления. Нередко происходило разрушение форменных элементов крови, сопровождаемое деструкцией стенок сосудов, что вызывало выход плазмы крови и эритроцитов из сосудов в ткань и развитие застойного отека. Как правило, по мере стихания воспалительных явлений происходят созревание и трансформация клеток инфильтрата, часть которых превращается в фибробласты. Последние образуют белок протоколлаген, который служит основой для построения коллагеновых волокон соединительной ткани. Следствием данного процесса является разрастание соединительной ткани, замещающей участки некроза функциональной паренхимы, развивается нефросклероз и атрофия органа, ведущая к потере функции. Выраженность фиброза в тканях зависит от продолжительности хронического воспаления.

Воспаление – это реакция организма, направленная на восстановление поврежденных тканей. Проявляется при воздействии любого патогенного раздражителя (инфекции, несбалансированные корма, химические реагенты) (Nero et al., 2006).

Фиброз – замещение функциональной паренхимы соединительной тканью – наблюдался в жабрах, почках и печени сига. В жабрах рыб происходило прорастание соединительной ткани жаберной дуги в филламенты, что приводило к их слиянию и превращению строго организованного жаберного аппарата в бесструктурную массу (рис. 5.11). В почках и печени фиброз может являться результатом воспалительных или некротических процессов. Развивается под воздействием хлороорганических соединений (полиароматических углеводородов, полихлорбифенилов, ДДТ) (Malins et al., 1988; Varanasi et al., 1989; Landahl et al., 1990; Baumann et al., 1998; Myers et al., 1998).

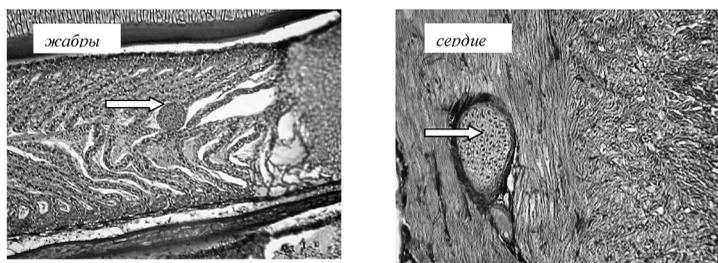


Р и с . 5 . 1 1 . Фиброз тканей, ув.х160

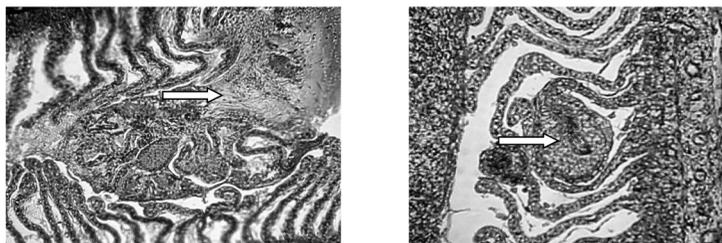
Опухоли. У рыб Онежского озера диагностированы три вида опухолей. Наличие ангиом выявлено в жабрах и сердце сига (рис. 5.12). Они обусловлены неполноценностью сосудистого эндотелия и нарушением стенки сосуда. Это доброкачественная сосудистая опухоль, в данном случае локализованная, однако она имеет склонность к быстрому росту с прорастанием окружающих тканей, способствует появлению тромбов, ведет к фиброзу ткани, а также к склеиванию сосед-

них ламелл и их резорбции, что в конечном итоге может привести к атрофии органа.

В жабрах диагностирован лимфолейкоз – беспорядочные массивные очаговые скопления мелких мноморфных темных клеток, и саркома респираторных ламелл, состоящая из атипичных полиморфных клеток (рис. 5.13). Это злокачественные опухоли, которые характеризуются быстрым ростом, распространяются по межтканевым пространствам, по ходу кровеносных сосудов, прорастают в окружающие ее ткани, нарушая их целостность. Поскольку опухолевые клетки менее зрелые и дифференцированные по сравнению с клетками нормальной ткани, они приобретают новые свойства. В связи с этим в опухоли отсутствует функция соответствующей ткани, из которой она произошла. Лейкозы – полиэтиологические заболевания. Их возникновение может быть обусловлено различными факторами, способными вызвать мутацию клеток кроветворной ткани. Среди них: вирусы, ионизирующее излучение, химические вещества, иммунодефицитные состояния, генетический фактор. В результате лимфолейкоза возникает тяжелая и быстро развивающаяся анемия, которая по симптомам соответствует гипоксии.



Р и с . 5 . 1 2 . Ангиомы, ув.х160



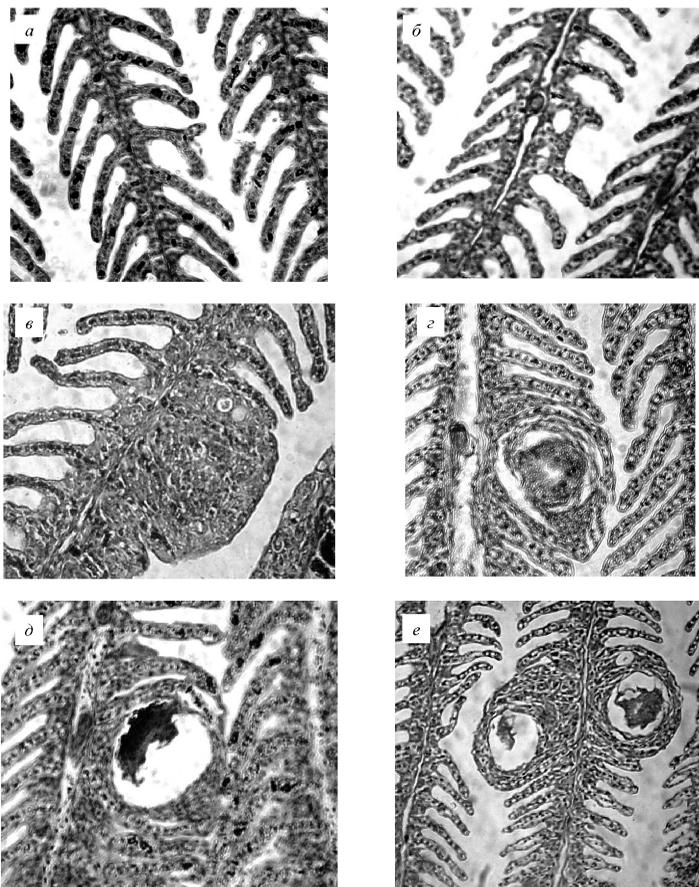
Р и с . 5 . 1 3 . Злокачественные опухоли в жабрах, ув.х160

Процесс новообразования в жабрах рыб включает в себя несколько этапов (рис. 5.14). На первом происходит раздвоение респираторной ламеллы. Образовавшиеся в результате этого процесса окончания срастаются с соседними респираторными ламеллами, образуя единое целое. Затем происходит разрастание жаберного эпителия (процесс гиперплазии) и превращение появившегося новообразования в сплошную массу клеток. Следующий этап в многостадийном процессе новообразования – гибель отдельных клеток. Некрозу предшествовали их изменения, характерные для необратимых дистрофий, именуемые некробиозом. Итогом некробиоза является некроз клеток, которые затем подвергаются разложению – аутолизу. В результате гибели клеток образуются бесструктурные гомогенные некротические массы – некротический детрит. Наблюдаемые новообразования можно классифицировать как доброкачественные опухоли, поскольку они состояли из зрелых, дифференцированных клеток, близких к исходной ткани. В них не проявлялся клеточный атипизм, но был характерен тканевой атипизм (хаотичное расположение клеток жаберного эпителия).

Первое упоминание о злокачественных опухолях у рыб (лимфома щуки) относится к концу XIX в. (Ohlmacher, 1898). Все последующие исследования свидетельствуют о том, что опухоли – явление не редкое: аденома жаберного эпителия у кумжи (Sarkar & Dutta-Chaudhuri, 1958), папиллома жабр у радужной форели (Roberts, 1989), фиброма у гольца (Montali et al., 1983), эпителиомы и бранхиобластомы у медаки (Kimura et al., 1984a, b; Brittelli et al., 1985). Более того, современные исследования показали тесную связь между данной патологией и наличием в водной среде ароматических углеводов, что свидетельствует о специфичности этого типа нарушений (Malins et al., 1988; Varanasi et al., 1989; Johnson et al., 1993; Myers et al., 1993, 1998 и др.).

Таким образом, наши исследования показывают, что морфологические изменения органов и тканей не являются специфическими. Это характерные ответные реакции при отравлении рыб полихлорпипином, фенолами, увеличении солевой нагрузки, а также как результат эвтрофирования, загрязнения вод тяжелыми металлами и пестицидами, среди которых наиболее широко распространены хлорорганические (полихлорпипинен) и фосфорорганические соединения (Межнин, 1973; Mallatt, 1985; Oronsaye, 1989; Bucke, 1989; Lauren, 1990; Матей, Комов, 1992; Bucher, Hofer, 1993; Johnson et al., 1993; Shephard, 1994; Poleksic, Mitrovic-Tutundzic, 1994; Hinton, ICES, 1997; Adams et al., 2004; Nero et al., 2006 и др.). Тем не менее они являются

возможными причинами гибели особей и снижения численности популяций, участвуя таким образом в формировании рыбных ресурсов. Данные морфологические изменения рекомендованы в качестве биомаркеров хронического загрязнения (Hinton, 1994) и используются во многих мониторинговых программах (Malins et al., 1988; Varanasi et al., 1989; ICES, 1989, 1996, 1997; Myers et al., 1993; WGBEC, 2002).



Р и с . 5 . 1 4 . Стадии появления новообразования, ув.х160: *а* – раздвоение респираторной ламеллы; *б* – срастание соседних респираторных ламелл; *в* – нерегулируемое размножение клеток; *г, д, е* – некротические процессы

5.4. Влияние промышленного рыболовства на состояние популяций рыб

Каждый вид промысла и орудия лова характеризуются интенсивностью, селективностью и эффективностью использования, производительностью. Все эти показатели по-разному влияют на сообщества рыб, их структуру и продуктивность. Результаты промысла проявляются не всегда ясно, так как состояние рыбного населения водоема определяется комплексом естественных и антропогенных факторов. Тем не менее, при определенной интенсивности рыболовства проявляются общие тенденции и закономерности динамики состояния рыб и всего рыбного населения.

В Онежском озере во все времена наиболее эксплуатируемым видом являлся озерный сиг, и на этом примере представлены изменения некоторых характеристик его состояния при разных условиях промысла. Для анализа использованы данные по стаду сига андомского промыслового участка озера за период с 1981 по 2007 гг. Сиговый промысел (ставные сети с ячеей 40 мм и более) в указанном районе всегда носил интенсивный характер, хотя и различающийся по годам. Промысловое усилие определялось через коэффициент мгновенной промысловой смертности (F , год⁻¹), и оно было прямо пропорционально этому показателю (Рикер, 1979). Некоторые характеристики состояния стада сига (по материалам А. Н. Сычева) в андомском районе отражает табл. 5.8.

Т а б л и ц а 5 . 8

Показатели промыслового стада сига андомского района Онежского озера в годы с разной степенью эксплуатации (F), (сетные уловы, яч. 40 и > мм)

Период	F , год ⁻¹	Модальный возраст, лет	Максимальный возраст, лет	% старших групп (с 10 лет)	Средний вылов сига, т
1981–1985	0,06	7	12	6,0	31,8
1990–1994	0,47	8	14	12	35,4
1995–1999	0,36	8	11	16	14,9
2006–2007	0,34	7	12	6,5	4,9

Для периода 1980–1985 гг. характерна невысокая промысловая смертность сига при хорошем состоянии его запаса. Промысел велся сетями и строился на изъятии, главным образом, впервые нерестующих 7-летних особей. Рыбы старших возрастных групп

(с 10 лет) в уловах занимали сравнительно невысокий процент (6%), максимальный возраст составлял 12 лет (см. табл. 5.8). Начиная с 1991 и по 1999 гг. (период становления рыночных отношений и появления множества слабоконтролируемых пользователей) наблюдается увеличение промысловой смертности (F). В это время идет напряженное воздействие на старшие возрастные группы сига: модальная группа смещается на 8 лет, процент старших возрастных рыб (с 10-летнего возраста) в выборке из промысловых сетных уловов возрастает до 12–16, максимальный возраст – до 14 лет (см. табл. 5.8). В 2006–2007 гг. состояние стада андомского сига Онежского озера представляло собой результат накопленного промыслового воздействия в предыдущие годы с высокой интенсивностью промысла. В итоге, из-за длительного селективного изъятия старшевозрастных, наиболее крупных особей, доля модальной группы в промысловом стаде до 7 лет снизилась, процент старших возрастных групп при неизменности набора ячеи сетной базы уменьшился до 6,5%, заметно сократились официальные уловы организованных заготовителей (табл. 5.9).

Т а б л и ц а 5.9

Динамика структуры уловов (сети, ячея 40 мм и более) в разных частях Онежского озера (расчетные данные, %)

Вид рыбы	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006	2007
Карельская часть								
Сиг	30	48	60	50	25	27	20	14
Судак	10	12	8	11	13	17	18	15
Налим	55	37	30	38	57	53	48	50
Частик	5	3	2	1	5	3	14	21
Вологодская часть								
Сиг	50	53	58	61	54	37	30	19
Судак	7	5	2	3	2	3	3	4
Налим	33	35	32	30	21	35	36	50
Лещ					14	22	20	19
Частик	10	7	8	6	9	4	11	9

Таким образом, интенсивный промысел привел к сокращению продолжительности жизни, изменению возрастной структуры (омоложение стада, сокращение доли старшевозрастных групп), снижению величины промыслового запаса и вылова эксплуатируемого вида. Из запаса сигов промыслом непропорционально много изымалось наиболее ценных быстрорастущих особей, что

может негативно отразиться на генетическом разнообразии будущих поколений.

Активный промысел воздействует и на видовую структуру промысловых запасов и уловов, что показано на примере сетного промысла в двух районах Онежского озера в начале XXI в. (табл. 5.9).

Очевидно, что снижение доли сига в уловах является результатом целенаправленного и интенсивного его промысла, что согласуется с данными, приведенными в табл. 5.9. Удельный вес других видов рыб относительно устойчив, что косвенно указывает на удовлетворительное и стабильное состояние их запасов.

Организация и работа рыбного промысла до рыночных реформ и в новых социально-экономических условиях отражают всю сложность процессов использования рыбных ресурсов. Современная система управления пользования биологическими ресурсами должна быть направлена на сохранение биоразнообразия, устойчивости ресурса при длительном его пользовании. Появление новых «Правил рыболовства» и «Закона о рыболовстве...» (2005–2007 гг.) должно содействовать упорядоченности промысла всех видов рыб, выведению на адекватный уровень решений по управлению и регулированию внутри системы «запас – промысел».

5.5. Влияние любительского рыболовства и браконьерства на состояние популяций рыб

Добыча биоресурсов является одним из видов антропогенного воздействия на природные системы, а браконьерский лов рыбы в некоторых регионах по степени воздействия на состояние запасов ценных промысловых видов превосходит влияние и промысла, и промышленного загрязнения. Этому вопросу посвящено множество исследований (Никольский, 1974; Кудерский, 1991; Павлов и др., 1999; Руденко, 2000; Прищепа, 2001). Достаточно обособленно стоят такие виды рыболовства, как любительское и спортивное. Оценка воздействия этих видов рыболовства практически не проводится. В то же время, даже изымая рыбу в рамках установленных законом правил, можно оказывать существенное влияние на запасы и численность популяций некоторых ценных видов.

Наряду с промышленным ловом, любительское и спортивное рыболовство, широко распространенное в водоемах Карелии, разрешается в установленном порядке в водохранилищах, во всех озерах, за

исключением водоемов, расположенных в государственных заповедниках и проточных семужьих озерах, а также в морских районах Белого моря. На проведение промышленного лова выделяются квоты, в рамках которых ведется добыча рыбы. Часть квот расходуется на проведение контрольных отловов рыбы для научно-исследовательских целей и лицензионного рыболовства. Как уже говорилось выше, воздействие любительского, спортивного рыболовства и браконьерского лова рыбы редко принимается во внимание в сравнении с промышленной добычей. Однако влияние этих видов промысла не может не сказываться на состоянии рыбных запасов, и воздействие этих факторов также должно отражаться на биологических показателях рыб.

Рассматривая статистику современного промысла, следует отметить, что пресс неучтенного и нелегального лова является очень серьезным фактором, оказывающим значительное влияние на состояние всех без исключения популяций рыб. Судя по многочисленным данным отечественных и зарубежных исследователей, неучтенный вылов лосося достигает 80–100% от регистрируемого официальной статистикой (Атлантический лосось, 1998). Проблема неучтенного лова рыбы поднималась еще в середине XIX в. Так, К. Бергштрессер (1838) полагал, что из 80–100 тыс. пудов (приблизительно 1440 т) рыбы, вылавливаемой в Олонецкой губернии, в продажу поступает не более двух третей. Н. А. Крылов (1889) считал, что при официальном годовом вылове рыбы 4130–8800 пудов (66–140 т) только в Повенецкой части Онежского озера, население этого уезда расходует на собственное продовольствие 150 000 пудов (2400 т). Официальная статистика действительно не может учитывать объемов браконьерского и любительского лова, так как для этого требуются специальные исследования. До конца 1980-х гг. вылов рыбы на внутренних водоемах Карелии осуществлялся преимущественно государственными промысловыми бригадами. О роли рыбаков-любителей (удилища, спиннинг, дорожка) говорили немного, хотя в правилах рыболовства существовали ограничения на вылов крючковой снастью ценных промысловых видов. Борьбу с браконьерами вело государство силами инспекторов рыбоохраны. Эффективность этой борьбы не всегда была высокой, тем не менее, имел место определенный сдерживающий фактор. С начала 1990-х гг. браконьерство, как явление социального порядка, наносит очень серьезный урон рыбным запасам. Нарушения правил рыболовства приобретают массовый характер. Полученные данные, основанные на рейдах инспекторов рыбоохраны и собственных наблюдениях, позволили проанализировать

неучтенный промысел на наиболее доступном и посещаемом участке акватории Онежского озера (р-н о. Ивановских, Пухгинских, Монок, Иерусалимская банка). Общая площадь наблюдаемой акватории составила около 250 км². Промысловая нагрузка на этот район очень высока. В течение недели было отмечено приблизительно 60 выставленных сетных порядков (600 сетей). Средняя площадь одного сетного порядка составляет 2 400 м² (10х60х4). Иначе говоря, общая площадь сетного полотна на участке 250 км² составила 144 000 м². Это количество характерно для периода интенсивного лова (август – середина октября). В остальные сезоны общее количество сетей может быть ниже или выше, так как вряд ли все выставляемые порядки были нами учтены. На основе полученных данных мы рассчитали количество вылавливаемой рыбы. Эти показатели весьма приближительны, но в какой-то степени отражают промысловую нагрузку на обследованный участок. Для расчета использовали следующую формулу:

$$P = K_{\text{ср.}} * C * M_{\text{ср.}} * N,$$

где P – вылавливаемое количество рыбы за год, кг;

$K_{\text{ср.}}$ – среднее попадание рыбы, экз./сетку;

C – количество сетей;

$M_{\text{ср.}}$ – средняя масса рыбы, кг;

N – количество дней лова рыбы в году.

