

*С. Бражник.***БРАЖНИК СВЕТЛАНА ЮРЬЕВНА**

**ВЛИЯНИЕ ПРОМЫСЛА НА ПОПУЛЯЦИОННУЮ СТРУКТУРУ И СО-
СТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ПРЕСНОВОДНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ НА
ПРИМЕРЕ ПОПУЛЯЦИИ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA*) РЫБИНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА**

03.00.10 Ихтиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

26 MAR 2009

Работа выполнена в Институте биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина
Российской Академии наук (ИБВВ РАН)

Научный руководитель:

кандидат биологических наук **Герасимов Юрий Викторович**

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор **Шибает Сергей Вадимович**

кандидат биологических наук **Студенов Игорь Иванович**

Ведущая организация – Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославский государственный университет им. И. П. Демидова»

Защита состоится 17.04.2009 г. в 15:00 ч на заседании диссертационного совета Д 307.007.01 при Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет», по адресу: 236000 г.Калининград, Советский проспект, 1, ауд. 255.

Факс: 8 (4012) 91 68 46

E-mail: serpunin@klgtu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет».

Автореферат разослан 06.03.2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
Доктор технических наук, профессор



Н.Л.Великанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Рыбные ресурсы внутренних пресноводных водоемов вносят весомый вклад в решение продовольственных задач России. Однако за период с 1985 по 2006 гг. величина официально зарегистрированного вылова снизилась со 120 до 65 тыс. т., фактические уловы, оцененные экспертно, упали с 220 до 180 тыс. т., что обусловлено, главным образом, причинами экономического характера, приводящими к сворачиванию промысла в ранее осваиваемых отдаленных водоемах и усилению нагрузки на водоемы, расположенные в густонаселенных районах страны.

В последнее время влияние высокой интенсивности промысла в таких водоемах стало проследиваться не только на запасах наиболее ценных видов рыб, принадлежащих к семействам осетровых, лососевых и сиговых, но и на тех массовых видах, коммерческая ценность которых довольно значительна. Первое место среди таких видов занимает лещ, составляющий в среднем 20% общего пресноводного вылова. За последние 12 лет суммарный его вылов снизился с 10,1 до 6,8 тыс. т, а доля в общем вылове упала с 23,1 до 10,5 %.

Падение уловов леща, как в целом по стране, так и в отдельных водоемах на фоне высокой интенсивности лова говорит о существенном снижении его запасов, а повсеместное применение преимущественно крупноячеистых сетей делает лов высокоселективным, что не может не отразиться на структурных показателях и продукционных возможностях эксплуатируемых популяций.

В свете вышеизложенного задача исследования изменений структуры популяций и динамики запасов леща представляется весьма актуальной.

Анализ динамики популяций в связи с их промысловым использованием и влиянием факторов окружающей среды необходим для разработки прогнозов общих допустимых уловов (ОДУ), которые являются основой для осуществления регулируемого рыболовства.

Цель работы. Целью настоящей работы является оценка влияния промысла на популяционную структуру и состояние запасов леща Рыбинского водохранилища.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Провести анализ современного состояния рыболовства на Рыбинском водохранилище и оценить его воздействие на популяцию леща.
2. Проанализировать изменение воспроизводственных показателей популяции леща в связи с влиянием факторов среды и промысла.
3. Провести анализ изменений возрастной, размерной, половой структуры и биологических параметров популяции леща под воздействием факторов различной природы.
4. Проанализировать закономерности и особенности линейно-весового роста на протяжении периода существования Рыбинского водохранилища.
5. Провести ретроспективную и современную оценку состояния запаса леща, осуществить выбор ориентиров управления и дать рекомендации по управлению запасом.

Научная новизна. Впервые обобщен материал, собранный на протяжении практически всего периода существования Рыбинского водохранилища и характеризующий возрастную, размерную, половую структуру популяции леща, его линейно-весовой рост, проведен анализ динамики этих показателей. Оценены последствия произошедших изменений для продукционных возможностей запаса. Проведена ретроспективная оценка состояния запаса, осуществлен выбор ориентиров управления и правила регулирования промысла, показано, что современный уровень эксплуатации запаса превышает его продукционные возможности.

Практическая значимость исследований. Результаты работы служат основой для оценки промыслового запаса и прогнозирования ОДУ, выполняемых в рамках плана ресурсных исследований на пресноводных водоемах Российской Федерации Институтом биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Полученные данные показали необходимость срочного принятия мер по снижению промысловой нагрузки на запасы рыб Рыбинского водохранилища, в частности леща.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Возрастная, размерная, половая структура и другие биологические показатели популяции леща в значительной степени изменяются под воздействием меняющихся факторов среды и промысла различной интенсивности, однако именно промысловая нагрузка, вследствие ее высокой селективности, оказывает на них определяющее воздействие.
2. Воспроизводственные показатели и характеристики линейно-весового роста леща, являющиеся отражением условий обитания и состояния его запаса, в наибольшей степени изменяются в результате длительного воздействия интенсивного промысла.
3. Состояние запаса леща зависит от уровня его эксплуатации. Основой для рационального использования запаса служит выбор стратегии его эксплуатации и ориентиров управления запасом.

Апробация работы. Результаты научных исследований, положенных в основу диссертации были представлены на отраслевых научно-методических семинарах (п. Рыбное Московской области, 2002; Хабаровск, 2003; Красноярск, 2004; Тюмень, 2005; Петрозаводск, 2005), на заседании биологической секции Ученого совета ФГУП «ВНИРО», докладывались на Международной научно-практической конференции «Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов» (Волгоград, 2007), на Международной конференции «Оценка запасов рыб в озерах и водохранилищах» (Ческе Будеевице, Чешская Республика, 2007), на Международном симпозиуме EIFAC «Взаимодействие социальных, экономических и экологических целей пресноводного промышленного и любительского рыболовства и аквакультуры» (Анталья, Турция, 2008), на IV научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии Ярославской области» (Ярославль, 2008).