Исходя из среднесуточного попадания рыбы (2,8 экз./сетку), средней навески рыбы (250 г) и количества дней лова (~180) на наблюдаемом участке рыбаками-любителями вылавливается приблизительно 76 т рыбы в год. Появление более совершенных орудий лова, мощных катеров, навигаторов позволяет рыбакам-любителям и браконьерам легко осваивать не только прибрежные, но и удаленные от берегов районы озера.

Не менее интересен вопрос о роли рыбаков-любителей в неучтенном промысле. Анализ некоторых способов ловли показывает, что «крючковая» снасть (в данном случае речь идет о спиннингах и удилищах) вносит существенную лепту в промысел рыбы, особенно лосося. Проведя наблюдения за таким популярным способом ловли, как троллинг, мы получили довольно интересные результаты. Обычно ловля троллингом начинается сразу после освобождения озера ото льда, т. е. во второй декаде мая, и продолжается до заморозков, т. е. до ноября (приблизительно 180 дней). В связи с теплыми зимами 2006–2007 гг. лов лосося продолжался весь декабрь до начала января. В этот период

на исследуемом участке (о. Ивановские – Монок – Иерусалимская банка – Пухтинские острова – о. Девичий) мы наблюдали в конце каждой недели (суббота, воскресенье) до 30 лодок ежедневно. С июня до конца сентября 2005–2007 гг. такая картина стала правилом. В будние дни нами отмечалось до 10 лодок. Иногда количество лодок было меньше (2–3), иногда больше (до 15). Стараясь быть более объективными, мы посчитали среднее ежедневное нахождение 15 лодок в выше-названном районе в течение недели достаточно реальной цифрой, которую можно использовать для приблизительного расчета промысловой нагрузки. Погодные условия часто препятствуют ловле этим способом, и половину из заявленных 180 дней можно изъять, т. е. расчет выловленной рыбы ограничивается 90 сутками. Каждая из лодок оснащена 6–10 блеснами. Проведя опрос среди рыбаков, удалось установить, что в среднем на лодку за сутки попадает до 4 лососей, так как, лосось – основная рыба (98%), попадающаяся на блесну. Уловы значительно колеблются (от 0 до 29 экз. – максимальный улов, в котором признались рыбаки). Исходя из принятых нами показателей, ежедневно с помощью троллинга вылавливается 60 лососей. За неделю 15 лодок вылавливают около 420 экз., а за 90 дней – 5400 экз. К сожалению, при ловле троллингом попадает много неполовозрелого нагульного лосося весом от 500–3000 г, и только культура рыбаков-любителей определяет, будет ли неполовозрелая особь выпущена обратно в озеро или останется в лодке. Как показывает практика, в 70% случаев неполовозрелый лосось остается, как говорят рыбаки, «на ушицу». Поэтому средняя навеска лосося в процессе троллинга принимается нами 2,5 кг. Следовательно, общий вылов лосося, вылавливаемого таким способом, составит приблизительно 13,5 т. Эти показатели практически укладываются в установленные для шуйского лосося квоты. Но не следует забывать, что речь идет только о небольшом районе Онего. Не менее посещаемы рыбаками и другие части озера, такие как Шандорские о-ва, Кижский архипелаг, район Шелтозеро, о. Брусно, р-н Занежья, Шальская губа и т. д. Таким образом, реальный объем вылова лосося в Онежском озере в целом значительно больше. Вылов базируется в основном на особях младших возрастных групп и, как результат, средняя навеска лосося за последние годы (2004–2007 гг.) заметно снизилась. Поэтому рассчитанная нами величина – лишь надводная часть айсберга. Более того, все чаще и чаще для вылова рыбы применяются мелкоячеистые сети, что ведет к облову неполовозрелых рыб младших возрастных групп.

Определенный интерес представляет оценка вылова рыбы при подледном лове на блесну и мормышку. В качестве модельного нами был выбран один из наиболее посещаемых участков Онежского озера – район д. Щелейки. Здесь на протяжении многих лет на границе Ленинградской, Вологодской областей и Республики Карелия собирается множество любителей зимней рыбалки. В течение трех лет (2005–2007 гг.), посещая этот район, мы проводили учет уловов рыбаков-любителей. Участок 20х20 км (400 км²) наиболее заполнен в выходные дни (суббота, воскресенье). В этот период здесь собирается в среднем от 400 до 600 человек. В будни количество рыбаков в зависимости от сезона и информации о клеве колеблется от 50 до 150 человек. Поэтому среднее ежедневное посещение в период активной рыбалки с конца января до середины апреля (2,5 месяца или 75 дней) было принято 100 человек. Опрос рыбаков показал, что уловы колеблются в широких пределах (от 0,5 до 30,0 кг). Средний вылов рыбы на человека в день мы приняли за 3 кг. Основу уловов составляет окунь, средняя навеска для этого района – 170 г. Несложные расчеты показывают, что в указанный период, исходя из полученных данных, только окуня на участке в 400 км² вылавливается 22,5 т (100 чел.*3 кг*75 сут.). Подобных мест на Онежском озере довольно много (район Пухтинских островов, Повенецкий залив и др.). Эти районы в настоящее время, учитывая техническую оснащенность населения, не являются труднодоступными.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на акватории Онежского озера наблюдаются процессы, связанные с переломом, что характерно для популяций сиговых и других видов рыб озер разного типа северной части Большеземельской тундры, Печорского бассейна и водоемов Восточной Фенноскандии (Пономарев, 1996; Лукин, Шарова, 2000; Новоселов, 2000; Стерлигова, 2000; Лукин и др., 2006). Основными признаками популяций, претерпевающих негативные изменения в результате интенсивной многолетней промысловой нагрузки, являются: сокращение числа возрастных групп, увеличение доли тугорослых особей, сокращение продолжительности жизни, раннее созревание при экстремально малых для вида размерах. Данные факты свидетельствуют о напряженном состоянии популяций основных ценных промысловых видов рыб в Онежском озере. Промысловые стада, лишённые ежегодного пополнения, могут быть полностью уничтожены. Сохранившиеся при этом взрослые особи при их малой воспроизводительной способности и медленном росте смогут

увеличить численность популяции минимум через два поколения (более чем 10 лет), при условии полного запрета на лов. Результаты активного лова рыбы при помощи сетей и крючковых орудий лова можно наблюдать на примере оз. Укшезера, расположенного в 30 км от Петрозаводска. В альманахе «Рыболов-спортсмен» 1957 г. этот водоем оценивался как весьма продуктивный и известный своим крупным окунем. По словам автора статьи, экземпляры этого вида до 1 кг и более были обычным явлением для оз. Укшезера. В наше время окунь по-прежнему является доминирующей рыбой этого озера, только средняя навеска половозрелых особей этого вида составляет 30–40 г.

Новые способы ловли, такие как «троллинг» или «дорожка», с одной стороны, имеют право на существование, так как способствуют развитию рекреационного туризма, с другой — эти способы ловли должны быть регламентированы.

Таким образом, последствия бесконтрольного промысла оказывают негативное влияние на состояние популяций рыб и сравнимы по воздействию с техногенным фактором. Более того, если качество среды обитания улучшается, численность рыб под влиянием интенсивного, не регламентируемого любительского и браконьерского лова будет снижаться, что ведет к коренным изменениям ядра рыбного сообщества и смене доминирующих видов.

*Во всех ...случаях природоохранные
меры вызывали недовольство рыбаков,
видевших в промысле ...естественный и
испокон веков принадлежавший им
способ обеспечения своего существования...
Ограничения на промысел всегда
старались обойти любыми
законными и незаконными путями...*

Р. В. Казаков, 1999 г.

ГЛАВА 6

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ, СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

6.1. История развития отношений в сфере охраны и использования водных биологических ресурсов

Любая стратегия управления, сохранения и использования недр, лесов, водных и биологических ресурсов должна базироваться на законах, которые в свою очередь должны быть основаны на знаниях, полученных в результате научных исследований. К сожалению, природоохранное законодательство России на сегодняшний день несовершенно, особенно в области охраны биологических ресурсов. Мы решили провести анализ основных тенденций развития природоохранного законодательства России в сфере оценки и возмещения вреда биоресурсам (на примере водных биологических ресурсов). Изучение этого вопроса должно помочь в создании концептуальной и методологической основы управления биоресурсами экосистем.

Российское законодательство в сфере оценки и возмещения вреда, причиняемого биологическим ресурсам, в своем развитии прошло сложный путь, но и сегодня далеко не совершенно. В настоящее время ведутся работы по созданию целостной концепции ущерба, причиняемого животному миру, и разработке методических основ оценки наносимого биоресурсам вреда. Действующие сегодня и закреплённые в нормативных документах методологические основы расчета

экологического ущерба далеко не всегда способны адекватно оценить экономические и экологические потери.

Практическое значение предлагаемого анализа заключается в выяснении наиболее эффективных механизмов охраны и воспроизводства биологических ресурсов. Знание положительных и отрицательных сторон природоохранного законодательства прошлого помогает избежать ошибок при разработке и внедрении новых нормативных актов. Тысячелетняя практика правового регулирования использования, потребления, присвоения природных ресурсов в нашей стране представляет в этом смысле богатый опыт, который позволит облегчить неоконченный процесс поиска оптимальных моделей и решений экологических проблем.

Примитивные формы охраны природы существовали уже при первобытнообщинном строе. Рыбная ловля была одним из главных источников добычи пищи в этот период, характеризующийся присваивающим типом экономики. Понятно, что существовала и целая группа общественных отношений, связанных с использованием водных биологических ресурсов. Изначально они регулировались обычными нормами. Ими закреплялись сроки, места, способы и орудия рыбной ловли и добычи морского зверя. Зачастую обычные нормы приобретали мифологически-религиозный, обрядовый характер. Так, языческими верованиями отдельным местам придавался сакральный характер, там нельзя было заниматься охотой, собирательством, рыбной ловлей (священные рощи, урочища, озера, родники). Эти запреты и ограничения имели большое экологическое значение. Можно сказать, что первобытный человек был «вписан» в природу в том смысле, что его отношение к окружающей среде имело адаптивно-практический характер: благодаря определенным срокам добычи и заповедным местам биологические ресурсы не истреблялись полностью и получали возможность восстанавливать свою численность. Например, индейцы западного побережья Северной Америки тысячелетиями существовали за счет тихоокеанского лосося. Они разработали много способов его добычи: крюками, острогами, копьями, сетями, запрудами и ловушками различных конструкций. Все орудия делались из природных материалов. «В то время как технологии позволяли индейцам ловить рыбу, в которой они нуждались, их обычаи, церемонии, мифы и табу создали систему управления, которая определяла и ограничивала масштабы лова» (Лихатович, 2004).

Право, как социальный феномен, возникает только с появлением государства. Но в первоначальный период государство берет на вооружение те обычные нормы, которые сложились еще в первобытно-общинном обществе. Имеется лишь два существенных отличия. Во-первых, устраняются правила самостоятельного решения ряда вопросов общиной и соответственно связанные с этим обычаи. Во-вторых, обычаи одного, титульного для государства племени, имеют обыкновение распространяться на всю территорию государства.

В законодательствах первых государств охрана объектов природы понималась сугубо с точки зрения защиты интересов их собственников, коими могли выступать община, вождь, а позже и частные лица. Возмещение за уничтоженный или поврежденный ресурс сводилось к санкции «за содеянное» и в некоторых случаях к компенсации потерь собственнику. Зачастую возмещение вреда не имело самостоятельного статуса, считалось, что таковое заменяет кара, полагающаяся преступнику. Однако следует отметить, что уже в Античное время появляются первые попытки рассматривать окружающую среду как самостоятельную ценность и оценить вред, наносимый человеком природе. Плиний Старший (23–79 гг.), ссылаясь на сочинение Катона Старшего (II в. до н. э.) – первый признанный «учебник» сельского хозяйства, упоминал, что разорение почвы посредством всеобъемлющей в Римской империи тенденции к образованию латифундий приняло угрожающий масштаб. По мнению Т. Вернера, без чрезмерного преувеличения, здесь можно говорить о раннем культурно-историческом варианте тех оценок использования и ущерба, которые «зачастую имеют место тогда, когда природа в смысле развитого ландшафта сильно переоформлена посредством цивилизационных мероприятий по использованию, редуцирована к богатству, приносящему доход, и изменена до такого состояния, которое ощущается как уничтожение природы» (Вернер, 2003).

В Киевской Руси охрана природных ресурсов также осуществлялась через защиту прав собственности, экономических, военных и налоговых интересов страны. Русской Правдой предусматривались такие виды собственности на водные биоресурсы, как общинная, собственность князя, а также частная собственность. Основным видом санкций за нарушение правил, касающихся природных объектов, в этот период был штраф, причем его размеры были достаточно велики. Так, ст. 69 Пространной Правды за покражу бобра устанавливала штраф в 12 гривен, т. е. такое же наказание, как и за убийство холопа.

В позднесредневековом законодательстве уже применялся широкий набор санкций – от штрафа, битья батогами и кнутом до отсекаания различных частей тела и смертной казни (Бринчук, 1999). Но и тогда ловля рыбы в чужом пруду или садке, бобров и выдр также рассматривалась как кража имущества (Соборное Уложение 1649 г.).

Отметим, что теперь постепенно обязательства вследствие причинения вреда начали строго порождать двойные последствия: возмещение убытков собственнику природного ресурса и собственно правовую санкцию (за вылов рыбы в чужом пруду – возместить ее стоимость в двойном размере и т. п.). То есть, древнейшим способом оценки и возмещения ущерба из существующих ныне можно считать *таксовый*, имеющий схожую правовую природу. Дальнейшая историческая эволюция этих обязательств заключается в том, что постепенно вторая, карательная, функция их отпадает (переходя в руки уголовного права), и для гражданского права остается только задача первого рода – организация возмещения причиненного вреда. С позднего средневековья начинается и неолитическая революция в рыболовстве, т. е. очень постепенный переход от присваивающего к производящему типу хозяйствования (рыбоводство), который растянулся вплоть до XX в.

Специальные меры по ограничению использования водных биоресурсов впервые принимаются в XVII в. и лишь как ответ на последствия их чрезмерной добычи. Следует ряд царских указов об ограничении промысла, где регламентировались сроки, способы добычи, размеры добываемых видов. Царский Указ 1676 г. о порядке ловли рыбы в Плещеевом озере предписывал ловить «сельди большие и привозить к Москве по окладу сполна, а мелких сельдей не ловить» (цит. по: Булгаков, Ялбулганов, 1996, с. 140). Регламентировались способы ловли и количество выловленной рыбы (33 тыс. сельдей в год), за ловлю мелкой сельди устанавливалась смертная казнь. С этим же периодом связывают появление первых сезонных заказников: царь Алексей Михайлович организовал «государеву заповедь» на Семи островах у Мурманского побережья. Следует отметить, что все принимаемые в то время природоохранные акты имели местное значение и касались в первую очередь монарших охотничьих угодий (Штильмарк, 1984).

Коренное изменение проводившейся ранее природоохранной политики произошло в царствование Петра I (1696–1725). Петр стал первым царем, узаконившим природоохранные мероприятия, направленные на благополучие всего русского государства. Было

введено ограничение права собственности на природные объекты и право пользования ими в интересах государства, а позже и третьих лиц. Однако это лишь отчасти касалось водных объектов и их ресурсов. Д. Вайнер в своем исследовании отмечает, что после Петра монархи «занимались вопросами охраны природы лишь эпизодически. Хотя императрица Екатерина II Великая в 1763 г. специальным Указом установила запрещенный для охоты сезон, охрана природы не была предметом пристального внимания вплоть до конца XIX столетия» (Вайнер, 1991, с. 20).

Впервые вопрос ущерба, причиняемого природным объектам, вышел за рамки узкочастных интересов собственника и приобрел общественное значение со второй половины XIX в. Подобные оценки свой расцвет пережили в середине XIX в., когда в ходе начинающейся «промышленной революции» сформировалось широкое движение по охране природы. Это движение вступило в борьбу «против систематической инструментализации природы, ее деградации до одних только ресурсов» (Вернер, 2003) и заложило основы современной природоохранной деятельности. Наибольшее выражение эта тенденция нашла в формировании универсального принципа материально-правовой ответственности причинителя вреда природным объектам, в том числе и без учета вины (нем.: *Verursachungsprinzip*). В национальное законодательство большинства европейских стран было введено понятие «источников повышенной опасности», владелец которых в любом случае несет ответственность за нанесение ущерба окружающей среде. Среди отечественных ученых и деятелей того времени, оказавших влияние на становление современного экологического мышления, можно назвать К. Ф. Рулье, Н. А. Северцева, А. П. Богданова, К. А. Маслова и др.

Примерно в тот же период появляются идеи управления природой, и встает проблема истощения природных ресурсов. С 1775–1804 по 1880 гг. в европейской части России площадь лесов уменьшилась, по крайней мере, на четверть, уже вымерли тур и знаменитая стеллерова корова, многие виды были на грани исчезновения (калан, зубр, выхухоль и др.), ощутимо сократилось количество дичи. В конце 1880-х гг. даже правительство забеспокоилось и начало действовать. 3 февраля 1892 г. в России были приняты особые «Правила об охоте». Ими вводилась ежегодная оплата права на охоту и устанавливались сезоны охоты для трех широтных зон, определенных законом. Закон об охоте стал типичным примером господствовавшего в то время

утилитарного подхода, предполагающего разделение живых форм на «полезные» и «вредные», поскольку разрешал круглогодичный неограниченный отстрел «вредных» зверей — тигров, леопардов, волков. Многие в то время всерьез полагали, что увеличение количества дичи возможно только путем уничтожения хищников (Вайнер, 1991).

Отдельного законодательства, посвященного водным биологическим ресурсам, в этот период не появилось. Да и охотничье законодательство имело множество недостатков. Оно не затрагивало промысловой охоты и действовало лишь в некоторых областях европейской части России, значительные площади в империи вообще не попадали под действие закона. Более того, оно давало землевладельцам неограниченное право охоты в своих, часто очень больших, владениях. Из заметных нововведений в законодательстве России до 1917 г. можно отметить только учреждение при Императорском Русском Географическом обществе Постоянной природоохранительной комиссии (1912 г.), разработавшей первый проект российского закона об охране природы, и возникновение первых государственных заповедников («Закон об охотничьих заповедниках» был принят Государственной Думой в октябре 1916 г.).

В первые годы советской власти была создана основа для эколого-правового регулирования отношений природопользования, но она не имела целостного характера, поскольку основное внимание уделялось обеспечению использования отдельных разрозненных объектов (Глибко, 2004). Так, были приняты декреты: от 8 ноября 1917 г. «О земле», от 27 мая 1918 г. «О лесах», от 30 апреля 1919 г. «О недрах земли», от 27 мая 1919 г. «О сроках охоты и праве на охотничье оружие», от 24 июня 1920 г. «Об охоте», от 23 июня 1921 г. «Об управлении лечебными местностями», от 16 сентября 1921 г. «Об охране памятников природы, садов и парков» и др. (Об охране..., 1986). Из нормативных актов, посвященных специально рыболовству, отметим Декрет СНК РСФСР от 31 мая 1921 г. «О рыбной промышленности и рыболовстве», но он в основном носил технический характер, в частности, отменял государственную монополию на производство рыбных промыслов в водных угодьях республики.

Декретами устанавливалось изъятие земли и других природных ресурсов из товарных отношений, а значит, создавались условия для их охраны. Но охрана природных ресурсов от загрязнения, нормативно-методические основы оценки антропогенных воздействий на природу не получили в рассматриваемый период достаточного юридического

закрепления. Общий правовой механизм защиты природных объектов оставался на дореволюционном уровне, хотя санкции за незаконную добычу биоресурсов и были повышены.

Новый этап в развитии отношений в сфере обязательств вследствие причинения вреда природе начался с конца 1920-х гг. и был связан с процессами индустриализации, коллективизации. В природопользовании намерение провести индустриализацию максимально возможными головокружительными темпами вылилось в грандиозные планы преобразования (реконструкции) природы. Достаточно упомянуть «Генеральный план преобразования фауны Европейской России и Украины», предусматривавший искоренение «вредных» и акклиматизацию новых «полезных» видов в целях увеличения промысловой продуктивности. Так была принята Программа по акклиматизации животных, начало реализации которой было положено завозом североамериканской ондатры в 1928 г. Среди 16 организованных в 1932 г. производственно-охотничьих станций (ПОС), по крайней мере, 4 были ориентированы на акклиматизацию ондатры. Средняя площадь этих хозяйств составляла около 1 млн га. Натурализации в европейскую часть России подлежали также енотовидная собака, нутрия, сурок, американский енот, кефаль и различные беспозвоночные – из Черного моря в Каспийское, овцебык на Кольский полуостров и др. (Сосновский, 1987).

Нежелание советских идеологов признавать ограниченность возможностей человека в управлении естественными событиями привело, в конечном итоге, к значительным негативным экологическим последствиям. Так, завышенные цифры планов первой пятилетки по добыче промысловых животных подорвали их запасы. Как можно, например, планировать ежегодный промысел калана на Дальнем Востоке в 350 голов, когда общая численность популяции составляет всего около 450 особей? Это практически обрекало популяцию на вымирание. Аналогичная ситуация складывалась в промысле тюленей на Белом и Баренцевом морях, в китобойном промысле и в отношении промыслового лова рыбы на озере Байкал.

Но были и положительные тенденции. В августе 1922 г. Наркомземом были изданы подробные Правила коммерческой охоты (дополнены в 1924 г.). В их основе лежало «абсолютное согласие» с принципом научно обоснованного непрерывного получения продукции. Вначале были объявлены незаконными определенные методы промысла: использование яда, ловчие ямы, массовые отстрелы, ловчие

петли. Правила содержали также список охраняемых животных. Кроме того, законодательство предусматривало охрану морских млекопитающих, запрещая советским гражданам охоту на морских львов и каланов севернее 30° с. ш. в Тихом океане, подтверждалась готовность соблюдать условия Международной конвенции 1911 г. о промысле морских котиков. Но эти меры были половинчаты и не могли обеспечить эффективной охраны биоресурсов. Процветало браконьерство. Итог – самый ценный пушной зверь СССР – камчатский калан практически исчез. Надвигающийся кризис вызвал ответные меры, одной из которых было создание местными властями заказников, где охота была временно запрещена. С 1926 по 1928 гг. площадь таких территорий в стране утроилась. Хотя меры, принимаемые по охране промысловых животных, были половинчаты, однако к концу 1920-х гг. они привели к некоторым успехам, наиболее заметными из которых было предотвращение полного истребления бобров и возвращение в последующем этому зверю промыслового значения.

Интенсивное вовлечение природных ресурсов в хозяйственный оборот в период индустриализации постепенно «заставило» повсеместно увязывать природопользование с государственными народнохозяйственными планами, изучать природные ресурсы и учитывать их количество и качество. В конце 1930-х гг. появляются первые решения директивных органов о строительстве очистных сооружений и об установлении ответственности за сброс в окружающую среду промышленных загрязнений, устанавливаются первые нормативы качества вод. В 1940-е гг. они заменяются стандартами ПДК (Шемшученко, 1976). Но далеко не все вопросы охраны природных объектов были решаемы. Уже в то время ученые обратили внимание на то, что при строительстве плотин ГЭС, оросительных каналов, дамб, водохранилищ и др. не учитывались интересы рыбного хозяйства, темпы гидробиологических работ далеко не соответствовали темпам строительства. Уже тогда существовала угроза, которую создавали для фауны рек безумные масштабы сплава древесины в Карелии и призывы найти какие-то пути ее нейтрализации (Вайнер, 1991).

Законодательство в сфере использования и охраны водных биоресурсов окончательно формируется со второй половины XX в. как составляющая законодательства о животном мире. Советское законодательство об использовании и охране животного мира условно делят на три части. К первой из них относят законодательные акты об охране животного мира в целом – Закон об охране и использовании

животного мира, принятый Верховным Советом СССР в 1980 г. и соответствующие законы союзных республик (в РСФСР – в 1982 г.). Вторую часть составляет охотничье законодательство, регламентирующее организацию охоты и охотничьего хозяйства. Третья часть представляет собой законодательство об охране и воспроизводстве рыбных запасов.

Закон СССР об охране и использовании животного мира дал определение *животного мира* как объекта отношений по рациональному использованию и охране природы. В соответствии с законом вся фауна находится в государственной собственности. Но охрана животного мира не сводилась к мероприятиям по охране только этого природного объекта. Она охватывала также мероприятия по охране среды обитания, поскольку каждый вид существует только в определенных условиях. В качестве специальной меры охраны животного мира этим же законом было установлено введение Красной книги СССР и Красных книг союзных республик, в которые заносились редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, был регламентирован порядок создания и пополнения зоологических коллекций. Первое издание Красной книги СССР вышло в 1978 г., второе – в 1984 г. В число охраняемых видов было внесено большое количество ранее промысловых, а также так называемых «вредных» видов, которые еще совсем недавно нещадно истреблялись (выхухоль, тигр, барс, белый медведь, морж, нерпа, зубр и др.) (Сосновский, 1987).

Нормативные акты, специально посвященные охране рыбных запасов, появляются в 1950-е гг. Первым из них стало Постановление СМ СССР от 15 сентября 1958 г. № 1045 «О воспроизводстве и охране рыбных запасов во внутренних водоемах СССР», действующее до сих пор. Оно обязало Совет Министров РСФСР обеспечить разработку и применение типовых рыбозащитных сооружений для предотвращения засасывания молоди промысловых рыб насосными установками и оросительными системами, запрещало строительство гидротехнических сооружений и насосных установок на рыбохозяйственных водоемах без проведения согласованных с органами рыбоохраны мероприятий по сохранению и воспроизводству рыбных запасов в этих водоемах, а также утвердило Положение об охране рыбных запасов и о регулировании рыболовства в водоемах СССР. Постановление установило, что все водоемы (территориальные воды СССР, внутренние моря, реки, озера, пруды, водохранилища и их придаточные воды), которые используются или

могут быть использованы для промысловой добычи рыбы и других водных животных и растений или имеют значение для воспроизводства запасов промысловых рыб, считаются рыбохозяйственными водоемами и подлежат охране.

Выходят постановления «О мерах по усилению охраны рыбных запасов в водоемах СССР» (1969), «Об усилении охраны запасов ценных видов рыб, морских млекопитающих и водных беспозвоночных в рыбохозяйственных водоемах СССР» (1974), «Положение об охране рыбных и других живых ресурсов в прилегающих к побережью СССР морских районах» (1977) и др. Несмотря на попытки наладить эффективный контроль в рыбном хозяйстве и ужесточить ответственность за нарушение законодательства, браконьерство процветало, нанося огромный ущерб экономике и экологии страны.

Из действующих до сих пор нормативных актов СССР также отметим «Положение о любительском и спортивном рыболовстве» от 7 апреля 1982 г. № 139, «Типовые правила любительского и спортивного рыболовства», утвержденные Приказом Минрыбхоза СССР от 13 апреля 1983 г. № 187.

Параллельно шло развитие природоохранного законодательства, которое, в том числе, предусматривало меры по охране водных биоресурсов и сред их обитания. Отметим, в частности, Закон «Об охране природы в РСФСР» от 27 октября 1960 г., «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик» приняты 10 декабря 1970 г. и «Водный кодекс РСФСР», Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами от 16 мая 1974 г., Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране» от 7 января 1988 г. Основные недостатки советского природоохранного законодательства — его декларативность, необеспеченность конкретными механизмами юридической ответственности, коллизийность, неэффективность.

Отдельно рассмотрим историю формирования методической базы оценки ущерба, причиняемого водным биоресурсам. Вплоть до середины XX в. не существовало специализированных методик по количественному расчету ущербов отдельным элементам природных экосистем, а «методические» руководства (в форме научно-популярной литературы) имели рекомендательный характер и не содержали конкретных способов анализа биологических данных объекта по стандартным критериям. Первые «методы» оценки ущерба природным ресурсам носили описательный характер и в качестве привязки

стоимостного эквивалента использовали рыночную стоимость поврежденного (уничтоженного) ресурса (в чем были сходны с таксовыми формами расчета).

Специальные методики оценки экологического ущерба появляются вскоре после принятия Закона РСФСР об охране природы (1960) и о его развитии. Среди них рассмотрим лишь те, которые до сих пор не потеряли юридического значения. Так, можно отметить Методику подсчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству в результате сброса в рыбохозяйственные водоемы сточных вод и других отходов (утверждена Минрыбхозом СССР 16.08.1967 г. № 30-1-11), которая действует по настоящее время. Методика по большей части носит описательный характер, не содержит конкретных механизмов расчета ущерба. Положения методики можно расценивать скорее как рекомендации для определения величины ущерба. Документ содержит общий алгоритм оценочных работ, при этом учитываются потери рыбопродукции от гибели кормовых организмов, но получаемая в итоге величина оказывается достаточно приближенной ввиду целого ряда допущений. Молодь по методике условно принимается за половозрелую рыбу, не учитывается ее естественная смертность, не дается возрастных критериев отнесения рыбы к молоди. Поврежденные рыбы, молодь, личинки и икра относятся к погибшим.

Методики, принимаемые в 1970-е гг., уже гораздо более взвешенно и обстоятельно подходят к вопросу расчета ущерба. Из сохранивших юридическую силу документов выделяется «Методика подсчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству в результате нарушения правил рыболовства и охраны рыбных запасов», утвержденная Минрыбхозом СССР 12.07.1974 г. № 30-2-02. Методика широко использует математические методы подсчета, в частности, предлагает уравнения для вычисления ущерба отдельно по рыбам, беспозвоночным и «сидячим» видам, морскому зверю, водным растениям. Впервые применяется коэффициент промыслового возврата и плодовитости, рассчитывается ущерб от повреждения нерестилищ, при этом экономический ущерб определяется не розничной стоимостью, как прежде, а учитывает и затраты на мероприятия капитального характера в целях восполнения потерь (при сокращении биоресурсов на срок более 5 лет).

Абсолютное большинство методических документов в сфере охраны водных объектов и их ресурсов в СССР появляется со второй половины 1970-х гг. Они неоднократно изменялись, дополнялись и корректировались. Выражением этих работ стали «Методика подсчета

убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства» (1983 г.), «Методика подсчета убытков, причиненных загрязнением морской среды в экономической зоне СССР» (1987 г.) и другие документы.

Принятое 7 января 1988 г. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране» по сути легализовало экологические отношения и было направлено на совершенствование экономического механизма, обеспечивающего эффективное использование и охрану природных богатств. Сразу после выхода этого постановления в 1988–1989 гг. были утверждены документы, создавшие современную методическую основу для проведения оценочных работ по расчету ущерба (Временная методика..., 1989). Изначально данные методики носили временный характер, что и указано в их наименовании. Предполагалось, что по окончании перестройки они (в видоизмененном и откорректированном в соответствии с требованиями времени и утвержденными Типовыми методиками) будут приняты в окончательной редакции. Однако в связи с масштабными преобразованиями в стране, этим планам не суждено было сбыться. Временные методики являются действующими на протяжении последних 17 лет и будут иметь юридическую силу еще неопределенный срок. Работы по совершенствованию этих документов были начаты во второй половине 1990-х гг. Ввиду дискуссионного характера многих положений предлагаемых проектов методик, эти работы еще не завершены.

Временная методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого водным биоресурсам загрязнением рыбохозяйственных водоемов, была утверждена 1 ноября 1988 г. Методика носит комплексный характер, пытаясь охватить все случаи причинения ущерба от загрязнения водоемов. Существенно расширен категориальный аппарат, выстроен четкий алгоритм расчета ущерба, в приложениях приведены примеры расчетов с применением положений документа. Экономический ущерб понимается как функция от капитальных затрат на восстановление рыбозапасов (строительство рыбозаводов). Принятая через год «Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов» (1988) дополняет предшествующую, адаптируя ее методы для других видов хозяйственного воздействия.

С начала 1990-х гг. начался новый этап в разработке методико-технической документации по расчету экологических ущербов. В это время было принято большинство ныне действующих методик, особенно большое значение придавалось совершенствованию подходов к оценке вреда от нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в связи с чем разработан ряд специальных документов («Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах», утвержденная Минтопэнерго РФ 01.11.1995 г., и др.). Одной из последних была утверждена «Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» (зарег. в Минюсте РФ 15.05.2007 г. за № 9471), которая рассматривает ущерб, причиняемый водным объектам в целом, а для расчета ущерба водным биоресурсам отсылает к выше указанным временным методикам.

В настоящее время в сфере оценки экологического ущерба действующими являются несколько десятков различных нормативных документов методического характера. Порой область их применения не четко разграничена, что создает определенные сложности при решении практических вопросов оценки негативных воздействий. Некоторые регионы принимают свои методические документы для расчета экологического ущерба, несколько подобных методик принято в г. Москве. Следует учесть частое противоречие подобных документов с нормами федеральных актов.

Если проследить развитие методических инструментов расчета экологического ущерба за рубежом, то выяснится, что там совершенствование охраны водоемов долгое время связывалось, прежде всего, с созданием высокоточного оборудования для определения уровня загрязнения. Вследствие этого принципиальные основы оценки ущерба в западных странах недостаточно разработаны. В международном праве методик, подобных российским, почти нет, нет их и в законодательстве большинства европейских стран (Бажайкин, 2004). Дело в том, что в зарубежном праве при определении размеров потенциального и реального ущерба среде опираются на экспертные оценки специалистов. Например, в Финляндии определение размеров ущерба рыбным ресурсам производят специальные комиссии по оценке ущерба, которые создаются в каждом из 11 рыболовных районов. В ходе работы комиссия вправе привлекать экспертов. Результаты вычислений передаются в Центральную комиссию для утверждения («Закон о выплате компенсаций рыбакам-промысловикам за

ущерб, причиненный им в результате загрязнения вод районов промысла» от 01.03.1974 г. № 208; «Постановление о выплате компенсаций рыбакам-промысловикам за ущерб, причиненный им в результате загрязнения вод районов промысла» от 23.08.1974 г. № 687 и др.).

Сегодня налицо тенденция стандартизации основных методических подходов и придание им нормативного статуса для упорядочения эколого-правовых отношений в условиях Европы. Но пока можно назвать лишь отдельные нормативные методические акты, с помощью которых пытаются решить эту проблему (Examen., 2001).

6.2. Анализ нормативно-правовой базы использования и охраны водных биоресурсов

Нормативно-правовая база оценки использования и охраны водных биоресурсов включает довольно большой набор документов разного уровня (Глибко, 2004; Глибко, Лукин, 2006). Конституция РФ (1993) закрепляет ряд экологических прав граждан (ст. 42), в том числе право на возмещение вреда, причиненного их здоровью или имуществу экологическим правонарушением. Правда, в Основном законе нет прямых указаний по возмещению вреда, причиненного окружающей среде, вместе с тем этот институт можно рассматривать как развитие конституционного принципа, провозглашающего право гражданина на благоприятную окружающую среду. В целом природопользование, охрану окружающей среды и обеспечение экологической безопасности Конституция относит к предмету совместного ведения Российской Федерации и субъектов РФ (ст. 72).

Правовое регулирование использования и охраны водных биоресурсов внутри страны осуществляется в соответствии с законодательством РФ о водных биоресурсах, которое рассматривается как часть законодательства о животном мире. Основу последнего создает Федеральный закон «О животном мире» (1995 г.), несмотря на то, что водными биоресурсами являются и водные растения, к животному миру не относящиеся.

Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биоресурсов» был принят в декабре 2004 г., хотя первый его проект был подготовлен еще в июне 1996 г. Принятие закона тормозилось из-за лоббирования интересов рыбозаготовителей. В итоге закон оказался своего рода компромиссом между интересами хозяйствующих и контролирующих субъектов. По сравнению с проектом из него были

изъяты многие положения: о рыбохозяйственной экспертизе, ихтиопатологическом контроле, требованиях к пользователям водными биоресурсами, целевом бюджетном фонде управления, изучения, сохранения и воспроизводства водных биоресурсов, об общественной охране водных биоресурсов. В результате закон стал достаточно сжатым. Его значение состоит в закреплении основных терминов (водные биоресурсы, виды рыболовства и др.), определении субъектов и объектов в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов, видов и общего механизма пользования водными биоресурсами. Недостатки – нечеткость и неконкретность отдельных положений, декларативность норм, передача многих важных вопросов на уровень подзаконного регулирования.