Декларация личного участия автора. Автор лично участвовал в сборе и обработке материалов из экспериментальных траловых уловов в 2005-2006 гг. Также им были проанализированы и обобщены многолетние (с 1954 г.) фондовые материалы лаборатории экологии рыб ИБВВ РАН. Автором самостоятельно разработаны идеи, поставлены задачи исследований, сделаны выводы и даны рекомендации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 161 страница текста состоит из введения, 8 глав, выводов, списка литературы, содержащего 156 источников, в том числе 41 на иностранных языках, включает 34 таблицы и 42 рисунка.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю диссертации к.б.н. Ю.В. Герасимову, к.б.н. А.С. Стрельникову, к.б.н. А.П. Стрельниковой и всем сотрудникам лаборатории экологии рыб ИБВВ РАН, директору ФГУП «ВНИРО» к.г.н. Б.Н. Котеневу, зав. лабораторией системного анализа промысловых биоресурсов ФГУП «ВНИРО» к.т.н. В. К. Бабаяну, гл. н. с. этой же лаборатории д.т.н. Д.А. Васильеву, а также д.б.н. Ю.Т. Сечину и всем сотрудникам лаборатории биоресурсов внутренних водоемов ФГУП «ВНИРО» за поддержку и помощь в подготовке диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследуемой проблемы, сформулированы цель и задачи работы, изложена научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Глава 1. Материал и методика

Представляемая работа выполнена на многолетних материалах лаборатории экологии рыб ИБВВ РАН, включающих в себя данные полного биологического анализа и массовых промеров леща из экспериментальных траловых уловов за период с 1954-2006 гг., индексы численности и биомассы по траловым съемкам 1954-2006 гг. Объем материала, по которому проведен полный биологический анализ, составляет более 45 тыс. экз., массовые промеры – более 15 тыс. экз.

Сбор материала из экспериментальных траловых уловов проводился во время ежегодных осенних учетных рейсов на 25 стандартных траловых станциях. Параметры трала оставались неизменными на протяжении всего периода наблюдений. Используются данные статистики вылова и величины промыслового усилия ФГУ «Верхневолжрыбвод» за 1954-2006 гг.

Сбор и обработку первичного материала проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Чугунова, 1959, Правдин, 1966). Использована традиционно применяемая для измерения рыбы промысловая длина. Возраст определяли по чешуе.

Для математического описания роста использовалось уравнение Л. Берталанфи (Bertalanffy, 1938; Рикер, 1979).

Показатели уравнений роста рассчитаны в соответствии с Методическими указаниями по применению математических методов и моделей для оценки запасов рыб (1984).

Статистическую обработку материала проводили на персональном компьютере с использованием программного пакета «Statistika» в соответствии общепринятыми методиками (Плохинский, 1970).

Оценка состояния запаса леща выполнена с использованием данных по официальным величинам уловов и значениям уловов на единицу усилия экспериментального трала по результатам ежегодных съемок. Для расчетов была использована динамическая продукционная модель Бабаяна-Кизнера (Babayan and Kizner 1988; Babayan, Kizner, Matushansky 1989).

Глава 2. Рыбинское водохранилище как среда обитания рыб

Рыбинское водохранилище было создано в 1940 – 1949 гг. в верховьях реки Волги в результате постройки Рыбинского гидроузла. Оно расположено на территории трех административных областей – Ярославской, Вологодской и Тверской. Длина его – 250 км, наибольшая ширина – 56 км, площадь зеркала при НПУ – 4550 км². Средняя глубина составляет 5,6 м, максимальная – 30,4 м.

В водохранилище выделяются четыре основных плеса: Волжский, Моложский, Шекснинский и Главный, однако довольно часто Волжский плес разделяют на два отдельных плеса – Волжский и Приплотинный. Волжский, Моложский и Шекснинский плесы во многом носят речной характер и используются рыбами как нерестовые и нагульные угодья. Главный плес является основным нагульным участком.

При подготовке ложа водохранилища леса были сведены только на намеченных судоходных трассах, участки для лова рыбы не подготавливались.

Сработка уровня воды в Рыбинском водохранилище осуществляется в основном в зимний период для энергетических целей. Снижение уровня зимой ниже отметок 99 – 98 м может спровоцировать возникновение заморных явлений и привести к исчезновению мелководий, пригодных для нереста рыб.

В настоящее время в водохранилище и его притоках обитает 38 видов рыб, относящихся к 13 семействам. Основными промысловыми видами являются лещ, судак, щука, синец, плотва. Для большинства видов рыб этого водоема характерна относительно большая продолжительность жизни, позднее наступление половой зрелости, отсутствие порционного нереста, низкий весовой и линейный темп роста (Водохранилища..., 1972).

В формировании ихтиофауны Рыбинского водохранилища прослеживается несколько этапов. *Первый этап* был связан с периодом заполнения водоема (1941-1947 гг.) и характеризовался обилием затопленной растительности. Наличие нерестового субстрата и изобилие корма определили высокую численность поколений этих лет. На этом этапе в водохранилище еще присутствовали реофильные виды рыб (стерлядь, голавль, елец и др.), и одновременно увеличивалась численность литоральных видов (линь, карась, щука).

После заполнения водохранилища, начиная с 1948 г., наступил *второй этап*, характеризующийся депрессией ихтиофауны. Затопленная наземная рас-

тельность разлагалась, а водная еще не сформировалась, что отрицательно сказалось на размножении фитофильных рыб.

С 1953 г. наступил *третий этап* – этап стабилизации видового состава, когда на воспроизводство запасов рыб сильно влияли массивы затопленных лесов, защищающих прибрежные растительные ценозы, богатые зоопланктоном от воздействия волн.

В 1970 г., начался *четвертый этап*, характеризующийся нарушением баланса в рыбной части сообщества под действием как климатических факторов, так и усиливающейся антропогенной нагрузки на водоем, приводящей к его эвтрофикации. Наиболее сильное влияние на ихтиофауну водоема оказала авария на очистных сооружениях г.Череповца в 1987 г. (Флеров, 1990), последствия которой сказываются на рыбном населении до настоящего времени, причем в наибольшей степени пострадали виды рыб, ведущие придонный образ жизни (лещ, плотва, налим и др.).

Современное состояние запасов рыб Рыбинского водохранилища определяется двумя группами факторов:

- факторы, связанные с изменением внешней среды - интенсивное зарастание мелководий, приведшее к увеличению нерестовых площадей фитофильных рыб, и смена доминант в пелагической части водохранилища, где на фоне снижения численности снетка произошла вспышка численности проникшей в водохранилище в 1994 г. каспийской тюльки;

- факторы, связанные с усилением промысловой нагрузки на запасы наиболее ценных видов рыб (лещ, судак, щука), приведшей к снижению их численности и уменьшению доли старших возрастных групп.