Закон о рыболовстве стал первым законом, специально посвященным водным биоресурсам. В настоящее время подготовлен проект закона «О прибрежном рыболовстве». Нормы об охране водных биоресурсов и сред их обитания содержатся также в законодательстве РФ (Водный кодекс РФ, 2007 г.), федеральных законах «Об охране окружающей среды» (2002 г.), «Об экологической экспертизе» (1995 г.), «Об особо охраняемых природных территориях» (1995 г.), гражданском законодательстве РФ. Особое место в законодательстве отведено институту возмещения вреда, причиненного окружающей природной среде. Первая часть Гражданского кодекса РФ содержит общие положения о возмещении ущерба (ст. 15, 307–309, 393, 401), во второй части отдельная глава (гл. 59) посвящена обязательствам вследствие причинения вреда. Особое значение для регулирования эколого-правовых отношений имеет ст. 1079, в которой дано определение источников повышенной опасности и сформулирована обязанность их владельцев по возмещению причиненного вреда вне зависимости от наличия вины. Отдельные статьи, посвященные вопросам оценки и возмещения экологического вреда, содержатся в законах «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999 г.), «О животном мире», «О рыболовстве».

Среди других законодательных источников назовем Кодекс РФ об административных правонарушениях (2001 г.) и Уголовный кодекс РФ (1995 г.), которые создают правовые основы административной и уголовной ответственности за причинение вреда природным объектам.

Регулированию изучаемых правоотношений посвящен целый ряд подзаконных нормативных правовых актов федерального уровня, начиная от постановлений Правительства РФ и заканчивая актами

федеральных министерств и ведомств. В первую очередь, следует назвать Типовые правила рыболовства, утвержденные Приказом Минсельхоза России от 28 июля 2005 г. № 133. Правилами устанавливаются общие требования, регламентирующие рыболовство в каждом рыбохозяйственном бассейне. В бассейне Онежского озера действуют Правила рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна (зарег. в Минюсте РФ 31 мая 2007 г. № 9574). Они устанавливают обязанности пользователей водными биоресурсами, перечень документов, необходимых для осуществления рыболовства, запретные для добычи (вылова) районы и сроки промысла, виды водных биоресурсов, разрешенные способы и орудия добычи, промысловый размер и допустимые приловы молоди (или особой непromыслового размера). Следует отметить, что указанные правила несовершенно и требуют доработки. В частности, это касается параметров орудий лова и установленных промысловых размеров и допустимой величины прилова.

Важную группу подзаконных нормативных актов составляют методические документы, определяющие алгоритм и методику оценки ущерба водным биоресурсам. Методики по расчету ущербов, причиняемых водным объектам и их ресурсам, принимались в разное время (начиная с 1960-х гг.) разными компетентными государственными органами. Среди действующих методик много так называемых «временных», а также документов СССР и РСФСР. Основные методики и их характеристика приведены в предыдущем разделе.

Из других подзаконных нормативных актов следует назвать «Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», зарегистрированное в Минюсте РФ 4 июля 2000 г., рег. № 2302.

Системы нормативных актов субъектов РФ в гораздо меньшей степени касаются регулирования изучаемых правоотношений, что, на наш взгляд, не совсем верно: на региональном уровне можно было бы решать многие частные вопросы расчета ущерба, учитывая климатические, гидрологические и иные особенности территорий. Принцип совместного правового регулирования отношений в сфере оценки экологического вреда реализуется, например, в установлении регионами собственных систем такс (шкал) для исключения ущерба, причиненного незаконным добыванием или уничтожением объектов животного мира. Субъекты Федерации вправе определять размеры такс с учетом региональных особенностей, в том числе в повышенных

размерах, а также включать в список контролируемых объекты животного и растительного мира, не указанные в российских актах (это право впервые было предоставлено субъектам РФ Приказом Минприроды от 4 мая 1994 г. № 126). К примеру, в Республике Марий Эл правительством утверждены таксы для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный незаконным добыванием или уничтожением животных, занесенных в Красную книгу РФ и Красную книгу республики, и шкала размеров гражданских исков о возмещении ущерба, причиненного государственному охотничьему фонду. В ряде случаев размеры такс расходятся с российскими. Некоторые регионы принимают свои методические документы для расчета экологического ущерба. Несколько подобных методик принято в Москве. Следует учесть частое противоречие подобных документов с нормами федеральных актов.

Основные недостатки нормативно-правовой базы в области использования и охраны водных биоресурсов состоят в следующем. Ее формирование идет медленными темпами и не поспевает как за изменениями российского законодательства, так и за уровнем развития общественных отношений. Тормозится принятие важных законодательных актов, до сих пор нет положения о рыбоохранных зонах, неурегулирован целый ряд вопросов промышленного, любительского и спортивного рыболовства. До настоящего времени не до конца сформирована система методических документов оценки ущерба биоресурсам. Действующие в настоящее время методики охватывают далеко не все случаи нанесения вреда. Некоторые из них носят временный характер, другие принимались в разное время и зачастую противоречат друг другу. Окончательно не решен вопрос правового статуса нормативных документов, недостаточно отработаны порядок и процедура компенсации экологического вреда.

Неурегулированность ряда отношений и коллизионный характер действующих норм создают целый ряд проблем в рыбохозяйственной отрасли и имеют следствием нерациональный рыбный промысел, сокращение уловов, рост браконьерства, ухудшение состояния водных биоресурсов.

Так, несвоевременное принятие подзаконных нормативных актов и их несовершенство, неэффективное управление использованием рыбными ресурсами явилось причиной дестабилизации рыбопромысловой ситуации на озере Водлозеро. Например, в 2006 г. число выданных именных лицензий на лов рыбы сетями более чем в три раза

превысило их научно обоснованное количество. Это привело к значительному превышению общедопустимых уловов рыбы (в первую очередь, судака), что не нашло отражения в официальной отчетности. После отмены бассейновых правил рыболовства новые правила были приняты с известным опозданием (в мае 2007 г.), а ОДУ рыбы на 2007 г. были утверждены только в августе 2007 г., т. е. в течение 8 месяцев местные жители, существование которых напрямую зависит от рыбного промысла, лишены возможности получения лицензий, по сути, вынуждены были заниматься браконьерством. Неудовлетворительной является ситуация с учетом добытой на водоеме рыбы, имеет место значительное сокрытие уловов. Этому немало способствует отсутствие эффективной системы контроля за рыбодобытчиками. Следствием перечисленных негативных факторов является ухудшение состояния популяций ценных видов рыб (прежде всего, судака) (Петрова, Глибко, 2007).

6.3. Оптимизация системы управления рыбным хозяйством как способ сохранения водных биоресурсов

Решение существенной части проблем, стоящих перед рыбной отраслью, связано, прежде всего, с разработкой нормативно-правовой базы, на основе которой возможно построение эффективной в экологическом и экономическом отношениях системы управления использованием водных биоресурсов. Анализ развития законодательства в этой сфере и методов оценки ущерба водным биоресурсам показал, что уже на ранних этапах формирования государство задумывалось о влиянии деятельности человека на природные объекты. Однако понимание вреда, причиненного нерациональным использованием биологических ресурсов, применительно к конкретным случаям зачастую трактовалось однобоко и, как правило, в пользу собственника.

Исторически законы об охране природных ресурсов появляются только тогда, когда загрязнение и истощение последних становятся настолько ощутимыми, что это сказывается на доходах их пользователей. Можно сказать, что экологическое право в целом рождается как рефлексия на экологический кризис. Развитие законодательства о водных биоресурсах также показательно в этом отношении. Снижение численности ценных видов рыб в результате чрезмерного лова как масштабное явление впервые возникает в XIX в. и у нас в стране, и за рубежом. Например, обзор работ по состоянию и восстановлению

запасов атлантического лосося свидетельствует о том, что в Канаде тенденция к снижению численности популяций этого ценного вида появилась как раз в указанный период (Nettle, 1857). Это стало следствием чрезмерного лова и деградации биотопов в результате развития горнодобывающей промышленности, лесосплава, из-за чего происходило значительное сокращение ареала обитания, уменьшение продуктивности многих лососевых рек. К 70-м гг. XIX столетия в Великих североамериканских озерах лосося были практически истреблены (Watt, 1988). В 80-е гг. XX в. в одной из самых крупных и продуктивных рек Северной Америки – Рестигуш, количество отложенной икры составляло лишь 10% от уровня, необходимого для воспроизводства лосося, что свидетельствовало о «критически подавленном» состоянии его популяции (Randall, Pickard, 1983). Несмотря на подобное снижение запасов атлантического лосося, Канада на сегодняшний день обладает 500 нерестовыми реками, каждая из которых дает ежегодные уловы от 100 тыс. и более лососей (Ritter, Porter, 1980; Vielak, 1993). Данные факты свидетельствуют в пользу того, что восстановительные мероприятия, базирующиеся на научном подходе, являются вполне эффективным решением проблемы.

Усиление антропогенной нагрузки на рыбные ресурсы Онежского озера наблюдается со второй половины XIX в. В некоторых случаях отмечается связь снижения запасов того или иного вида с процессами 50–60-летней давности. Например, А. Ф. Смирнов (1935), разбирая причины десятикратного уменьшения уловов сига в Шальской губе Онежского озера по сравнению с 1895 г., делает выводы о том, что «...подорваны были запасы сига во время его усиленного вылова заколами в 1870 г.». История закола на реке Водле весьма примечательна. Еще в 1828 г. Сенат издал Указ о запрещении его строительства как объекта, подрывающего рыбные запасы. Тем не менее закол устанавливался вплоть до середины 1920-х гг. XX в. Во времена А. Ф. Смирнова (1930–1935 гг.) он прекратил свое существование, но лов идущих на нерест сигов уже при помощи мереж, установленных в устье Водлы, продолжался. Традиция строительства каменных стенок (заколов) для постановки вентерей, катисок, верш сохранилась до настоящего времени. Так, на р. Шуе на отдельных 400–500-метровых участках можно насчитать до 6–7 таких стенок, длиной от 20 до 40 м и шириной 1–1,5 м. Н. Н. Пушкарев еще в 1900 г. писал о том, что у «местных жителей существует взгляд на озеро, как на кладовую, где всегда можно достать себе рыбы на уху или на пирог» (Пушкарев, 1900).

Создается впечатление, что сознание людей, живущих в XXI в., абсолютно не изменилось.

Понимание причин сокращения численности рыбы, в первую очередь, ценных промысловых видов, таких как лососевые и сиговые, привело к тому, что уже в XIX в. принимались меры по снижению негативного антропогенного воздействия на водоемы. Конкретно на Онежском озере предлагалось прекратить лов малька, ввести ограничения на лов рыбы в притоках, проливах и в устьях рек, прекратить лесосплав, устранить загрязнение вод от лесопильных заводов, провести биологическую мелиорацию (вылов колюшки), устроить приспособления для проходов рыбы через запруды, предоставить воды Онега в общее пользование для рыбной ловли, применять новые орудия лова для промысла новых видов, ознакомить рыбаков с более совершенными приемами лова, изменить организацию сбыта рыбы, улучшить тип применяемых судов и обеспечить рыбаков компасами, обратить внимание на навигационную обстановку и проводить зоологические исследования и другие наблюдения. По сути, в этом перечне предлагается стратегия развития и управления рыбным промыслом на Онежском озере. Многие из приведенных положений этого перечня были актуальны не только 50 лет назад, но и сохранили свою значимость в настоящее время. А. М. Гуляева, Л. А. Кудерский (1964), через 60 лет после публикаций Н. Н. Пушкарева, говоря об уменьшении запасов ценных промысловых видов рыб, приводят следующие причины: а) нерациональная постановка промысла и в первую очередь массовый вылов молоди при проведении тралового лова; б) загрязнение рек остатками лесосплава и перекрытие их гидротехническими сооружениями; в) загрязнение отдельных участков озера промышленными коммунально-бытовыми стоками; г) широко развитый «любительский» лов на нерестовых реках. Предложения этих авторов по восстановлению запасов рыб также полностью повторяют предложения, высказанные 60–90 лет тому назад. Они и не могут быть другими, так как в основе своей рациональны.

Учитывая, что естественное воспроизводство является основным способом поддержания запасов рыбы, не вызывает сомнений необходимость разработки для всех водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, комплекса мелиоративных мероприятий по улучшению условий размножения производителей и нагула молоди. Первоочередное значение должно быть уделено охранным мероприятиям, для оптимизации и количественной оценки эффективности которых необходимы научные исследования (Doubleday, 1988). По мнению Д. Сноу и Б. Мини, восстановительными можно считать такие мероприятия

по управлению запасами рыбы, которые позволили бы водоему повысить уровень рыбопродуктивности по сравнению с настоящим моментом (Snow, Meaney, 1985; Anon., 1986).

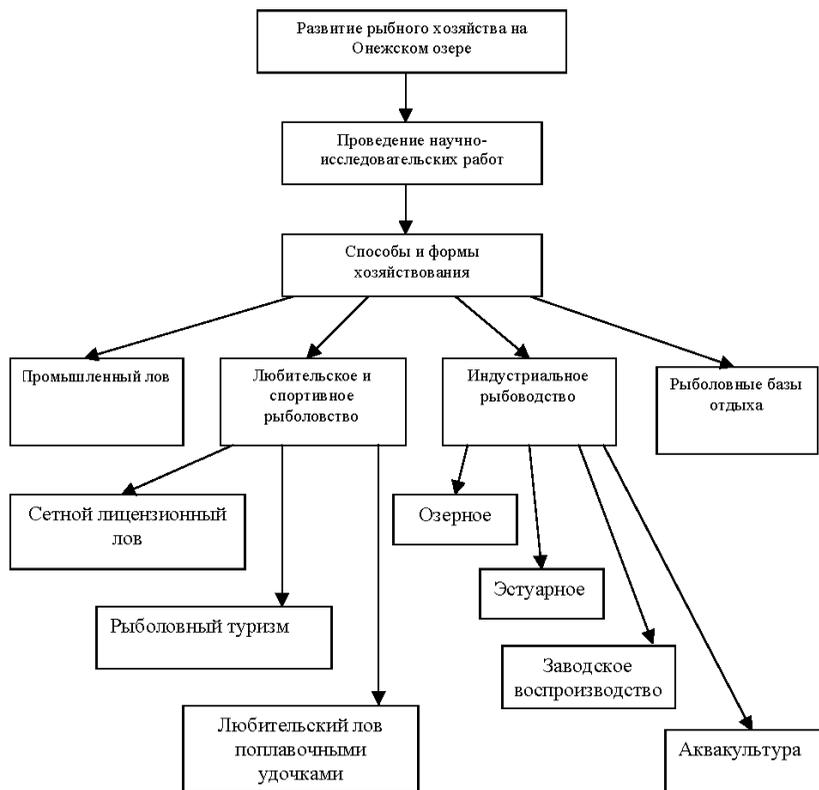
Во многих странах мира с целью восстановления рыбных ресурсов реализуются реабилитационные программы, включающие научные исследования и разработки (LeBlanc, 1980; Jones, 1988; Frenette et al., 1988; Legault, 1990; Turgeon, 1990, 1993; Rawson, 1992; Cross, 1993; Hamrook, Hare, 1993), экономическое развитие лососеводства и сига-водства (Kay et al., 1988; Moran, 1988; Riddell, 1993; Vigfusson, 1993), развитие рекреационного рыболовства (Cote et al., 1993; McKeon, Scolte, 1993). Успешная реализация таких программ обеспечивается совместными усилиями федерального правительства и региональных органов власти, а также промышленных предприятий и неправительственных организаций (Lutzac, 1983; Campbell, 1985; Gray, 1985; Pearse, 1988; Rideout, Stolte, 1988).

Проводимые нами исследования позволили прийти к пониманию того, что главной целью политики в области сохранения биоресурсов является устойчивое управление водными объектами и эффективная работа законов, обеспеченная нормативно-правовой базой. Концепция устойчивого управления водными объектами базируется на экосистемном подходе и принципах непрерывности и неистощимости при многоцелевом их использовании. Она подразумевает использование водных объектов, а также их водосборных бассейнов таким образом и такими темпами, которые сохраняют их разнообразие, продуктивность, воспроизводство, жизнеспособность и потенциал выполнения ими – в настоящем и в будущем – соответствующих экологических, экономических и социальных функций на местном, социальном и глобальном уровнях, без причинения вреда другим экосистемам. Базовые критерии устойчивого управления водными объектами и их ресурсами должны включать в себя:

- Сохранение качества вод.
- Поддержание продукционной способности водных экосистем.
- Поддержание жизнеспособности водных экосистем в условиях негативных антропогенных и природных воздействий.
- Сохранение биологического разнообразия.
- Поддержание и расширение множественных социально-экономических выгод для удовлетворения общественных нужд.
- Установление юридических, организационных и экономических рамок для сохранения водных объектов и их ресурсов, устойчивого управления ими.

На основании этих критериев предлагается схема рационального развития рыбного хозяйства на Онежском озере, включая элементы восстановительных мероприятий, реализация которой позволит сохранить популяции ценных промысловых рыб:

- **Регламентация и прогнозирование промысла.** Очевидно, что при наличии чрезмерного лова рыбы самая ясная и эффективная стратегия восстановления рыбных запасов состоит в снижении этого лова (Bielak, Davidson, 1993). Регулирование рыболовства во избежание нарушения естественного воспроизводства должно достигаться путем установления запретных периодов и мест лова, ограничений общего вылова производителей и прилова неполовозрелых особей, составляющих пополнение. Проведение научного, биологически обоснованного промысла позволит более точно осуществлять оценку запасов, определять численность и структуру популяций и нерестовых стад, изменять в случае необходимости величину изъятия, производить более точные расчеты эффективности естественного воспроизводства. Эти положения частично отражены в действующих правилах рыболовства, однако необходимо продолжение работ по расширению запретных мест и сроков лова для всей акватории Онежского озера.
- **Осуществление дифференцированного подхода при регулировании промыслового и любительского вылова разных видов рыб.** В Онежском озере существует, как правило, промысел, направленный на вылов лосося, палии, сига, ряпушки, судака, т. е. ценных промысловых видов. Запасы частичковых рыб используются недостаточно. Их доля в уловах не превышает 9%. Такое неравномерное использование рыбных запасов приводит к изменению структуры рыбной части сообщества.
- **Восстановление воспроизводительной ценности водоемов,** включая поддержание на репродукционном биотопе необходимых площадей нерестового субстрата, гидрохимического режима для выживания икры и личинок. Применение гнезд-инкубаторов. Для этого предлагается организация комплексных рыбоводных хозяйств, включающих не только кемпинги для отдыха, но небольшие выростные хозяйства с последующим выпуском молоди в водоемы, регулированием численности хищников и т. д. Вложенные в подобные комплексы средства уже через пять лет (первое поколение, готовое к естественному нересту) будут приносить отдачу и должны окупить свое существование.



Р и с . 6 . 1 . Блок-схема интенсивного развития рыбного хозяйства на Онежском озере

- Совершенствование системы охраны (контроля) с применением мер пресечения и альтернативных мер стимулирования, включающих доступность лицензий на лов широким слоям населения. Постоянное внимание следует уделять корректировке таких показателей, как промысловая мера, разрешенные орудия лова и периодически, не реже чем раз в пять лет, возвращаться к ревизии действующих правил. Так например, в настоящее время высокая промысловая нагрузка на Онежском озере в сочетании со все более частым применением сетей с размером ячеи 28–32 мм,

довольно быстро привели к снижению размерно-весовых показателей сига. Требуется введение в правила рыболовства ограничений по размерам ячеи для рыбаков-любителей.

- Существующие в настоящее время методы контроля и защиты биоресурсов неэффективны, причиной чего является множество контролирующих организаций. Необходимо создание единого органа контроля и охраны биологических ресурсов, обеспеченного достаточным количеством средств и законными рычагами воздействия на нарушителей любого ранга.
- Развитие рыболовного туризма является перспективным направлением для спортивного рыболовства Республики Карелия. Однако для каждого из водоемов должно быть рассчитано количество рыбы, вылавливаемой без ущерба для популяции, даже если лов на водоеме производится по типу «поймал—отпустил».

Подводя итог, можно сделать выводы о том, что вопросы, связанные с регулированием охраны и использования водных биологических ресурсов, до сих пор требуют пристального внимания и серьезных разработок. Это касается как законодательной базы и ее нормативно-правового обеспечения, так и методической составляющей в части основ оценки причиняемого водным экосистемам вреда. Совершенствования требует и система управления рыбной отраслью. Сформулированные нами предложения по оптимизации пользования рыбными ресурсами Онежского озера включают систему мер организационно-технического, нормативно-правового и методического характера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог нашей работе, хотелось бы отметить, что проблемы Онежского озера неразрывно связаны с процессами, происходящими в государстве. Эта связь наблюдается на протяжении многих лет. Изменение приоритетов в хозяйственной деятельности немедленно сказывается на состоянии озера и его бассейна. Если в XIX и начале XX вв. основу хозяйственной деятельности на водосборной территории составляло лесное хозяйство, то в середине XX в. большую роль играют гидроэнергетика, целлюлозно-бумажная промышленность, в начале XXI в. увеличивается значимость озера как транспортной артерии, в первую очередь, для переброски нефти и нефтепродуктов.

Ретроспективный анализ рыбохозяйственной ситуации показал не только постоянное увеличение уровня антропогенной нагрузки на экосистему Онежского озера, но и сегодняшнюю актуальность большинства обозначенных проблем, возникших в прошлом. Положение дел во многом зависит не только от государственной политики, но и от людей, которые выполняют (или не выполняют) принятые решения. Например, один из наиболее чистых в настоящее время районов Онежского озера – акватория, прилегающая к о. Сал, являющаяся местом нагула лосося, палии, ряпушки – в середине XIX в. был настолько загрязнен отходами лесоперерабатывающей промышленности, что жителям Заонежья для ловли ряпушки приходилось добираться до о. Брусно, т. е. практически через весь водоем, так как в районе о. Сал лососевые и сиговые рыбы отсутствовали. Запреты на сброс отходов лесной промышленности, которые поступали в озеро без очистки, и жесткое соблюдение установленных правил позволили восстановить качество вод, и уже в 30-е гг. XX в. этот район вновь приобрел важное рыбохозяйственное значение.

Анализ нормативно-правового обеспечения в области охраны природы и биоресурсоведения показывает, что, как правило, принимаемые в России законы, особенно на этапе их разработки, являются хорошо продуманными и взвешенными. Однако сами принятые законы часто не выполняются, что было характерно для СССР, или на этапе принятия закона на первое место выходят интересы промышленности, что типично для России. Недавно принятые Водные и Лесной кодексы являются ярким тому примером, демонстрирующим приоритет экономических интересов в ущерб природоохранным. Так, новый Лесной кодекс ликвидирует одну из важнейших категорий лесов (леса первой

группы) – запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб. Вызывает изумление ширина установленных в Водном кодексе водоохранных зон и прибрежных полос, особенно для участков, имеющих ценное рыбохозяйственное значение. Принятие таких решений является следствием неоднократных структурных преобразований государственных природоохранных органов, что приводит к ослаблению роли государственной экологической экспертизы и доминированию экспертизы ведомственной. Подход, при котором структура занимается разработкой законов о добыче и переработке ресурсов и одновременно определяет политику в области охраны природы, неизбежно ведет к негативным последствиям в охране водных и наземных экосистем, их биологических ресурсов.

Характеризуя современные социально-экономические условия, необходимо представлять себе их особенности, негативно сказывающиеся на природо- и водоохранной деятельности.

- Ослабление системы государственного надзора и контроля в области охраны природы и использования природных ресурсов, частая реорганизация органов власти, понижение статуса природоохранных органов, сокращение государственного финансирования охраны природы. Ослабление борьбы с нарушениями природоохранного законодательства, в частности, с браконьерством.

- Недостаточное внимание к стратегическим долгосрочным задачам в области охраны природы. Приоритетность тактических краткосрочных задач в государственном и региональном планировании и в планах коммерческих компаний. Как следствие – отсутствие системы мониторинга, управления и устойчивого использования непромысловых и редких видов рыб, в том числе таких, как онежский лосось и паляя.

- Стратегическая ориентация государства на интенсификацию использования природных ресурсов в качестве главного механизма экономического развития страны в ближайшие годы, перспектива интенсификации добычи полезных ископаемых в регионе, что увеличит нагрузку на водные объекты, в том числе на экосистему Онежского озера.

- Отраслевой характер природопользования. Слабая разработка и реализация программ и проектов комплексного развития регионов. Пренебрежение теми компонентами среды, которые не могут принести быстрой финансовой отдачи.

- Незавершенность и противоречивость законодательства в области охраны природы на фоне реформирования отношений

собственности на природные ресурсы. Как следствие – необоснованные препятствия в процессе осуществления природоохранной деятельности (в частности, при организации особо охраняемых территорий и привлечении нарушителей к ответственности).

- Недостаточный уровень биологической и экологической грамотности населения, преобладание потребительского отношения к живой природе.

Онежское озеро является важным объектом для российской экономики, так как оно – крупнейший источник все еще чистой питьевой воды на Северо-Западе страны. В его бассейне развиты промышленность, лесное и сельское хозяйство, через озеро проходят важные воднотранспортные пути. Водоем по-прежнему имеет высокую значимость как объект рыбного промысла и аквакультуры, а в перспективе – большие возможности для развития массового туризма на берегах и акватории.

Таким образом, становится очевидным, что необходима разработка Стратегии сохранения и рационального использования Онежского озера на основе современных знаний и научных представлений о его состоянии. Учитывая уникальность Онежского озера, эта Стратегия может стать основой национальной программы и должна быть документом долгосрочного планирования.

Цель Стратегии – сохранение и восстановление биологических ресурсов Онежского озера на уровне, обеспечивающем их устойчивое существование и неистощимое использование в долгосрочной перспективе. Ее создание должно базироваться на основе важнейших документов в области охраны живой природы, таких как: Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России (2001), Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов России (2004) и т. д.

Назначение стратегии может быть определено несколькими основными пунктами:

- Создание основы для партнерского взаимодействия органов государственной власти, научно-исследовательских организаций, негосударственных общественных организаций и объединений, структур бизнеса, граждан страны, а также международных природоохранных организаций и благотворительных фондов;
- Разработка научно обоснованных направлений, плана действий и рекомендаций по сохранению и рациональному использованию

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

биоресурсов озера. Стратегия должна являться основой планирования тактики управления биоресурсами в целях их наиболее эффективной эксплуатации и устойчивого сохранения биологического разнообразия;

- Определение принципов сохранения ценных видов рыб (лосось, паляя, сиг и т. д.), приоритетных компонентов видовой структуры (экологические формы, локальные популяции) и их местообитаний.

Авторы надеются, что представленная работа, по крайней мере, заставит задуматься читателей, и если хотя бы десять неполовозрелых лососей будут выпущены обратно в озеро, а один из этого десятка сумеет отнереститься в естественных условиях, то время и труд коллектива авторов окажутся потраченными не напрасно.

ЛИТЕРАТУРА

Аксенова Е. И., Богучарскова Г. И., Зозулина М. И. Роль фито- и бактериопланктона в питании *Cladocera* // Гидробиол. журн. 1969. Т. 5, № 5. С. 41–48.

Александров Б. М. Кормовой бентос для рыб озер КФССР // Материалы совещания по проблемам повышения рыбной продуктивности внутренних водоемов КФССР. Петрозаводск, 1954. С. 124–136.

Александров Б. М. Схема биоценозов Онежского озера // Гидробиологические исследования. Институт зоологии и ботаники АН ЭССР. 3. Тарту, 1962. С. 181–188.

Александров Б. М. О донной фауне озер Карелии и ее кормовом значении для рыб // Биология внутренних водоемов Прибалтики. М.; Л., 1962. С. 128–131.

Александров Б. М. О нектонобентосных реликтовых ракообразных Онежского озера // Проблемы использования промысловых ресурсов Белого моря и внутренних водоемов Карелии. Вып. 1. М.; Л., 1963. С. 232–243.

Александров Б. М. Донная фауна озер Карелии и ее кормовое значение для рыб // Доклад по материалам опубликованных работ, представленных к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Л., 1966а. 17 с.

Александров Б. М. О питании и местах нагула бентосоядных рыб в Онежском озере // Шестая СУСПБР. Петрозаводск, 1966б. С. 69–71.

Александров Б. М. Об изучении состава донной фауны Онежского озера // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Вып. 3. Петрозаводск, 1969а. С. 37–39.

Александров Б. М. О составе пищи бентосоядных рыб Онежского озера // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Вып. 4. Петрозаводск, 1969б. С. 106–110.

Александров Б. М. и др. Озеро Онежское // Озера Карелии: Справочник. Петрозаводск, 1959. С. 86–135.

Александрова Д. Н. Бактериопланктон и микрофлора донных отложений Онежского озера // Микробиология и первичная продукция Онежского озера. Л., 1973. С. 5–83.

Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л., 1981. 268 с.

Алимов А. Ф. Продуктивность сообществ беспозвоночных макробентоса в континентальных водоемах СССР (обзор) // Гидробиологический журнал. 1982. Т. 18, № 2. С. 7–18.

Алимов А. Ф. Соотношения между трофическими уровнями в сообществах пресноводных животных // Журн. общей биологии. 1983. Т. 44, № 4. С. 435–445.

ЛИТЕРАТУРА

Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 151 с.

Алимов А. Ф., Финогенова Н. П., Балущкина Е. В. и др. Продуктивность бентоса // Лимнологические исследования на заливе Онежского озера Большое Онего. Л.: ЗИН АН СССР, 1982. С. 170–199.

Алимов А. Ф., Финогенова Н. П., Балущкина Е. В., Аракелова Е. С. Продуктивность зообентоса // Исследование взаимосвязи кормовой базы и рыбопродуктивности. Л., 1986. С. 87–124.

Алимов А. Ф., Бульон В. В., Голубков С. М. Динамика структурно-функциональной организации экосистем континентальных водоемов // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М., 2005. С. 241–253.

Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 190 с.

Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М.: Наука, 1998. 218 с.

Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра / Под ред. Т. И. Моисеенко. М.: Наука, 2002. 402 с.

Арендаренко Г. А. Паляя как объект рыбоводства // Рыбное хозяйство Карелии. Петрозаводск, 1964. Вып. 8. С. 141–144.

Арнольд И. Н. Как использовать озера и пруды в колхозах. М.; Л., 1931.

Аршаница Н. М. Материалы ихтиотоксикологических исследований в бассейне Ладожского озера // Влияние загрязнений на экосистему Ладожского озера. Л.: ГосНИОРХ, 1988. С. 12–23.

Атлантический лосось / Под ред. Р. В. Казакова. СПб.: Наука, 1998. 575 с.

Бабаян В. К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Анализ и рекомендации к применению. М.: ВНИРО, 2000. 192 с.

Бабий А. А. Рыбохозяйственная система Онежского озера: прошлое и настоящее // Рыбное хозяйство. 2007. № 6. С. 83–87.

Бабий А. А., Сергеева Т. И. Крупная ряпушка – килец *Coregonus albula* Онежского озера // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43, № 3. С. 345–351.

Бажайкин А. Л. Страхование ответственности за причинение вреда окружающей среде в Федеративной Республике Германия (Umwelthaftpflichtversicherung) // Экологическое право. 2004. № 5. С. 47–53.

Балущкина Е. В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л., 1987. 180 с.

Балущкина Е. В., Голубков С. М., Иванова М. Б. и др. Опыт прогнозирования последствий эвтрофирования Лекшмозера на основе закономерностей функционирования экосистем // Реакция озерных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. СПб., 1997. С. 228–265.

Барков Д. В., Курашов Е. А. Значение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) в структуре макрозообентоса литорали о. Валаам (Ладожское озеро) // Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». 2005. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/079.pdf> 820.

Беляева К. И. Судак Онежского озера // Бюлл. рыбн. хоз. Карело-Финской ССР. Рыбн. хоз. Карело-Финской ССР. 1947. Вып. VI.

Беляева К. И. Оз. Чужмозеро // Озера Карелии. Петрозаводск, 1959.

Берг Л. С. Рыбы пресных вод и сопредельных стран. Изд. 4, ч. 1. М.; Л., 1948.

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.: АН СССР, 1949. Т. III.

Березина М. Ю., Панов В. Е. Вселение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Amphipoda, Crustacea) в Онежское озеро // Зоологический журнал. 2003. Т. 82, № 6. С. 731–734.

Биркан В. П. Питание ерша Ладожского озера // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1980. Вып. 159. С. 41–49.

Биркан В. П., Тихомирова Л. П. Суточные рационы и коэффициенты использования пищи на рост ерша Ладожского озера // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. 1982. Вып. 179. С. 46–58.

Богатова И. Б. Питание и пищевые взаимоотношения массовых форм прудового зоопланктона // Тр. ВНИИПРХ. 1971. Т. 17. С. 17–35.

Богущая Н. М., Насека А. М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: ЗИН РАН, 2004. 389 с.

Болотова Т. Т. Суточные рационы питания и коэффициенты использования пищи на рост сига-лудоги Ладожского озера // Изв. ГосНИОРХ. 1977. Т. 125. С. 58–65.

Большая губа Повенецкого залива Онежского озера. Петрозаводск, 1992. 122 с.

Бородич Н. Д. О питании личинок *Chironomus F.L. Plumosus* и о зимовке их в грунтах спущенных рыбоводных прудов // Тр. Всес. Гидроб. общ. М., 1956. Т. 7. С. 121–147.

Бояринов П. М. Экологические проблемы Онежского озера // Водные ресурсы Карелии и экология. Петрозаводск, 1992. С. 35–44.

Бринчук М. М. Экологическое право. Учебник для высш. юрид. заведений. М.: Юрист, 1999. 688 с.

Булгаков М. Б., Ялбулганов А. А. Природоохранные акты: от «Русской Правды» до петровских времен // Государство и право. М.: Наука, 1996. № 8. С. 136–146.

Бульон В. В. Влияние ключевых биотических и абиотических факторов на рыбопродуктивность водоемов // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество

ЛИТЕРАТУРА

воды. Докл. II Междунар. науч. конф. 22–26 сент. 2003 г. Минск – Нарочь, 2003. С. 15–18.

Бульон В. В. Моделирование потоков энергии в озерных экосистемах как инструмент гидробиологических исследований // Водные ресурсы. 2005. Т. 32, № 3. С. 361–370.

Бульон В. В., Винберг Г. Г. Соотношение между первичной продукцией и рыбопродуктивностью водоемов // Основы изучения пресноводных экосистем. Л.: Наука, 1981. С. 5–10.

Вайнер Д. Р. Экология в Советской России: Пер. с англ. М.: Прогресс, 1991. 400 с.

Валетов В. А. Лосось Ладожского озера (биология, воспроизводство). Петрозаводск, 1999. 90 с.

Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экологические аспекты гидроэнергетики. Л.: Изд. ЛГУ, 1984. 248 с.

Васильева Г. Л. Исследования по экологии ветвистоусых в связи с выращиванием их как живого корма для рыб // Тр. Моск. техн. ин-та рыб. пром. и хоз-ва. 1959. Вып. 10. С. 88–138.

Васильева Е. П., Белкина Н. А. Оценка изменений химического состава донных отложений Онежского озера // Крупные озера Европы – Ладожское и Онежское. Тез. Докл. Междунар. конф. 27–29 ноября 1996 г. Петрозаводск, 1996. С. 49–50.

Веденеев В. П. Питание щуки Онежского озера // Тез. докл. 2-ой республиканской конф. по проблемам рыбохозяйственных исследований внутренних водоемов Карелии. Петрозаводск, 1981. С. 44–45.

Веденеев В. П., Бабий А. А., Петрова Л. П. Биологическое состояние нерестового стада озерно-речного налима *Lota lota* реки Водла (Онежское озеро) // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43, № 3. С. 361–366.

Вернер Т. Экология как эрзац-религия и вопрос ее рациональной обоснованности // Вопросы философии. 2003. № 12. С. 93–98.

Веселов Е. А. Рыбы реки Водлы и Шальской губы Онежского озера // Тр. Бород. биол. ст. 1932. VI. 1.

Веселов А. Е., Калюжин С. М. Экология, поведение и распределение молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 2001. 159 с.

Вещезеров В. В. Рыболовство южной и юго-восточной части Онежского озера. Изв. Ленингр. Научно-исслед. ихтиол. ин-та. 1931. Т. XII. Вып. 1.

Винберг Г. Г. Особенности экосистем пресноводных водоемов (из итогов советских исследований по международной биологической программе) // Изв. АН СССР, сер. биол. 1975. № 1. С. 83–93.

Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск: АН БССР, 1960. 328 с.

Винберг Г. Г., Кобленц-Мишке О. И. Проблемы

первичной продукции водоемов // Экология водных организмов. М.: Наука, 1966. С. 50–52.

В и с л я н с к а я И. Г. Современное состояние фитопланктона Кондопожской губы Онежского озера // Лимнология Кондопожской губы Онежского озера. Петрозаводск, 1986. С. 98–113.

В и с л я н с к а я И. Г. Фитопланктон // Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. С. 183–192.

В и с л я н с к а я И. Г. Фитопланктон // Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По материалам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск, 1998. С. 57–60.

В и с л я н с к а я И. Г. Структура и динамика биомассы фитопланктона // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск, 1999. С. 146–158.

В и с л я н с к а я И. Г., К а л у г и н А. И. Фитопланктон Петрозаводской губы Онежского озера // Гидробиология Петрозаводской губы Онежского озера. Петрозаводск, 1980. С. 10–30.