Глава 3. Рыболовство на Рыбинском водохранилище

Более чем за 60 лет эксплуатации Рыбинского водохранилища общий официальный вылов рыбы и уловы леща колебались в значительных пределах (рис.1а, б). Наибольшими колебаниями характеризовался период формирования промыслового запаса (1941-1954 гг.). В годы заполнения водоема (1941-1947 гг.) наличие большого количества затопленной растительности, как нерестового субстрата и источника органических веществ, предопределило высокую численность поколений этих лет, что отразилось на величине общих уловов, которая достигла к 1948 году уровня 5 тыс. тонн. После заполнения водохранилища, начиная с 1948 г., началась депрессия ихтиофауны, и промысловые уловы резко сократились. Однако к 1953 году вновь начался их подъем за счет вступления в промысел длинноплавниковых видов, улов этого года был максимальным за всю историю существования водохранилища – 5,6 тыс. т. С 1954 года в водохранилище начался период стабилизации ихтиофауны и интенсивного освоения запасов, который продолжался до середины 60-х годов прошлого века.

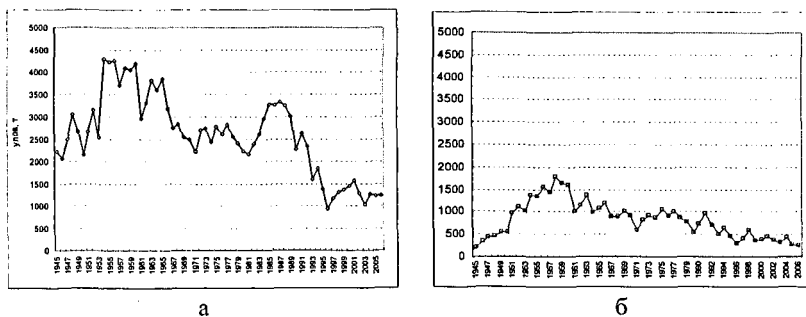


Рисунок 1 - Динамика общего вылова рыбы (а) и уловов леща (б) в Рыбинском водохранилище в 1945-2006 гг

Затем началось постепенное снижение уловов и стабилизация их на уровне 2,5 – 3,0 тыс. т. После произошедшей в 1987 году крупной аварии на очистных сооружениях г. Череповца (Флеров, 1990), уловы существенно сократились. В середине 90-х годов XX века, с возникновением новых коммерческих отношений в промысле резко возросла доля улова, не попадающего в промысловую статистику, достоверность которой резко снизилась. В результате официальный вылов упал до уровня 1 тыс. тонн. В последние годы вылов рыбы в водохранилище по данным официальной статистики не превышает 1,2 – 1,3 тыс. т.

Отмечается снижение в уловах доли ценных видов рыб: судака - с 18 до 6%, леща - с 37 до 21%, щуки – с 20 до 5%.

В настоящее время из 38 видов рыб, обитающих в Рыбинском водохранилище, рыбопромысловой статистикой обычно учитывается до 14 видов, однако в заключительных ее версиях обычно фигурирует 7 видов: лещ, судак, щука, налим, синец, плотва и окунь, уловы которых составляют до 95 % общего вылова.

Основным видом лова на Рыбинском водохранилище на протяжении всего периода его существования был сетной лов, и промысловое усилие определялось, главным образом, количеством используемых сетей. С 1953 и до середины 80-х годов прошлого века число сетей изменялось незначительно (от 10 до 24 тыс. шт.). Следовательно, колебания общего вылова рыбы в это время происходили на фоне практически неизменного промыслового усилия и были обусловлены в большей степени динамикой численности популяций.

С начала 90-х годов XX века промысловая нагрузка на водоем резко возросла - более чем вдвое увеличилось число рыбаков, в 2-3 раза – количество используемых сетей, в промысле стали применяться ловушки. Однако на фоне увеличения промыслового усилия происходит снижение уловов, зарегистрированных официальной статистикой. Следует отметить, что общая ихтиомасса в период с 1978 по 1999 гг. оставалась практически неизменной, и снижение официальных уловов на фоне многократного увеличения промыслового усилия

свидетельствовали о том, что значительная часть уловов не учитывалась промысловой статистикой.

Однако, начиная с 2000 года, высокая доля неучтенного вылова и развитое браконьерство привели к падению ихтиомассы со 140 до 98 кг/га. Освоение ОДУ за 2000-2006 гг. по официальным данным составило в среднем 64%, в то время как фактический вылов в эти годы превышал ОДУ как минимум вдвое.

Глава 4. Особенности формирования и распределения популяции леща в Рыбинском водохранилище

Характер распределения популяции леща в Рыбинском водохранилище неоднократно изменялся в процессе формирования водоема в зависимости от изменения площадей нерестилищ и высокопродуктивных биотопов, пригодных для нагула. Тем не менее, на протяжении всего периода наблюдений в популяции отмечалось наличие нескольких устойчивых группировок, приуроченных по месту обитания к различным плесам водохранилища (Поддубный, 1959б; Изюмова, 1959). Однако специфичность условий в этих районах не столь велика, чтобы повлечь за собой резкое адаптивное изменение в биологических и морфологических показателях рыб, составляющих отдельные стада.

Основным определяющим фактором в распределении леща по акватории водохранилища является количество и доступность кормовых организмов на тех или иных биотопах. Однако начиная с 90-х годов прошлого столетия на фоне процесса нарастания объема иловых отложений, увеличения биомассы бентоса и зоопланктона, снижения поступления биогенных и токсичных веществ, увеличения степени зарастания мелководий в водоеме отмечено снижение общей ихтиомассы и связанное с этим изменение пространственной структуры рыбного сообщества Рыбинского водохранилища (Экологические проблемы Верхней Волги, 2001).

Лещ не относится к стайным рыбам. Образующиеся в природных водоемах скопления леща – результат концентрации рыб в местообитаниях с наиболее благоприятными условиями нагула (Герасимов, Линник, 1993). По данным А.И. Пянова (1992), в этих скоплениях одни особи занимают наиболее благоприятные участки, а другие вытесняются на периферию.

В Рыбинском водохранилище существуют две генетически разнородные группы леща, различающиеся по степени агрессивности, ширине спектра питания, толерантности к перенаселению и способности к совершению удаленных миграций (Герасимов, Слынько, 1991; Герасимов, Поддубный, 1999; Gerasimov, 2006; Щербина, 1993; Малинин и др, 1990). Увеличение плотности скоплений в естественных нагульных местообитаниях приводит не только к вытеснению рыб менее агрессивной группы на периферию скопления, но и вынуждает их покидать перенаселенные места обитания в поиске альтернативных мест нагула. Снижение в дальнейшем плотности скоплений приводит к возврату ушедших рыб на благоприятные кормовые участки, что и происходит в настоящее время, когда разрежение скоплений под воздействием чрезмерного промысла вызвало миграции рыб из менее благоприятных для нагула пойменных участков в более благоприятные русловые.