В о л к о в И. В. Реферат отчетов о НИР по теме «Оценка антропогенного влияния на рыбные ресурсы и разработка мероприятий по компенсационным мероприятиям на водоемах Европейского Севера СССР» за 1986–1987 гг. Фонды СевНИИРХ (рукопись). 1987. 17 с.

В о л о ш и н В. П. Охрана морской среды. Л.: Судостроение, 1987. 208 с.

Временная методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиненного водным биоресурсам загрязнением водохозяйственных водоемов. Утв. Минрыбхозом СССР 01.11.1988 г. М.: АзНИИРХ, 1989. 108 с.

В ы ш к в а р ц е в а Н. В., Г у т е л ь м а х е р Б. Л. Об улавливающей способности фильтрационного аппарата рачков *Calanus* (*Corepoda*) // Гидробиол. журн. 1971. Т. 7, № 3. С. 66–72.

Г е р д С. В. О кормовых ресурсах для рыб крупных озер Карелии // Рыбное хозяйство Карелии. Вып. 5. Л., 1939. С. 59–76.

Г е р д С. В. Обзор гидробиологических исследований озер Карелии // Тр. Карело-Финского отд. ВНИОРХ. Петрозаводск, 1946. Т. 11. С. 28–140.

Г е р д С. В. Планктонические комплексы больших озер Карелии и летние миграции ряпушки // Уч. Зап. Карело-финского университета. 1946. Т. 1. С. 302–344.

Г е р д С. В. Биоценозы бентоса больших озер Карелии // Тр. Карело-Финского гос. университета. Петрозаводск, 1949. Т. 4. 197 с.

Г е р д С. В. Особенности питания подвидов *Coregonus lavaretus* Онежского озера // Тр. Карело-Финского отд. ВНИОРХ. Петрозаводск, 1951. Т. 3. С. 89–94.

Г е р д С. В. Биоценозы нижней литорали озер Карелии и их значение в питании рыб // Проблемы гидробиологии внутренних вод. Вып. 2. М.; Л., 1954. С. 161–171.

ЛИТЕРАТУРА

Гидробиология Петрозаводской губы Онежского озера. Петрозаводск, 1980. 182 с.

Г и л я р о в А. М. Питание Cyclops strenuous (Copepoda, Crustacea) в озере Глубоком (Московская область) в летнее время // Зоол. журн. 1976. Т. LV, № 2. С. 294–296.

Г л и б к о О. Я. История экологического движения в России // Научно-исследовательская работа студентов: Материалы 56-й науч. студенческой конференции. Петрозаводск, 2004. С. 32–33.

Г л и б к о О. Я., Л у к и н А. А. Проблемы нормативно-правового обеспечения и управления ресурсами водных объектов // Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований. Материалы юбилейной конференции, посвященной 15-летию ИВПС. Петрозаводск, 2006. С. 417–435.

Г о л у б к о в С. М. Удельная продукция, годовые Р/В-коэффициенты и жизненные циклы у водных личинок насекомых при различных температурах // Структурно-функциональная организация пресноводных экосистем разного типа. СПб., 1999. С. 22–68.

Г о р б а ч е в С. А. Оценка антропогенного воздействия на Петрозаводскую губу Онежского озера // Крупные озера Европы – Ладожское и Онежское. Петрозаводск, 1996. С. 50–52.

Г о р д е е в О. Н. К вопросу о биологии и экологии реликтового рачка *Mysis oculata* var. *relicta* Loven в озерах Карелии // Тр. Карело-Финского отд. ВНИОРХ. Петрозаводск, 1951. Т. 3. С. 259–268.

Г о р д е е в а Л. Н., Н о в о с е л ь ц е в Г. Е., С т е р л и г о в А. В. Питание молоди сига (*Coregonus lavaretus* Z.) и особенности использования энергии пищи на рост // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1978. Т. 118. С. 59–66.

Г о с у д а р с т в е н н ы й д о к л а д о с о с т о я н и и о к р у ж а ю щ е й п р и р о д н о й с р е д ы Р е с п у б л и к и К а р е л и я в 2 0 0 6 г. / М и н . С е л ь с к о г о , р ы б н о г о х о з я й с т в а и э к о л о г и и Р К / С о с т . : А . Н . Г р о м ц е в , О . Л . К у з н е ц о в . П е т р о з а в о д с к : Г У Р К « К а р е л и я » , 2 0 0 7 . 3 0 8 с .

Г р и г о р ь е в С. В. Онежское озеро и его бассейн как водохозяйственный комплекс // Онежское озеро как объект хозяйственного использования. Л.: Наука, 1970а. С. 4–19.

Г р и г о р ь е в С. В. Энергетическое значение и использование вод бассейна Онежского озера // Онежское озеро как объект хозяйственного использования. Л.: Наука, 1970б. С. 20–59.

Г р у ш к о Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах: Справочник. Л.: Химия, 1982. 216 с.

Г у л я е в а А. М. Видовой состав рыб и их промысловое значение. Карельское отд. ВНИОРХ, отчет. Петрозаводск, 1956. 252 с.

Г у л я е в а А. М. Об использовании Волдозера и прилегающих к нему озер для товарного выращивания пеляди // Тр. Карельского отд. ГосНИОРХ. 1968. Т. 5. Вып. 1. С. 362–369.

Гуляева А. М., Кудерский Л. А. Современное состояние рыбного хозяйства на Онежском озере и перспективы его развития // Рыбное хоз-во Карелии. Карел. отд. ГосНИОРХ. 1964. Вып. 8. С. 104–110.

Гусаков Б. Л., Дружинин Г. В. Белое озеро. Л., 1983. 112 с.

Гутельмахер Б. Л. Питание пресноводных планктонных ракообразных // Успехи совр. биол. 1974. Т. 78, № 5. С. 294–311.

Гутельмахер Б. Л. Метаболизм планктона как единого целого. Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л.: Наука, 1986. Т. 133. С. 53–57.

Гутельмахер Б. Л., Никулина В. Н. Питание *Agrotodiaptomus salinus* в Тюпском заливе озера Иссык-Куль // Гидробиол. исслед. на реке Тюп и в Тюпском заливе озера Иссык-Куль. Л., 1977. Зоол. Ин-т АН СССР. С. 87–90.

Гутельмахер Б. Л., Фурсенко М. В., Белова М. А. Соотношение размерных фракций в sestone Онежского озера и их роль в питании планктонных ракообразных // Основы изучения пресноводных экосистем. Зоол. ин-т АН СССР. Л., 1981. С. 52–57.

Данилевский Н. Я. Онежское озеро // Исследования о состоянии рыболовства в России. СПб., 1975. Т. IV. Вып. 1. С. 40–88.

Деньгина Р. С., Стальмакова Г. А. О реликтовой мизиде Ладожского озера // Биологические ресурсы Ладожского озера (зоология). Л., 1968. С. 105–116.

Дмитренко Ю. С. Краткий очерк осеннего рыболовства в северо-восточной части Онежского озера // Тр. карел. отд. ГосНИОРХ. 1966. Т. IV. Вып. 1. С. 215–224.

Дружинин Г. В., Николаев И. И., Распопов И. М., Фрейншлинг В. А. Основные результаты комплексных исследований Онежского озера в 1960–1970 гг. // Проблемы исследования крупных озер СССР. Л., 1985. С. 121–125.

Дубровина Л. В. Использование биотестирования в комплексных исследованиях качества воды Онежского озера и его притоков // Крупные озера Европы – Ладожское и Онежское. Петрозаводск, 1996. С. 54–55.

Дятлов М. А. Рыбы Ладожского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 281 с.

Естественные и экономические условия рыболовного промысла в Олонецкой губернии. Петрозаводск, 1915. 303 с.

Жаков Л. А. Ихтиоценоз оз. Воже и его использование // Гидробиология озера Воже и Лава в связи с прогнозом качества вод, перебрасываемых на юг. Л.: ЛО Наука, 1979. С. 179–195.

Зайка В. Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. Киев, 1972. 144 с.

Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972. 326 с.

ЛИТЕРАТУРА

Иванова М. Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах. Л., 1985. 220 с.

Иванова М. Б., Гутельмахер Б. Л., Крылов П. И. Поток энергии в зоопланктоне Тюпского залива // Гидробиологические исследования на реке Тюп и Тюпском заливе озера Иссык-Куль. Л., 1977. С. 71–77.

Камлюк Л. В. Энергетический обмен у свободно живущих плоских и кольчатых червей и факторы, его определяющие // Журн. общ. биологии. 1974. Т. 35, № 6. С. 847–885.

Кауфман З. С., Полякова Т. Н. Донная фауна / Ред. З. С. Кауфман. Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. С. 216–230.

Кесслер К. Ф. Описание рыб, которые встречаются в водах С.-Петербургской губернии. Изд. Русск. энтомолог. общества. СПб., 1864.

Кесслер К. Ф. Материалы для познания Онежского озера и Обонежского края преимущественно в зоологическом отношении. СПб., 1868.

Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Распределение, сезонная динамика, питание и значение. Ч. 2. Л.: Наука, 1980. 440 с.

Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984. 207 с.

Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск, 2007. 395 с.

Коваль В. П., Казанский А. Б. Эмпирический подход к прогнозированию рыбопродуктивности проектируемых водохранилищ // Вопросы прогнозного обеспечения рыбного хозяйства на внутренних водоемах. Л., 1984. С. 119–134.

Кожин Н. И. Рыбные промыслы нижнего течения р. Суны // Тр. Бородинской биолог. станции. 1927. Т. V. С. 184–190.

Кожова О. М. К биологии *Erichura baikalensis* Sars // Изв. Биол. Геогр. НИИ при Иркут. ун-те. 1959. Т. 16, № 1–4. С. 92–120.

Кокуричева М. П. О патологоморфологических изменениях во внутренних органах форелей при действии хлорофоса, энтобактерина и вируса ядерного полиэдроза // Влияние пестицидов и нефтепродуктов на водные организмы. Л.: Изв. ГосНИОРХ, 1974. С. 24–32.

Кокуричева М. П. О действии высоких концентраций солей натрия, азотной и азотистой кислот, а также мочевины на организм рыб // Вопросы методик в водной токсикологии. Л.: Изв. ГосНИОРХ, 1979. С. 157–163.

Константинов А. С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1986. 472 с.

Коросов А. В. Имитационное моделирование в среде MS Excel. Петрозаводск, 2002. 209 с.

Костылев Ю. В., Валетов В. А., Ермолаев Г. И. Экономические основы повышения эффективности воспроизводства озерного

лосося в Карельской АССР // Вопросы естеств. воспроизвод и морфолог. особенности онтогенеза озерного лосося при искусствен. разведении. Мурманск, 1980. С. 3–28.

Красная книга Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1995. 286 с.

Красная книга Российской Федерации (животные). М.: АСТ Асель, 2001. 862 с.

Крашук Л. С. Первичная продукция фитопланктона в Братском водохранилище: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1986. 26 с.

Крючкова Н. М. Трофические взаимоотношения зоо- и фитопланктона. М., 1989. 48 с.

Кудерский Л. А. Материалы по внутривидовой изменчивости судака // Тр. Карел. Фил. АН СССР. Петрозаводск, 1958. Вып. 13. С. 70–107.

Кудерский Л. А. Питание молоди судака Онежского озера // Тр. КарГосНИОРХ. 1965. Т. 4. Вып. 1. С. 153–161.

Кудерский Л. А. Материалы по биологии онежской рогатки (*Muoxoscephalus quadricornis onegensis* Berg et Popov) // Тр. КарГосНИОРХ. 1966. Т. 4. Вып. 2. С. 119–135.

Кудерский Л. А. Современное состояние и перспективы развития рыбного хозяйства Северо-Запада // Восьмая сессия Уч. сов. по пробл. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск, 1969. С. 93–94.

Кудерский Л. А. О состоянии рыболовства на внутренних водоемах РСФСР // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. 1970. Вып. 5. С. 3–7.

Кудерский Л. А. Состояние и пути повышения запасов озерного лосося в водоемах Северо-Запада европейской части СССР // Тез. докл. симпоз. по естественному и искусственному воспроизводству атлантического лосося и его промыслу. Мурманск, 1971. С. 14–16.

Кудерский Л. А. Состояние рыбных запасов больших озер СССР // Проблемы исследования крупных озер СССР. Л.: Наука, 1985. С. 28–38.

Кудерский Л. А. Динамика стад промысловых рыб внутренних водоемов. М.: Наука, 1991. 150 с.

Кудерский Л. А. Разработка стратегии оптимизации функционирования экосистем зарегулированных рек. СПб.: ГосНИОРХ, 1992. 142 с.

Кудерский Л. А. Сравнительная характеристика ихтиофауны бассейна Водлозера и прилежащих водных систем // Национальный парк «Водлозерский». Природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск, 2001. С. 228–236.

Кудерский Л. А., Александрова Т. Н., Гуляева А. М. Биология судака Онежского озера // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1984. Вып. 216. С. 11–35.

Кудринская О. И., Ворончук Л. В. Превращение вещества и энергии хищным зоопланктоном в различных биотопах Кременчугского водохранилища // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Элементы биотического круговорота. Листвиничное-на-Байкале, 1977. С. 212–215.

Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Онежского озера. Петрозаводск, 2007. 223 с.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Особенности формирования планктонной фауны притоков Онежского озера // Притоки Онежского озера. Петрозаводск, 1990. С. 77–79.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Сезонная динамика зоопланктонного сообщества Петрозаводской губы Онежского озера // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск, 1993. С. 186–197.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Размерно-весовая характеристика массовых видов ракообразных и коловраток Онежского озера (справочно-информационный материал). Петрозаводск, 1994. 16 с.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Особенности структуры и функционирования биологических сообществ под влиянием природных и антропогенных факторов. Структура и количественные показатели зоопланктона // Онежское озеро. Экологические проблемы. Отв. ред. Филатов Н. Н. Петрозаводск, 1999. С. 191–211.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Влияние антропогенного евтрофирования на распределение зоопланктона в Кондопожской губе Онежского озера // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 1. С. 91–97.

Куликова Т. П., Сярки М. Т. Онежское озеро и его притоки. Зоопланктон // Состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. С. 54–62.

Куликова Т. П., Кустовлянкина Н. Б., Сярки М. Т. Зоопланктон как компонент экосистемы Онежского озера. Петрозаводск, 1997. 112 с.

Кустовлянкина Н. Б. Протозойный планктон // Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. С. 192–207.

Кутузов А. М., Сергеева И. И., Верещагин Ю. А. О коррелятивных связях корюшки и ряпушки Онежского озера со структурой и факторами среды // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1990. Вып. 316.

Кухарев В. И., Полякова Т. Н. О приближенной оценке продукции зообентоса водоемов Карелии при экологических исследованиях // Притоки Онежского озера. Петрозаводск, 1990. С. 127–141.

Лашков А. С., Постоев В. С. Почему гибнут реки // Природа и человек. 1988. № 4. С. 42–45.

Лебедев В. Д., Спановская В. Д., Савваитова К. А. Рыбы СССР. М.: Мысль, 1969. 446 с.

Лесников Л. А. Региональные проблемы нормирования загрязнения вод // Экологич. аспекты регламентирования антропогенного загрязнения водоемов России. Ярославль, 1998. С. 21–36.

Лимнология Кондопожской губы Онежского озера. Петрозаводск, 1986. 172 с.

Литоральная зона Онежского озера / Отв. ред. И. М. Распопов. Л., 1975. 244 с.

Лихатович Д. Лосось без рек: История кризиса тихоокеанского лосося. Владивосток: Издательский дом «Дальний Восток», 2004. 376 с.

Логашев М. В. Рыбопромысловый район восточного побережья Онежского озера. Изв. Ленинград. Науч.-исслед. ихтиол. ин-та. 1931. Т. XII. Вып. 1.

Лозовик П. А., Куликова Т. П., Мартынова Н. Н. Мониторинг водных объектов Республики Карелия в 1992–2000 гг. // Гидро-экологические проблемы Карелии и использование водных ресурсов. Петрозаводск, 2003. С. 135–144.

Лозовик П. А., Сабылина А. В. Изменение режима водоемов Карелии в результате антропогенного воздействия // Водные ресурсы Карелии и экология. Петрозаводск, 1992. С. 45–55.

Лукаш Б. С. Рекогносцировочное рыбохозяйственное исследование Волдозера // Изв. Ленинград. Научно-исслед. ихтиол. ин-та. 1931. Т. XII. Вып. 1.

Лукин А. А., Даувальтер В. А., Новоселов А. П. Экосистема Печоры в современных условиях. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. 210 с.

Лукин А. А., Шарова Ю. Н. Оценка качества вод на основе гистологического исследования рыб (на примере Кенозера) // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 4. С. 657–692.

Лукин А. А., Шарова Ю. Н. Система воспроизводства сиговых рыб в условиях многофакторного загрязнения // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40, № 3. С. 23–15.

Лукин А. А., Шарова Ю. Н., Прищепа Б. Ф. Влияние промысла на состояние популяций сига *Coregonus lavaretus L* в озере Имандра // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46, № 5. С. 383–391.

Лукьяненко В. И. Влияние гидростроительства на воспроизводство промысловых рыб // Вестник АН СССР. 1989. Т. 12. С. 50–59.

Лукьяненко В. И. Экологические основы регламентирования антропогенного загрязнения водоемов России // Экологические аспекты регламентирования антропогенного загрязнения. Ярославль, 1998. С. 37–62.

Мажекайте С. И. Планктонные простейшие // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972. С. 40–125.

Мальцева В. В. О питании ряпушки Онежского озера // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск, 1969. С. 48–50.

ЛИТЕРАТУРА

Мальцева В. В., Веденеев В. П. Питание молоди сига и ряпушки в Онежском озере // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1983. Вып. 205. С. 149–166.

Матей В. Е. Жабры пресноводных рыб. Морфофункциональная организация, адаптация, эволюция. СПб.: Наука, 1996. 204 с.

Матей В. Е., Комов В. Т. Действие Al и низких значений рН воды на ультраструктуру жабр и содержание электролитов в плазме крови молоди семги *Salmo salar* // Журн. Эволюц. биохим. и физиол. 1992. Т. 28. С. 596–604.

Межнин Ф. И. Патогистологическое изменение органов и тканей гуппи (*Lebistes reticulatus* P.) при остром экспериментальном отравлении полихлорпиненом, фенолом и при повышенной солевой нагрузке // Влияние фенола на гидробионтов. Л., 1973. С. 53–66.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов в гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. Л., 1984. 33 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. // Зообентос и его продукция. Л., 1984. 52 с.

Михеева Т. М., Остапеня А. П., Ковалевская Р. З. и др. Пико- и нанофитопланктон пресноводных экосистем. Минск: Белгосуниверс., 1998. 196 с.

Мицкевич О. И. Потребление акклиматизированных гаммарид рыбами в оз. Отрадном // Сб. научн. тр. 1981. Вып. 173. С. 71–76.

Моисеев П. А., Азазова Н. А., Куранова И. И. Ихтиология. М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1981. 383 с.

Моисеенко Т. И. Закисление и загрязнение тяжелыми металлами поверхностных вод Кольского Севера. Апатиты, 1991. 47 с.

Моисеенко Т. И. Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 261 с.

Моисеенко Т. И. Экотоксикологический подход к нормированию антропогенных нагрузок на водоем Севера // Экология. 1998а. № 6. С. 452–461.

Моисеенко Т. И. Гематологические показатели рыб в оценке их токсикозов // Вопросы ихтиологии. 1998б. № 2. С. 371–380.

Монаков А. В., Сорокин Ю. И. К вопросу об усвоении циклопами протококковых водорослей // Бюлл. ин-та биол. водохр. 1959. Т. 3. С. 24–27.

Мусатов А. П. Оценка параметров экосистем внутренних водоемов. М.: Научный мир, 2001. 192 с.

Николаев И. И. Исторические и экологические условия формирования зоопланктона Онежского озера // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972а. С. 32–39.

Николаев И. И. Сравнительно-лимнологическая характеристика зоопланктона Онежского озера // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972б. С. 283–304.

Николаев И. И. Зоопланктон и температура воды как факторы продуктивности и распределения основных промысловых рыб Онежского озера – ряпушки и корюшки // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972в. С. 269–282.

Николаев И. Н. Экологическая гетерогенность зоопланктона Онежского озера и ее значение в динамике численности основных планктофагов этого водоема – ряпушки и корюшки // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1983. Вып. 205. С. 67–79.

Николаев И. И., Смирнова Т. С., Мажекайте С. И., Нгуен Тыонг. Зоопланктон Онежского озера. Л., 1972. 327 с.

Никольский Г. В. Частная ихтиология. М., 1954. 458 с.

Никольский Г. В. Рыбы бассейна Амура. М., 1956. 551 с.

Никольский Г. В. Экология рыб. М.: Наука, 1974. 366 с.

Никулина В. Н. Фитопланктон северных озер и его взаимоотношения с зоопланктоном. Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Л., 1977. 24 с.

Новиков И. И. Рыбные промыслы озерных и речных водоемов Карелии // Рыбное хоз-во Карелии. Л., 1937. Вып. IV. С. 81–186.

Новоселов А. П. Современное состояние рыбной части сообществ в водоемах Европейского Северо-Востока России // Автореф. дис. ...докт. биол. наук. М., 2000. 27 с.

Озера Карелии. Природа, рыбы и рыбное хозяйство: Справочник. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. 619 с.

Озерецковский Н. Путешествие по озерам Ладожскому, Онежскому и вокруг Ильменя. СПб., 1812. 559 с.

Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск, 1999. 293 с.

Орехова Л. Н. Первичная продукция и другие продукционные показатели удобренных и неудобренных озер Лозско-Азатской группы // Гидробиол. журн. 1988. Т. 24, № 4. С. 95–101.

Остапеня А. П. Детрит и его роль в водных экосистемах // Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979. С. 257–271.

Отчет НИР: Современное состояние стада озерного лосося вологодской части Онежского озера, рек Андома и Мегра и перспектива их использования. Петрозаводск: СевНИИРХ, 1995. 14 с. (Рук. – Корнев О. Н.).

Отчет по НИР: Разработать прогноз ОДУ объектов промышленного рыболовства и определить производство рыбы в 2004 г. в пресноводных водоемах зоны ответственности СевНИИРХ. Петрозаводск: СевНИИРХ, 2003. 169 с. (Рук. – Бабий А. А.).

ЛИТЕРАТУРА

Павлов Д. С., Савваитова К. А., Груздева М. А. и др. Разнообразие рыб Таймыра. М.: Наука, 1999. 206 с.

Павлов Д. С., Стриганова Б. Р. Биологические ресурсы России и основные направления фундаментальных исследований // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М., 2005. С. 4–21.

Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). Л., 1970. 344 с.

Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). Л., 1977. 153 с.

Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). Л., 1983. 296 с.

Пауков В. С., Хитров Н. К. Патология. Учебник. М.: Медицина, 1999. 392 с.

Петров В. В. Современное состояние Онежского рыболовства // Изв. отд. приклад. ихтиологии. Л., 1926. Т. IV. Вып. 1.

Петрова Н. А. Фитопланктон Онежского озера // Растительный мир Онежского озера. Л.: Наука, 1971. С. 88–129.

Петрова Н. А. Фитопланктон литоральной зоны Онежского озера // Литоральная зона Онежского озера. Л.: Наука, 1975. С. 138–144.

Петрозаводское Онего и его лимнологические особенности. Петрозаводск, 1984. 191 с.

Пидгайко М. Л., Александров М. Б., Иоффе И. И. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Изв. ГосНИОРХ. 1968. Т. 67. С. 205–228.

Покровский В. В. Онежское озеро и его рыбные запасы // Тр. I науч.-технич. конф. по рыбной промышленности Карело-Финской ССР. Петрозаводск: Госиздат, 1947. С. 150–170.

Покровский В. В. Ряпушка озер Карело-Финской ССР. Петрозаводск, 1953. С. 20–23.

Покровский В. В., Гуляева А. М. Запасы ряпушки в северо-восточной части Онежского озера // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск, 1969. С. 40–44.

Покровский В. В., Смирнов А. Ф. Очерк рыболовства Онежского озера // Рыбное хоз-во Карелии. Л., 1932. Вып. 1. С. 39–96.

Полякова Т. Н. Донные ценозы в условиях антропогенного эвтрофирования // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск, 1999. С. 211–227.

Пономарев В. И. Некоторые популяционные характеристики рыб разнотипных озер северной части Большеземельской тундры // Некоторые

подходы к организации экологического мониторинга в районах разведки, добычи и транспортировки нефти и газа. Сыктывкар, 1996. С. 139–151.

П о т а п о в а О . И . Крупная ряпушка Мунозера // Лососевые Карелии. Петрозаводск, 1976. С. 76–82.

П о т а п о в а О . И . Крупная ряпушка *Coregonus albula* L. Л., 1978. 132 с.

П р а в д и н И . Ф . Сиги озерной области СССР // Изв. Ленинградского науч.-исслед. ихтиол. института. 1931. Т. 12. Вып. 1. С. 166–235.

П р а в д и н И . Ф . Шальский или водлинский сиг // Тр. Кар. науч.-исслед. рыбохозяйственной станции. 1935. Т. 1. С. 281–332.

П р а в д и н И . Ф . Промысловые водоемы и рыбы Карело-Финской ССР. Петрозаводск, 1949. 87 с.

П р а в д и н И . Ф . Сиги водоемов Карело-Финской ССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 324 с.

П р а в и л а р ы б о л о в с т в а для Северного рыбохозяйственного бассейна Утв. Приказом Минсельхоза России от 28 апреля 2007 г. № 245, зарег. в Минюсте РФ 31 мая 2007 г. за № 9574 // База данных «Консультант Плюс».

П р и щ е п а Б . Ф . Влияние спортивного и любительского рыболовства на состояние популяций лососевых и сиговых рыб (на примере Кольского п-ва) // Автореф. ...дис. канд. биол. наук. Петрозаводск, 2001. 27 с.

П у ш к а р е в Н . Н . Рыболовство на Онежском озере // Отч. Мин. земледелия и гос. имущества. СПб., 1900. 260 с.

П у ш к а р е в Н . Н . О некоторых мерах к поднятию рыболовства на Онежском озере. Изв. Общ. изуч. Олонецкой губ. 1915. № 1–2.

Р а с п о п о в И . М . Макрофиты Онежского озера // Растительный мир Онежского озера. Л., 1971. С. 21–87.

Р а с п о п о в И . М . Высшая водная растительность литоральной зоны Онежского озера // Литоральная зона Онежского озера. Л.: Наука, 1975. С. 103–123.

Р а с с а ш к о И . Ф . Первичная продукция некоторых водоемов Белоруссии и Карелии в связи с повышением их биопродуктивности. Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Новосибирск, 1970. 20 с.

Р а с с а ш к о И . Ф ., Кудрявец Е. В., Мищенко О. В. Потребление фито- и бактериопланктона реки Березины зоопланктоном // Трофические связи пресноводных беспозвоночных. Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1980. С. 30–36.

Р е й м е р с Н . Ф . Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 937 с.

Р е ш е т н и к о в Ю . С . Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 300 с.

Р е ш е т н и к о в Ю . С . Эвтрофирование озера и рыбная часть сообщества // Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М., 1982. С. 219–234.

ЛИТЕРАТУРА

Решетников Ю. С. Современные проблемы изучения сиговых рыб // Вопр. ихтиологии. 1995. Т. 35. № 2. С. 154–174.

Решетников Ю. С. Проблема реолиготрофирования водоемов // Вопр. ихтиологии. 2004. Т. 44, № 5. С. 109–911.

Решетников Ю. С., Лукин А. А. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46, № 6. С. 732–746.

Решетников Ю. С., Попова О. А., Стерлигова О. П. и др. Изменение рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.

Рикер У. Е. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб. М.: Пищевая промышленность, 1979. 408 с.

Романенко В. И., Кузнецов С. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Лабораторное руководство. АН СССР. Л.: Наука, 1974. 194 с.

Романенко В. Д. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Киев: Наукова Думка, 1990.

Ромашевский Э. К. Патогистология тканей рыб при гранозановом токсикозе // Вопросы методик в водной токсикологии. Л.: Известия ГосНИОРХ, 1979. Вып. 144. С. 93–95.

Руденко Г. П. Продукционные особенности ихтиоценозов малых и средних озер Северо-Запада и их классификация. СПб., 2000. 223 с.

Русакова С. А. О составе пищи онежской корюшки // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск, 1969. Вып. 3. С. 51–54.

Рыжков Л. П. Биология озерно-речной форели Онежского озера и перспективы ее рыбохозяйственного использования // Биологические основы рационального использования рыбных ресурсов Онежского озера и повышения его рыбопродуктивности. Л., 1984. С. 60–68.

Рыжков Л. П., Крупень И. М. Динамика качественного состава ихтиофауны в малых озерах Карелии // Наземные и водные экосистемы Северной Европы: управление и охрана. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 152–153.

Сабылина А. В. Современный гидрохимический режим озера // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 58–109.

Савваитова К. А., Чеботарева Ю. В., Пичугина М. Ю., Максимов С. В. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопросы ихтиологии. 1995. № 2. С. 182–188.

Сальдау М. П. К вопросу о питании сегов Ладожского озера, в связи с донными кормовыми ресурсами // Изв. ВНИОРХ. 1940. С. 119–144.

Сальдау М. П. О пищевом значении бентоса и планктона для рыб Ладожского озера // Изв. ВНИОРХ 38: 1956. С. 66–74.

Семенова Л. М. О питании *Bosmina coregoni* Baird (Cladocera) // Гидробиол. журн. 1974. Т. 10, № 3. С. 39–46.

Семенович Н. И. Органическое вещество в донных отложениях Онежского озера // Предварит. результаты работ комплексн. экспед. по исслед. Онежского озера. Петрозаводск, 1968. С. 25–28.

Сидоров Г. П. Биологическая характеристика и продукция рыб оз. Харбей // Продуктивность озер восточной части Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1976. С. 110–130.

Слепухина Т. Д. Зообентос литорали Онежского озера // Литоральная зона Онежского озера. Л.: Наука, 1975. С. 169–182.

Смирнов А. Ф. Паля Онежского озера. Биология, промысел, разведение // Рыбн. хоз.-во Карелии. 1933. Вып. 2. С. 24–29.

Смирнов А. Ф. Биология и промысел сегов р. Водлы и Шальской губы Онежского озера // Тр. Карельского научн.-исслед. рыбохоз. ст. 1935. Гв.

Смирнов А. Ф. Рыбы (Онежского озера) // Онежское озеро. Петрозаводск: изд-во «Карелия», 1975. С. 74–114.

Смирнов Ю. А. Рыбные запасы Онежского озера // Рыбное хозяйство внутренних водоемов СССР. М., 1963. С. 97–110.

Смирнова Т. С. Лосось Онежского озера. Л.: Наука, 1971. 141 с.

Смирнова Т. С. Планктонные коловратки и ракообразные // Зоопланктон Онежского озера. Л.: Наука, 1972. С. 126–240.

Смирнова Т. С. Зоопланктон литоральной зоны Онежского озера // Литоральная зона Онежского озера. Л.: Наука, 1975. С. 145–159.

Соколова В. А. Исследования бентоса литорали Большой губы Повенецкого залива // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Вып. 4. Петрозаводск, 1969. С. 101–105.

Соколова В. А., Филимонова З. И. О кормовых ресурсах некоторых малых озер южной Карелии // Тр. Кар. филиала АН СССР. Материалы по ихтиологии и гидробиологии водоемов Карелии. 1962. Вып. 33. С. 49–62.

Сорокин Ю. И. О применении радиоуглерода для изучения первичной продукции водоемов // Тр. ВГБО АН СССР. 1956. Т. 7. С. 271–286.

Сорокин Ю. И. Количественная оценка роли бактериопланктона в биологической продуктивности тропических вод Тихого океана // Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М., 1971. С. 92–122.

ЛИТЕРАТУРА

Сорокин Ю. И., Федоров К. В. Первичная продукция и деструкция в Онежском озере // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск, 1969. Вып. 3. С. 29–33.

Сосновский И. П. Редкие и исчезающие животные: по страницам Красной книги СССР. М.: Лесн. пром-сть, 1987. 367 с.

Стерлигова О. П. Динамика рыбного населения водоемов Восточной Финноскандии // Автореф. дис. ...докт. биол. наук. М., 2000.

Стерлигова О. П. Экосистема Сязозера. Биологический режим и использование. Петрозаводск, 2002. 119 с.

Сушняя Л. М. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев, 1972. 196 с.

Сушняя Л. М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, 1975. 208 с.

Сушняя Л. М., Семенченко В. П., Вежновец В. В. Биология и продукция ледниковых реликтовых ракообразных. Минск, 1986. 159 с.

Сычев А. Н., Мальцева В. В. Особенности питания водлинского сига Онежского озера // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Тез. докл. Петрозаводск, 1981. С. 51–52.

Сярки М. Т. Опыт создания и использования базы данных по гидробиологическим показателям // Итоги и перспективы гидроэкологических исследований. Матер. междунар. конф. по водным экосистемам. 25–26 ноября 1999 г. Минск, 1999. С. 247–250.

Сярки М. Т. Опыт создания базы данных по зоопланктону Онежского озера и некоторые размышления по этому поводу // Комплексные гидробиологические базы данных: ресурсы, технологии и использование. Материалы школы. Ростов-на-Дону, 2005. С. 103–110.

Сярки М. Т. Сезонная динамика зоопланктона Онежского озера (влияние температурного и антропогенного факторов) // Тр. Междунар. конф. «Экологическое состояние континентальных водоемов Северных территорий». Архангельск, 21–25 июня 2005 г. СПб., 2005. С. 215–220.

Сярки М. Т. Среднепогодная сезонная динамика пелагического планктона в Онежском озере // Северная Европа в XXI веке: Природа, культура, экономика. Матер. междунар. конф. 24–27 октября 2006 г. Петрозаводск, 2006. С. 305–307.

Сярки М. Т. Межгодовая изменчивость сезонной динамики планктона пелагиали крупного озера и ее оценка // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Матер. III междунар. научн. конф. 17–22 сент. 2007. Минск – Нарочь, 2007. С. 71.

Сярки М. Т., Филатов Н. Н. Справочные данные «Онежское озеро» // Онежское озеро. Экологические проблемы. Отв. ред. Филатов Н. Н. Петрозаводск, 1999. С. 239–267.

Теканова Е. В. Первичная продукция Онежского озера в современных условиях. Автореф. дис. ...канд. биол. наук. СПб., 2004. 23 с.

Теканова Е. В., Тимакова Т. М. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Онежском озере // Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. М., 2006. С. 60–71.

Теканова Е. В., Тимакова Т. М. Оценка современного трофического состояния Онежского озера по первичной продукции фитопланктона // Гидробиол. журн. 2007. Т. 43, № 3. С. 90–94.

Тимакова Т. М. Бактериальные процессы продукции и деструкции органического вещества // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск, 1999. С. 174–191.

Тимакова Т. М., Полякова Т. Н., Сярки М. Т. Реакция биологических сообществ на изменение антропогенной нагрузки на водоем // Тез. докл. междунар. конф. «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем» 23–27 октября 2006 г. СПб., 2006. С. 149.

Тимакова Т. М., Теканова Е. В. Характеристика процессов первичного продуцирования органического вещества // Онежское озеро. Экологические проблемы. Петрозаводск, 1999. С. 158–174.

Тимохина А. Ф. Зоопланктон как компонент экосистемы Куйбышевского водохранилища. Тольятти, 2000. 194 с.

Тихомирова Л. П., Федорова Г. В. Рациионы сигов Ладожского озера // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1979. Вып. 141. С. 152–158.

Умнова Л. П. Первичная продукция фитопланктона, содержание хлорофилла «а» и сестона в воде залива Большое Онего Онежского озера // Лимнологические исследования на заливе Онежского озера Большое Онего. Л.: Наука, 1982. С. 81–93.

Федеральный закон «О животном мире» от 24.04.1995 г. № 52-ФЗ // СЗ РФ, 24.04.1995, № 17. Ст. 1462.

Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ // СЗ РФ, 27.12.2004, № 52 (ч. 1). Ст. 5270.

Федорова Г. В. Питание налима Ладожского озера // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1980. Вып. 158. С. 62–70.

Федорова Г. В., Тихомирова Л. П. Питание плотвы Ладожского озера // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1980. Вып. 159. С. 31–41.

Филимонова З. И. Зоопланктон Миккельского озера и Крош-нозера и его значение в питании рыб // Тр. Кар. Филиала АН СССР. Вып. 2. Материалы по повышению рыбной продуктивности малых озер Карелии. Петрозаводск, 1956. С. 89–124.

Черняева Ф. А. Морфометрическая характеристика Онежского озера // Тепловой режим Онежского озера. Л., 1973. С. 7–24.

Чинарева И. Д. Патогистологические изменения, встречающиеся у рыб бассейна Ладожского озера // Влияние на экосистему Ладожского озера. Л.: ГосНИОРХ, 1988. С. 24–32.

Шатуновский М. И., Акимова Н. В., Рубан Г. И. Реакция воспроизводительной системы на антропогенные воздействия // *Вопр. ихтиологии*. 1996. Т. 36, № 2. С. 229–247.