Также на распределение леща по акватории существенное влияние оказывает наличие в водоеме остатков затопленного леса. Скопления, приуроченные к этим биотопам, обладают большой устойчивостью и практически недоступны для промысла. По всей видимости, на освободившиеся русловые участки мигрирует также лещ и с этих биотопов. Этим объясняется то обстоятельство, что в настоящее время в траловых уловах встречается значительное количество особей леща старше 17-20 лет, чего не отмечалось в годы с более высокой численностью популяции.

Глава 5. Особенности размножения, созревания и эффективность воспроизводства леща Рыбинского водохранилища

В Рыбинском водохранилище зона мелководий, пригодных для нереста фитофильных рыб составляет 20,9% акватории водохранилища. Однако, при резких колебаниях уровня, свойственных этому водоему, в маловодные годы, часть, а иногда и вся площадь мелководий остается сухой, что приводит к резкому сокращению количества нерестилищ (Бутурин и др. 1972).

Анализ эффективности размножения леща в Рыбинском водохранилище показал, что в годы с низким уровнем, когда остаются незалитыми не только растения, но и нижележащая часть побережья, до 60% всех половозрелых самок могут не участвовать в нересте, что приводит к появлению поколений с малой численностью.

Проведенное на основании архивных материалов лаборатории экологии рыб ИБВВ РАН сопоставление величины площади эффективных нерестилищ в отдельные годы с количеством самок леща с резорбированной икрой (рис. 2) показало, что уровенный режим и связанная с ним площадь нерестилищ до 1964 года включительно оказывали существенное влияние на эффективность воспроизводства леща в Рыбинском водохранилище. Однако в последующие годы, когда в результате разрушения затопленных лесов и размыва грунтов резко уменьшилась площадь заросшего побережья, эта зависимость стала менее выраженной.



Рисунок 2 - Зависимость доли самок леща с резорбированной икрой от площади эффективных нерестилищ в Рыбинском водохранилище в отдельные годы

У леща в Рыбинском водохранилище абсолютная плодовитость самок с увеличением возраста, длины и массы увеличивается довольно значительно: от 51,2 тыс. икринок до 228,0 (Володин, 1982). На величину популяционной пло-

довитости, помимо индивидуальных показателей, значительное влияние оказывают сроки наступления половой зрелости.

По данным Л.К. Захаровой (1955) в первой половине 50-х годов лещ Рыбинского водохранилища начинал созревать в возрасте 7 лет, доля особей этой возрастной группы составляла не более 3% от числа всех созревших рыб (рис. 3а). В 70-е годы возраст начала созревания оставался прежним, однако относительное количество впервые созревающих семилетних производителей увеличилось в 6 раз (Володин, 1982). 100% половозрелости лещ в те годы достигал в возрасте 13-14 лет. В целом кривые созревания 50-х и 70-х годов близки по форме, однако средний возраст производителей за этот период снизился с 11,3 до 10,2 лет (рис. 3 б).

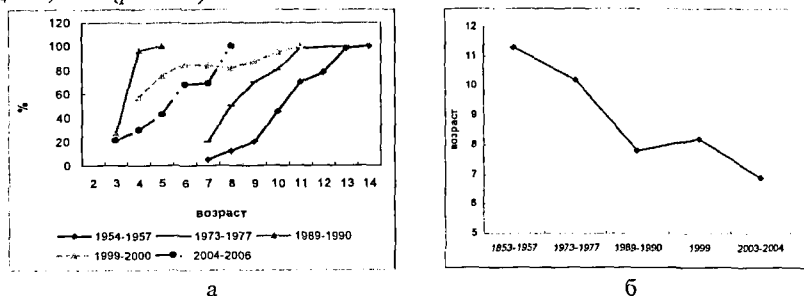


Рисунок 3 - Темп полового созревания (а) и средний возраст производителей (б) леща Рыбинского водохранилища в разные годы

Проведенный автором анализ архивных материалов лаборатории экологии рыб ИБВВ РАН показал, что в 1989-1990 гг. произошло резкое изменение скорости полового созревания. В эти годы особи леща становились половозрелыми уже в 3-летнем возрасте, в 4-летнем доля созревших особей составляла 96,3%, а в 5-летнем – 100%. Средний возраст половозрелости в это время снизился до 7,8 лет. Следует также принять во внимание, что в этот период 26% половозрелых самок имели резорбированную икру. Такая аномально высокая скорость полового созревания и появление значительного количества самок с резорбированной икрой, вероятнее всего, явились ответом популяции на резкое ухудшение экологического состояния среды, вызванного аварией на Череповецком металлургическом комбинате, произошедшей в декабре 1986 г.

В 1999-2000 гг., когда последствия череповецкой аварии почти сгладились, и экологическая обстановка в водоеме значительно улучшилась, форма кривой созревания приобрела более плавный характер. Срок начала полового созревания сместился с 3-летнего на 4-летний возраст, при этом среди 4-летних особей доля созревших была очень значительна и составляла 57,1%. Необходимо заметить, в 1999 году особи 3-летнего возраста (поколение 1996 года рождения) практически не были представлены в уловах. Вероятнее всего, это явилось следствием аномально низкого уровня воды в Рыбинском водохранилище весной и летом 1996 года, ставшего причиной значительного сокращения площа-

дей нерестилищ и крайне низкой выживаемости икры и личинок фитофильных рыб. Среди особей 5-летнего возраста доля половозрелых рыб достигла уже 75,5%, а среди 6-летних – 85%. Дальнейшее созревание проходило более медленно, и 100% половозрелость была достигнута только в возрасте 11 лет. Средний возраст производителей вновь повысился, составив 8,2 года.

В 2003-2004 гг. начало полового созревания вновь, как и в 1989 г., приходилось на 3-летний возраст, причем доля особей этой возрастной группы среди половозрелых рыб была близка к таковой в 1989 году, однако характер кривой созревания совершенно иной – без резких скачков, доля созревших 6 и 7-летних особей практически одинакова (68 и 69 %). В целом, созревание проходило более равномерно, и в 8-летнем возрасте все особи были половозрелыми. Средний возраст производителей в эти годы имел минимальные значения за весь период наблюдений – 6,9 лет. Необходимо принять во внимание, что к этому времени возрастная структура популяции леща в результате чрезмерно интенсивного промысла и ориентации его на преимущественное изъятие старших возрастных групп претерпела значительные изменения: доля особей старших возрастов (старше 8 лет) существенно снизилась, произошло общее омоложение популяции. Поэтому сдвиг сроков начала созревания на младшие возрастные группы в данном случае, несомненно, является попыткой популяции компенсировать повышенную элиминацию старших возрастов и вызванное ею сокращение репродуктивного потенциала.

Глава 6. Динамика структурных показателей популяции леща Рыбинского водохранилища

Изменение структурных показателей под воздействием факторов различной природы является адаптивным свойством популяции, необходимым сохранения ее устойчивости. На протяжении всего периода существования Рыбинского водохранилища структура популяции леща изменялась в соответствии с общим характером изменений экологической ситуации и интенсивности рыболовства в водоеме.

6.1. Возрастная структура

В период наполнения ложа водохранилища до проектного уровня (1941-1947 гг.) в составе популяции леща преобладали рыбы речного происхождения, в дальнейшем, примерно до 1959 г, в ней выделялись 2 группы рыб: среднего и старшего возраста, родившиеся до зарегулирования стока и в первые годы заполнения водохранилища и молодые неполовозрелые, родившиеся уже после наполнения водоема до проектной отметки.

С 1959 г. вплоть до начала 70-х годов в условиях промысла малой селективности распределение возрастных групп в экспериментальных траловых уловах было наиболее близко к нормальному, когда младшие и старшие возраста представлены небольшим количеством особей, а максимум численности приходится на возрастные группы от 4 до 12 лет, что подтверждает положение Г.В. Никольского (1965, 1972) о том, что неселективный вылов даже очень высокой интенсивности не всегда приводит к изменению возрастного состава популяции.

С 1970 до начала 90-х годов продолжался период стабилизации численности популяции и величины уловов леща, характеризующийся значительными колебаниями в соотношении возрастных групп. Однако тенденция к нормальному распределению сохранялась и в это время.

С 1988 по 1994 год отмечалось снижение в уловах доли пополнения, что, вероятнее всего, связано с повышенной эти годы смертностью рыб в младших возрастах, вызванной скачком уровня загрязненности воды вследствие аварии на Череповецком металлургическом комбинате, произошедшей в декабре 1986 г.

В 1999-2000 гг. возрастная структура уловов вновь приобрела характер, близкий к нормальному, однако начиная с 2001 года ситуация резко изменилась - до 90% траловых уловов стали составлять особи в возрасте от 2 до 7 лет, а рыбы в возрасте старше 7 лет практически полностью исчезли из уловов. В то же время в уловах в более значительных количествах стали встречаться особи старше 17 лет, отмечавшиеся в прежние годы единично.

Подобная ситуация несомненно является результатом чрезмерной промысловой нагрузки на старшевозрастную часть популяции. Высокая интенсивность промысла вызвала резкое снижение численности и агрегированности скоплений в местах традиционного лова. Предположительно, на освободившиеся кормовые участки мигрировал лещ, обитавший ранее в местах, недоступных для промысла, что и явилось причиной появления в уловах в особей старше 17-20 лет.

Анализ динамики среднего возраста леща в уловах экспериментального трала (рис. 4) выявил, что этот показатель на протяжении периода наблюдений колебался в значительных пределах. Наибольшей стабильностью отличались периоды с конца 50-х до середины 60-х и с конца 70-х до начала 90-х годов прошлого столетия, характеризующиеся относительно благоприятными условиями существования популяции и стабильным промыслом, однако средний возраст леща в уловах в середине 60-х годов в целом был ниже, чем в 80-х.

С конца 60-х до конца 70-х годов XX века и 2000-е годы отмечались наибольшие колебания показателя среднего возраста. Необходимо отметить, что именно для этих периодов характерна повышенная интенсивность промысла. Если учесть высокую селективность существующего промысла по отношению к средне- и старшевозрастным группам, то становится понятным, что снижение в популяции численности средних возрастов делает ее возрастную структуру более зависимой от наличия или отсутствия в ней в данный момент урожайных поколений и вызывает значительные колебания показателя среднего возраста.

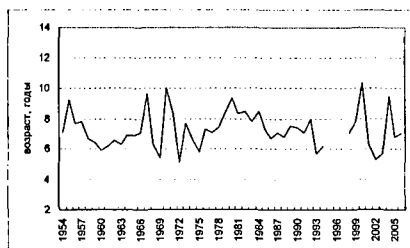


Рисунок 4 - Динамика показателя среднего возраста леща в траловых уловах в 1954-2006 гг

В целом по водоему средний возраст леща в траловых уловах снизился за описываемый период с 6,7 до 5,4 лет.

6.2. Размерная структура

Размерная структура экспериментальных траловых уловов леща существенно меняется в различные годы, однако в целом повторяет изменения, происходящие в его возрастной структуре. Типичной особенностью популяции является наличие двух или нескольких доминирующих размерных групп, что характерно для видов со средней продолжительностью жизни, у которых в уловах может быть представлено сразу несколько урожайных поколений. В такие периоды для кривой размерного состава характерна дву- или многовершинность, по числу доминирующих размерных групп. Сглаженная форма кривой может явиться следствием длительного отсутствия урожайных поколений, что и наблюдалось в течение нескольких лет после залпового загрязнения водоема 1986 года. Только в 1990 г. в уловах вновь появилась доминирующая группа рыб с размерами 28-34 см. Начиная с 2000 года, начинает прослеживаться доминирование групп с размерами от 19 до 28 см, а в отдельные годы (2002) – даже 16-19 см. С 2004 года наиболее массовыми в уловах становятся размерные группы от 25 до 37 см.

6.3. Половая структура

Соотношение полов в популяциях рыб может служить ориентировочной мерой неблагоприятного, как правило, антропогенного воздействия на экосистему (Bortone, Davis, 1994). Считается, что дифференциация на два пола в пропорции 1:1 является оптимальной и обеспечивает преимущества, связанные с обеспечением максимального генетического разнообразия в популяциях (Kalmius et al, 1960), и определяет ее продукционные показатели.

Проведенный автором анализ многолетней динамики соотношения полов леща из уловов экспериментального трала в Рыбинском водохранилище показывает четкую тенденцию изменения этого показателя за исследуемый период в сторону значительного преобладания самцов (рис. 5). Так, в середине 50-х годов XX века в уловах отмечалось явное преобладание самок. Такое положение сохранялось до конца 60-х годов, когда половая структура уловов приобрела практически нормальный характер и соотношение полов стало близким к 1:1. В 1982 г. вновь произошло недолговременное снижение количества самцов до

уровня 50-х годов прошлого столетия, после чего доля их в уловах значительно возросла и соотношение стало колебаться от 2:1 до 3:1 в пользу самцов. Такое положение сохраняется и в настоящее время.