Швец Л. Д. Гидрологическая изученность Онежского озера и его бассейна // *Исследования режима и расчеты водного баланса озер-водохранилищ Карелии*. Л., 1977. Вып. 2. С. 3–24.

Шемшученко Ю. С. Организационно-правовые вопросы охраны окружающей среды в СССР. Киев: Наук. думка, 1976. 276 с.

Штильмарк Ф. Р. Заповедники и заказники. М.: Физкультура и спорт, 1984. 144 с.

Щербakov Ю. А. Патоморфологические и гистохимические исследования при отравлениях рыб // *Вопросы методик в водной токсикологии*. Л.: Изв. ГосНИОРХ, 1979. С. 42–46.

Щербakov Ю. А., Чемова Н. Г. Патоморфологический метод исследований при отравлении рыб // *Патоморфологические и гистохимические исследования при отравлениях рыб // Влияние пестицидов и нефтепродуктов на водные организмы*. Л.: Изв. ГосНИОРХ, 1974. С. 138–141.

Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. Л.: Наука, 1990. 263 с.

Adams M. B., Ellard K., Nowak B. F. Gross pathology and its relationship with histopathology of amoebic gill disease (AGD) in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. // *J. of Fish Diseases*. 2004. V. 27. P. 151–161.

Adams S. M., Shepard K. L., Greeley M. S. et al. The use of bioindicators for assessing the effects of pollutant stress on fish // *Marine Environmental Research*. 1989. P. 459–464.

Anon G. Strategies for the Long-Term Management of Atlantic Salmon. Special Federal / Provincial Atlantic Salmon Working Group. Deputy Minister; Atlantic Fisheries Service; DFO. Ottawa, 1986. 35 p.

Ashley L. M. Pathology of fish fed aflatoxin and other antimetabolites. In *A Symposium on Diseases of Fishes and Shellfishes*, ed. S. F. Snieszko. Special publ. 5. Washington: American Fisheries Society. 1970. P. 366–79.

Aud. W. T. The application of histocytopathological biomarkers in marine pollution monitoring: a review // *Marine Pollution Bulletin*. 2004. V. 48. P. 817–834.

Azam F., Fenchel T., Field J. G. The ecological role of water-column microbes in the sea // *Mar. Ecol. Progr. Series* 10. 1983. P. 257–263.

Bamidele A. Histopathological study on the parasitised visceral organs of some fishes of Lekki Lagon, Lagos, Nigeria // *Life Science Journal*. 2007. N 4(3). P. 70–76.

Baumann P. C., Harshbarger J. C. Long term trends in liver neoplasm epizootics of brown bullhead in the black river, Ohio. *Environ. Monit. Assess.* 1998. V. 53. P. 213–223.

Bamidele A. Histopathological study on the parasitized visceral organs of some fishes of Lekki Lagon, Lagos, Nigeria // *Life Science Journal*. 2007. V. 4, N 3. P. 70–76.

Bielak A. T., Davidson K. New Enhancement strategies: an overview // Salmon in the Sea and new enhancement strategies / Ed. D. Mills: Proc. 4th Intern. Atlantic Salmon Symp. London: Fish. News Books. P. 267–298.

Brittelli M. R., Chen H. H. C., Muska C. F. Induction of branchial (gill) neoplasms in the medaka fish (*Oryzias latipes*) by N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidine. *Cancer Research*, 45. 1985. P. 3209–3214.

Bucher F., Hofer R. The effects of treated domestic sewage on three organs (gills, kidney, liver) of brown trout (*Salmo trutta*) // *Water Research*, 27. 1993. P. 255–261.

Bucke D. Histology // *Methods for the Microbiological Examination of Fish and Shellfish* (eds. B. Austin, D. A. Austin). 1989. P. 69–97. Ellis Horwood Ltd, Chichester.

Burgis M. J., Dunn G. G. Production of three contrasting ecosystems // *Ecology of freshwater fish production*. Oxford, 1978. P. 137–158.

Campbell J. S. Research Summaries: Gulf Region, DFO: Proc. Northeast Atlantic Salmon Workshop. Atlantic Salmon Federation and New Brunswick Wildlife Federation. Moncton, 1985. P. 30–33.

Cote Y. B., Thibault J. P., Beaudin B., Shooner G. Government and private sector collaboration: The Quebec Salmon Economic Development Program // *Salmon in the sea and new enhancement strategies*. London, 1993. P. 321–331.

Cross T. F. Management of genetic variability in reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) stock // *Salmon in the sea and new enhancement strategies*. London, 1993. P. 356–366.

Doubleday W. G. Science needed for future management of Atlantic Salmon // *Present and future of Atlantic Salmon management: Proc. Symp. / Ed. R. Stroud*. Ipswich (Ma); Savannah (Ga). Marine Recreational Fisheries. 1988. N 12. P. 47–53.

Examen du regime international d'indemnisation, Indemnisation des dommages ecologiques dans le cadre des conventions CLC-FIPOL. Document presente par la delegation francaise 12 juin 2001. P. 3.

Frenette M. D., Dulude P., Biaurevage M. The restoration of the Jacques-Cartier // *Atlantic Salmon: Planning for the future*. Portland, 1988. P. 400–414.

Ganshorn K. E. Secondary production, trophic position, and potential for accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in predatory Diptera in Four wetlands of the Athabasca oil sands, Alberta, Canada. M.Sc. Thesis. University of Windsor, Windsor ON, Canada, 2002.

Gliwicz Z. M. Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy // *Ecol. Polska*. 1969.

Gliwicz Z. M., Siedlar E. Food size limitation and algae interfering with food collection in *Daphnia* // *Arch. Hydrobiol.* 1980. V. 88, N 2. P. 155–177.

Gliwicz Z. M. Effect of zooplankton grazing on photosynthetic activity and composition of phytoplankton // Verh. Intern. Verein. Theor. Und angew. Limnol. 1975. V. 19. P. 1490–1497.

Gray R. W. Integration of wild hatchery production in management and restoration of Atlantic salmon // Northeast Atlantic salmon Workshop. Moncton, 1985. P. 168–174.

Hambrook M. J., Hare G. M. New uses for kelt // Salmon in the sea and new enhancement strategies. London, 1993. P. 332–337.

Hakanson L., Bouliou V. V. Regularities in Primary Production, Secchi Depth and Fish Yield and a New System to Define Trophic and Humic state Indices for Lake Ecosystems // Internat. Rev. Hydrobiol. 2001. 86, N 1. P. 23–62.

Hinton D. E., Lauren D. J. Liver structural alterations accompanying chronic toxicity in fishes: potential biomarkers of exposure. In: McCarthy J.F., Shugart L.R. (Eds.), Biomarkers of Environmental Contamination. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. 1990. P. 17–57.

Hinton D. E. Cells, cellular responses, and their markers on chronic toxicity of / Malins D. C., Ostrander G. K. (Eds.) // Aquatic Toxicology: Molecular, Biochemical, and Cellular Perspectives. Lewis Publishers, Boca Raton. 1994. P. 207–239.

Hinton D. E. Liver structural alterations accompanying chronic toxicity in fishes: potential biomarkers of exposure / McCarthy J., Shugart L. R. (Eds.) // Biological Markers of Environmental Contamination. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. 1990. P. 17–58.

Huggett R. J., Kimerle R. A., Mehrle P. M., Bergman H. L. *Biomarkers*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. 1992.

ICES Methodology of fish diseases surveys // ICES Cooperative Research Report. 1989. N 166. P. 1–43.

ICES Common diseases and parasites of fish in the North Atlantic: Training guide for identification // ICES Cooperative Research Report. 1996. N 19. P. 1–27.

ICES, ICES review of the status of biological effects techniques relative to their potential application programmes // ICES Cooperative Research Report. 1997. N 222. P. 12–20.

Jones R. A. Atlantic Salmon Restoration in the Connecticut River // Atlantic Salmon: Planning for the future. Portland, 1988. P. 415–426.

Johnson L. L., Stehr C. M., Olson O. P. et al. National status and trends program, national benthic surveillance project: Northeast Coast, fish histopathology and relationship between lesions and chemical contaminants (1987–89). US Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-4. 1992.

Johnson L. L., Stehr C. M., Olson O. P. et al. Chemical contaminants and hepatic lesions in winter flounder (*Pleuronectes americanus*) from the Northeast Coast of the United States. Environmental Science and Technology, 27. 1993. 2759–2771.

Jordan M. J., Likens G. R. Measurement of planktonic bacteria production in an oligotrophic lake // *Limnology and Oceanography*. 1980. V. 25. N. 19. P. 719–732.

Kay D. L., Alle D. J., Brown T. Is Atlantic Salmon restoration worth it? // Present and future of Atlantic Salmon management: Proc. Symp. / Ed. R. Stroud. Ipswich (Ma); Savannah (Ga). Marine Recreational Fisheries. 1988. N 12. P. 93–98.

Kimura I., Ando M., Kinae N. et al. MNNG induction of gill tumors in a platyfish × swordtail F₁ hybrid and in medaka (*Oryzias latipes*) and nifurpirinol induction of hepatomas in medaka. Annual Report. Aichi Cancer Center Research Institute, Nagoya, Japan. (1982–83). 1984a. P. 60–62.

Kimura I., Ando M., Kinae N. et al. MNNG carcinogenesis of the gill in platyfish × swordtail F₁ hybrids and in medaka. *Gann* 43, 1984b. P. 36–36.

Landahl J. T., McCain B. B., Myers M. S., Rhodes L. D., Brown D. W. Consistent associations between hepatic lesions in English sole (*Parophrys vetulus*) and polycyclic aromatic hydrocarbons in bottom sediment. *Environ. Health Perspect.* 1990. V. 89. P. 195–203.

Langdon J. S. Haemosiderosis in *Platycephalus bassensis* and *Diodon niethemerus* in south-east Australian coastal waters // *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 1986. V. 37 N. 5. P. 587–593.

Le Blanc R. Closing address // Atlantic Salmon. Its Future. London, 1980. P. 234–246.

Legault M. Techniques: Stocking of adult salmon // Northeast Atlantic Salmon Workshop. Canada, 1990. P. 38–39.

Lenz J. On detritus as a food source for pelagic filterfeeders // *Mar. Biol.* 1977. V. 41. N 1. P. 39–48.

Lutzac T. Federal Enhancement Strategies for the Gulf Region // Northeast Atlantic Salmon Workshop. Canada, 1983. P. 69–73.

Malins D. C., McCain B. B., Landahl J. T. et al. Neoplastic and other diseases in fish in relation to toxic chemicals: an overview. *Aquat. Toxicol.* 1988. N 1. P. 43–67.

Mallatt J. Fish gill structural changes induced by toxicants and other irritants // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1985. N 42. P. 630–648.

McCarthy J. F., Shugart L. R. Biomarkers of Environmental Contaminations. Lewis Publisher, Boca Raton, FL. 1990.

McKeon J., Stolte L. W. Uses for domestic Atlantic salmon broodstock in the Merrimack River Anadromous Fish Program // *Salmon in the sea and new enhancement strategies*. London, 1993. P. 390–401.

Montali R. J., Valerio M. G., Harshbarger J. C. Comparative Respiratory Tract Carcinogenesis. 1983. Vol. 1. P. 219. CRC Press, Boca Raton, FL.

Moran L. Atlantic Salmon in the United Kingdom: Progress toward a national management policy // Present and future of Atlantic Salmon management: Proc. Symp. / Ed. R. Stroud. Ipswich (Ma); Savannah (Ga) // Marine Recreational Fisheries. 1988. N 12. P. 131–139.

Mueller M. E., Sanchez D. A., Bergman H. L. et al. Nature and time course of accumulation to aluminium in juvenile brook trout (*Salvelinus fontinalis*). II. Gill histologie // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1991. V. 48. P. 2016–2027.

Myers M. S., Johnson L. L., Hom T. et al. Toxicopathic hepatic lesions in subadult English sole (*Pleuronectes vetulus*) from Sound, Washington, USA: relationship with other biomarkers of contaminant exposure. Mar. Pollut. Bull. 1998. P. 92–113.

Myers M. S., Stehr C. M., Olson O. P. et al. National benthic surveillance project: Pacific Coast-Fish histopathology and relationships between toxicopathic lesions and exposure to chemical contaminants for cycles I to V (1984–88). National technical information service, US. 1993. P. 1–147.

Nero V., Farwell A., Lister A. et al. Gill and liver histopathological changes in yellow perch (*Perca flavescens*) and goldfish (*Carassius auratus*) exposed to oil sands process-affected water // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2006. V. 63. P. 365–377.

Nettle R. The salmon fisheries of the St. Lawrence. Montreal, 1857. 144 p.

Novoselov A. The morpho-ecological variability of Pechora's peled, Coregonid peled outside the natural areal // Coregonid intern. Symp. On the biology and management of Coregonid fish. Poland, 2005. P. 94.

Ohlmacher A. P. Several examples illustrating the comparative pathology of tumors. Bulletin of Ohio Hospitals and Epileptics 1, 1898. P. 223–235.

Oronsaye J. A. O. Histological changes in the kidneys and the gills of the stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L., exposed to dissolved cadmium in hard water. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 17. 1989. P. 279–290.

Panov V. E., Berezina N. A. Invasion history, biology and impacts of the Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus* / E. Leppakoski, S. Golasch, S. Olenin (eds.) // Invasive Aquatic Species of Europe – Distribution, Impacts and Management. Dordrecht, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 2002. P. 96–103.

Pearse D. P. H. Rising to the challenge: A new policy for Canada's freshwater fisheries. Canadian Wildlife Federation, 1988. 180 p.

Poleksic V., Mitrovic-Tutundzic V. Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution // Sublethal and Chronic Effects of Pollutants on Freshwater Fish (eds. R. Muller & R. Lloyd). FAO, Fishing News Books, Oxford. 1994. P. 339–352.

Pomeroi L. R. The ocean's food web, a changing paradigm // BioScience 24. 1974. P. 499–504.

Randall G. R., Pickard P. R. Biological assessment of Atlantic salmon in the Restigouche river // *Canad. Atlant. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc.* 1983. P. 83–88.

Rawson B. Notes for Bruce Rawson, Deputy Minister of Fisheries and Oceans, Government of Canada, tj the Board of Directors Dinner, Atlantic Salmon Federation. New York, 1992.

Reshetnikov Yu. S. Coregonids and the problem of the re-oligotrophication of water bodies in Russia // *Coregonid intern. Symp. On the biology and management of Coregonid fish.* Poland, 2005. P. 57.

Reshetnikov Yu. S., Lukin A. A. Coregonid fishes of lake Onego // *Coregonid intern. Symp. On the biology and management of Coregonid fish.* Poland, 2005. P. 97.

Riddell B. E. Salmonid enhancement: lessons from the past and a role for the future // *Salmon in the sea and new enhancement strategies.* London, 1993. P. 338–355.

Rideout S. G., Stolte L. W. Restoration of Atlantic salmon to the Connecticut and Merrimack rivers // *Present and future of Atlantic Salmon management: Proc. Symp. / Ed. R. Stroud.* Ipswich (Ma); Savannah (Ga). *Marine Recreational Fisheries.* 1988. N 12. P. 67–79.

Ritter J. A., Porter T. R. Issues and promises for Atlantic salmon management in Canada // *Atlantic Salmon. Its future / Ed. A. E. Went: Proc. 2nd Intern. Atlantic Salmon Symp.* London: Fish. News Books, 1980. P. 108–127.

Roberts R. J. The pathophysiology and systemic pathology of teleost // *Fish Pathologie* (ed. By R. J. Roberts). London, 1989. P. 56–63.

Sarkar H. L., Dutta - Chaudhuri R. On the occurrence of adenoma in the gill apparatus of a trout, *Salmo fario*. *Gann* 49, 1958. P. 65–65.

Shepherd K. L. Functions for fish mucus. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4, 1994. P. 401–429.

Sendek D., Novoselov A., Studenov I. The evolution of European whitefish in the Megra lake-river system (White Sea basin) // *Coregonid intern. Symp. On the biology and management of Coregonid fish.* Poland, 2005. P. 63.

Skidmore J. F., Tovell P. W. Toxic effect of zinc sulfate on the gills of rainbow trout // *Water Res.* 1972. V. 6. P. 217–230.

Smith G. E., Piper R. G. Lesions associated with chronic exposure to ammonia // *The Pathology of Fishes / Eds. W. E. Ribelin and G. Migaki.* Madison, Wis.: University of Wisconsin Press. 1975. P. 497–514.

Snow D. A., Meaney B. T. *Salmon enhancement: A training guide / The Salmon Association of Eastern Newfoundland (Canada)*, 1985. 246 p.

Turgeon Y. *Techniques: Use of Black salmon // Northeast Atlantic Salmon Workshop.* Canada, 1990. P. 25–39.

Thienemann A. Der sauerstoff in eutrophen und oligotrophen see // *Die Binnengewasser.* 1926. 1–255 s.

ЛИТЕРАТУРА

Thienemann A. Die Binnengewässer Mitteleuropas. Eine limnologische eiführung // Die Binnengewässer. 1925. Bd. 1. Stuttgart.

Varanasi U., Chan S. L., McCain B. B. et al. National Benthic Surveillance Project Pacific Coast, National Technical Information Service, USA. 1989. P. 1–159.

Vigfusson O. Quota purchases // Salmon in the sea and new enhancement strategies. London, 1993. P. 249–263.

Watt W. D. Major causes and implications of Atlantic salmon habitat losses // Present and future Atlantic Salmon management: Proc. Symp. 1988. P. 101–111.

W G B E C R e p o r t of the working group on biological effects of contaminants. ICES CM 2002/E:02, Murcia, Spain. 2002. 65 p.

Wissmar R. C., Wetzel R. G. Analysis of five North American ecosystem. VI. Consumer community structure and production // Verh. Intern. Ver. theor und angew. Limnol. 1978. Bd. 20. N 1. S. 585–597.

Wojciechowska W. The share of algae with different dimensions in the plankton of two lakes of different trophic character in the annual cycle // Acta Hydrobiol. 1976. V. 18. N 2. P. 127–138.

Научное издание

БИОРЕСУРСЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

*Печатается по решению Ученого совета
Института водных проблем Севера
Карельского научного центра РАН*

Оформление обложки М. Т. Сярки

Редактор *М. А. Радостина*
Оригинал-макет *Е. Е. Давыдова*

Формат 60x84¹/₁₆. Гарнитура Newton СТТ. Печать офсетная.
Сдано в печать 25.11.2008 г. Уч.-изд. л. 15,8. Усл. печ. л. 15,3.
Тираж 200 экз. Изд. № 96. Заказ № 757.

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185000, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50