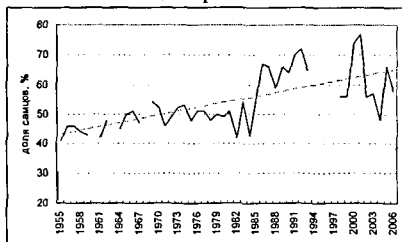


Рисунок 5 - Динамика соотношения полов в траловых уловах леща в Рыбинском водохранилище в 1954-2006 гг

По мнению автора одной из причин этого явления стало изменение возрастной структуры популяции. В условиях, когда основу популяции составляют особи младших возрастных групп, в которых численно преобладают самцы, в половой структуре популяции неизбежно будет отмечаться повышение доли самцов, что ведет к снижению популяционной плодовитости.

Изменилась по сравнению с началом 80-х годов XX века и динамика соотношения полов в зависимости от возраста. Так, в 1979-1984 гг. преобладание самцов в возрасте 4-6 сменялось равновесным соотношением к 8-11 годам, а в более старших возрастах самки составляли большую часть популяции (рис. 6).

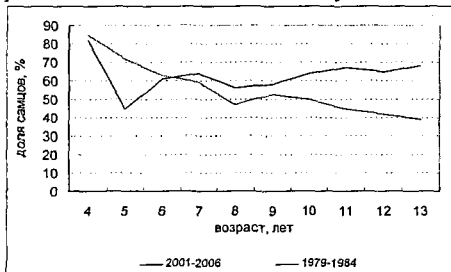


Рисунок 6 - Изменение доли самцов в зависимости от возраста у леща Рыбинского водохранилища в различные годы

Подобная закономерность, вероятнее всего, является универсальной по отношению к рыбам вследствие различной продолжительности жизни у самцов и у самок – преобладание самцов в младших возрастных группах из-за большей их естественной смертности постепенно сглаживается и в дальнейшем наблюдается преобладание самок (Константинов и др., 1969).

Однако анализ данных 2001-2006 гг., показал, что в условиях интенсивного промысла численное преобладание самцов в популяции, характерное для младших возрастных групп, не только сохраняется для более старших возрастов, но и становится по мере увеличения возраста все более значительным.

Причина подобных изменений, вероятнее всего в том, что самки, вследствие их более крупных размеров по сравнению с одновозрастными самцами, более уязвимы для промысла, поэтому численность их снижается более быстрыми темпами.

Глава 7. Особенности линейно-весового роста леща Рыбинского водохранилища

Исследования показали, что лещ в Рыбинском водохранилище растет на протяжении всей жизни. В целом, характер кривых его линейного и весового роста в различные периоды формирования водохранилища не имеет существенных различий (рис. 7).

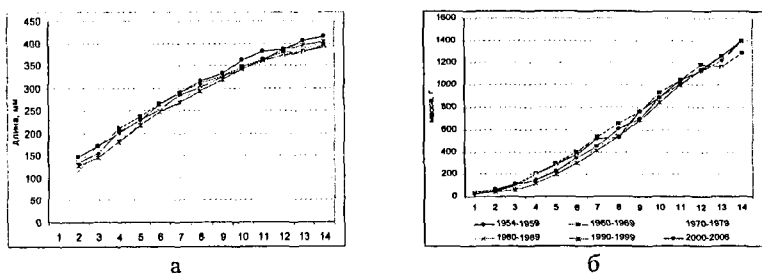


Рисунок 7 - Линейный (а) и весовой (б) рост леща в различные периоды формирования Рыбинского водохранилища

Также несущественны и различия в характере роста поколений различной урожайности, что косвенно свидетельствует о его высокой обеспеченности пищей.

Между массой и длиной леща Рыбинского водохранилища обнаружена положительная связь, описываемая уравнением $W=0,00203L^{3,007}$.

Линейный и весовой рост описаны степенными уравнениями:

$$L=97,475t^{0,534} \quad (R^2=0,979); \quad W=31,798t^{1,423} \quad (R^2=0,950)$$

где L – длина рыбы, мм; W – масса рыбы, г; t – возраст рыбы, годы и уравнением Бергаланфи:

$$L_t = 42,451 (1 - e^{-0,127(t-1,051)}) \quad (R^2=0,996).$$

Ошибки уравнений регрессии составили 2,06 и 0,69% соответственно.

Имеющиеся данные по размерно-весовым показателям леща Рыбинского водохранилища из уловов исследовательского трала за период с 1954 по 2006 гг. позволили проследить динамику среднееголетних показателей длины и массы особей преобладающих возрастных групп в различные периоды формирования водохранилища, существенно отличающиеся как по комплексу абиотических и биотических факторов среды, так и по степени промысловой нагрузки на ихтиофауну.

Анализ данных показал, что в динамике линейных и весовых показателей одновозрастных групп леща за период 1954-2006 гг. отмечается четкая тенденция снижения средних размеров младшевозрастных (до возраста 7+) особей. В то же время, в старших возрастах тренд становится восходящим, т.е. старше-

возрастные особи в настоящее время в среднем, как по длине, так и по массе, превосходят одновозрастных особей периода 50-70-х годов (Бражник, Стрельников, Пшеничный, 2008).

Сопоставление кривых, отражающих динамику абсолютных линейных и весовых приростов леща Рыбинского водохранилища в различные периоды формирования водоема (рис. 8), показало, что возраст, в котором начинается замедление темпа линейного роста и ускорение темпа весового, за время существования водохранилища изменился довольно значительно. Так, если в 50-60-е годы прошлого столетия весовой рост леща становился более интенсивным только в 7-8-летнем возрасте, то в настоящее время это явление отмечается уже у 5-летних особей. Эта тенденция хорошо согласуется с данными по изменению возраста полового созревания, описанными в главе 5, и отражает общие закономерности роста рыб, отмеченные ранее целым рядом авторов (Larkin et al., 1954; Gerking, 1966; Weatherley, 1972; Никольский, 1974; Бретт, 1983 и др.). Исследования этих ученых показали, что у рыб линейный рост преобладает над весовым на ранних этапах онтогенеза, до достижения половой зрелости. При наступлении половой зрелости темп линейного роста снижается, и преобладающим становится весовой рост.

Удельная скорость линейного и весового роста леща Рыбинского водохранилища на протяжении исследуемого периода колебалась в значительных пределах (рис. 9), что, принимая во внимание постулат Шмальгаузена о постоянстве показателя удельной скорости роста при постоянных условиях, косвенно подтверждает нестабильность условий существования популяции. Как видно из рисунка 9, наименьшие значения удельной скорости роста были отмечены в 70-е годы прошлого столетия. Обращает на себя внимание тот факт, что в эти же годы линейные и весовые размеры старшевозрастных особей, абсолютные приросты длины и массы были также наименьшими за весь период наблюдений. Ранее факт замедления роста леща в период 70-х годов был отмечен В.М. Володиным (1993).

В качестве причины, предположительно обуславливающей это явление, он называет комплексное воздействие постоянно действующего высокоселективного сетного промысла и все более усиливающегося в эти годы загрязнения водохранилища промышленными, бытовыми и сельскохозяйственными стоками. Поскольку этот период характеризовался существенным повышением продуктивности излюбленных мест нагула леща, фактор недостаточной обеспеченности кормом в данном случае полностью исключается. Никаких значительных аномалий в гидрологическом, температурном режиме и других факторах среды в это время отмечено не было, поэтому остается только согласиться с доводами указанного автора.

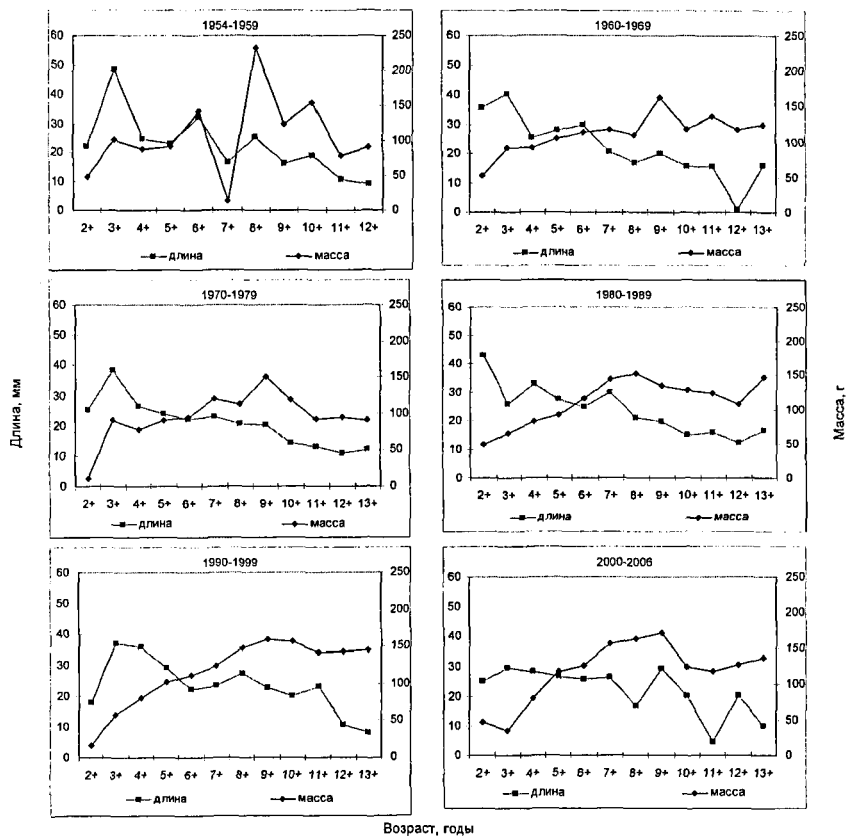


Рисунок 8 - Динамика абсолютных линейных и весовых приростов леща в различные периоды формирования Рыбинского водохранилища

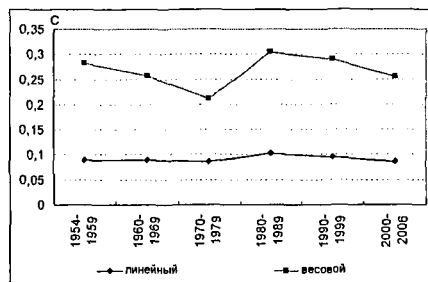


Рисунок 9 - Динамика удельной скорости линейного и весового роста леща Рыбинского водохранилища

В некоторой степени предположение о совместном влиянии на скорость роста леща селективного промысла и накапливающегося загрязнения подтверждается величиной показателей удельной скорости роста в настоящий период, когда фактор загрязнения перестал быть значимым, а интенсивность промысла существенно возросла. Несмотря на то, что промысловая нагрузка на популяцию леща в 2000-е годы оказалась максимальной за весь период наблюдений, исключение такого фактора, как загрязнение, привело к повышению показателей удельной скорости роста в настоящее время по сравнению с периодом 70-х годов прошлого века.

Глава 8. Оценка состояния запаса леща Рыбинского водохранилища

В эксплуатируемых запасах величина улова в большей или меньшей степени отражает состояние запаса. Однако в силу причин экономического и организационного характера современная официальная статистика перестала достоверно характеризовать истинную величину улова. Учитывая значительные масштабы неучтенного вылова, логично предположить, что запасы леща в настоящее время упали не так значительно, как это описывает кривая динамики вылова (рис. 1 б). Однако существенное снижение показателей улова на усилии исследовательского трала (рис. 10 а) все же свидетельствует о снижении его запасов, начиная с середины 80-х годов.

Для оценки реального состояния запаса леща в этот период была применена динамическая продукционная модель Бабаяна-Кизнера. Полученная оценка параметра B_{MSY} составила 4335 тыс.т.

На рисунке 10 б представлены полученные по модели оценки биомассы промыслового запаса (FSB) на начало года в сравнении с величинами официального вылова.

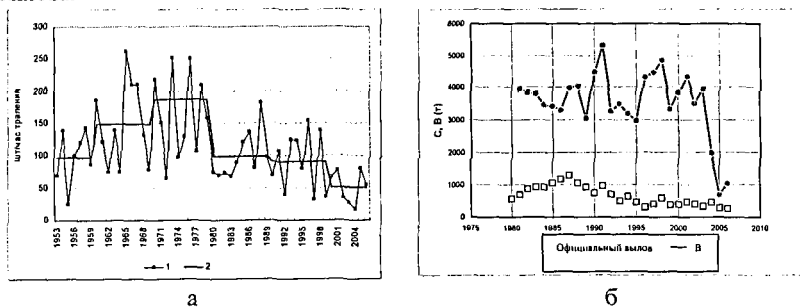


Рисунок 10 - а). Динамика показателей улова на усилии исследовательского трала (1) и осредненных его величин (2) по отношению к лещу; б). Оценки биомассы промыслового запаса (B) в сравнении с величинами уловов

Как можно видеть, результаты расчетов показывают, что на протяжении практически всего исследуемого периода, за исключением 1991, 1992, 1997 и 1998 годов запас эксплуатировался при величине существенно меньшей, чем B_{MSY} , а с 2003 г. отмечено еще более значительное снижение его промысловой биомассы.

На рисунке 11 представлены ретроспективные оценки состояния запаса, приведенные в сравнении с равновесными значениями уловов, построенными как функция от биомассы запаса и коэффициента эксплуатации.

Как можно видеть из рисунка 11, в 1980-е гг., а также в 2004-2006 гг., запас эксплуатировался с интенсивностью, превышающей интенсивность, обеспечивающую получение максимального устойчивого улова. При этом в последние три года чрезмерный пресс промысла имел место при очень низкой биомассе запаса.

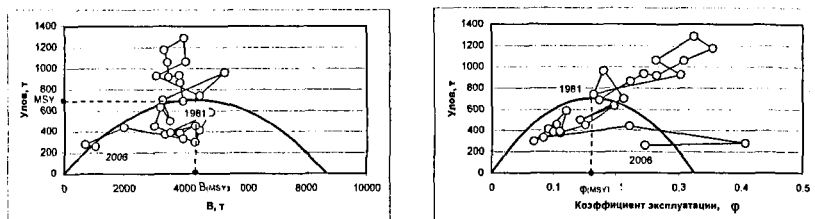


Рисунок 11 - Ретроспективные оценки состояния запаса леща Рыбинского водохранилища и кривые равновесных уловов

Для оценки величины возможного вылова автором использована методология предосторожного подхода (Бабаян, 2000), что предполагает необходимость определения ориентиров управления. В качестве целевого ориентира по биомассе принята величина промысловой биомассы $B_{tr} = B(\varphi_{0.1})$, соответствующая точке на кривой равновесных уловов, в которой тангенс наклона равен 10% от тангенса наклона при нулевом изъятии. Такой выбор целевого ориентира согласуется со стратегией $F_{0.1}$. $F_{0.1}$ в роли граничного ориентира определяет рубеж, за которым начинает проявляться перелом по росту. Целевой ориентир промысловой смертности (в нашем случае - доли промыслового изъятия) выбран равным значению $\varphi_{0.1}$. Таким образом, значения биологических ориентиров управления составили: $B_{tr} = B_{0.1} = 4850$ т; $\varphi_{tr} = \varphi_{0.1} = 0.14$ (1/год).

Схема регулирования промысла, основанная на описанных выше ориентирах управления, на которую нанесены ретроспективные и прогнозные значения, полученные с помощью модели, представлена на рисунке 12.

Расчеты, проведенные по прогностическому варианту динамической производственной модели с использованием параметров, оцененных на ретроспективных данных, показывают, что ведение промысла в соответствии с приведенной выше схемой регулирования соответствовало бы величине ОДУ в 204 т в 2007 г. При этом уже в 2008 г. биомасса промыслового запаса могла бы восстановиться до 3500 т, что позволило бы увеличить объем ОДУ до 370 т. Следовательно, устанавливаемая в настоящее время величина ОДУ около 500 т является чрезмерной нагрузкой на запас.

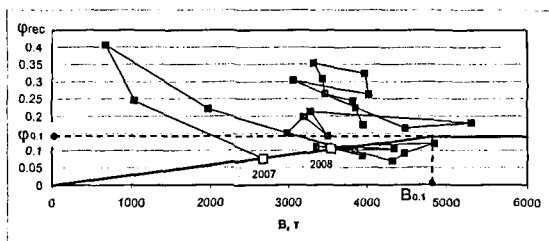


Рисунок 12 - Схема регулирования промысла

Выводы

1. Рыбинское водохранилище является интенсивно эксплуатируемым рыбохозяйственным водоемом, уловы рыбы в котором составляли в среднем 2,6 тыс. т. Однако, начиная с 2001 года, чрезмерно интенсивный лов вызвал резкое падение общей ихтиомассы со 140 до 96 кг/га и снижение официальных уловов до 1,2 тыс. т. Лещ в водохранилище является ресурсообразующим видом, доля его в уловах колеблется от 21 до 45%.

2. Реакция популяции леща на любое изменение условий существования имеет одно стратегическое направление - компенсация возрастающей смертности. Одним из средств достижения этой цели является снижение возраста половозрелости. Так, за период с 1953 по 2006 гг. возраст начала созревания у леща снизился с 7 до 3-4 лет, а средний возраст половозрелости – с 11,3 до 6,9 лет.

3. Изменения, возрастной структуры популяции леща за период с 1954 по 2006 гг., нашли свое отражение в структуре траловых уловов. Так, до 2000 г в уловах преобладали особи в возрасте 6 лет и старше, а, начиная с 2001 г, доля особей от 2 до 7 лет стала достигать 90%. Средний возраст леща в траловых уловах снизился с 6,7 до 5,4 лет.

4. Преобладание самок в популяции леща в 50-е годы XX века сменилось к середине 70-х годов соотношением полов 1:1, а, начиная с середины 90-х годов доля самцов стала достигать 60-75%. До середины 90-х годов преобладание самцов в возрастных группах 4-6 сменялось к 13-14 годам численным превосходством самок. Однако после 2000 года численное преобладание самцов в популяции стало сохраняться на протяжении всей жизни, становясь по мере увеличения возраста все более значительным.

5. Уровень развития кормовой базы в водохранилище не оказывает лимитирующего влияния на рост леща, что подтверждается отсутствием различий в линейно-весовых показателях поколений леща разной урожайности. Характер линейно-весового роста леща за период с 1954 по 2006 гг. не претерпел значительных изменений.

6. В динамике средних размеров и массы одновозрастных особей нисходящие тренды в младших возрастных группах сменяются восходящими в старших возрастах (старше 7+), т.е. в настоящее время неполовозрелые особи растут не-

сколько медленнее, чем 50-е годы прошлого века, а старшевозрастные половозрелые – быстрее.

7. Возраст, в котором начинается замедление темпа линейного роста и ускорение темпа весового, сместился за период наблюдений с 7-8 на 4-5 лет, что связано с изменением сроков начала полового созревания.

8. Запас леща в Рыбинском водохранилище изменялся в зависимости от стадии формирования экосистемы водохранилища и величины промысловой нагрузки. Промысловые уловы леща до середины 80-х годов соответствовали изменениям уровня трофии водохранилища, а с конца 80-х годов, несмотря на неизменность трофического статуса водоема, начали резко снижаться. Также упала и величина улова леща на усилии экспериментального исследовательского трала, что косвенно свидетельствует о существенном снижении запаса.

9. Максимальный устойчивый вылов леща в Рыбинском водохранилище может быть достигнут при величине его промысловой биомассы 4335 т. Однако, начиная с 80-х годов прошлого века, популяция леща эксплуатировалась при величине промыслового запаса, существенно меньшей B_{MSY} , с интенсивностью, намного превышающей оптимальную ($\varphi_{0,1}=0.14$ 1/год). Устанавливаемая в последние годы величина ОДУ около 500 т является чрезмерно высокой и не соответствует современному состоянию запаса.

Список опубликованных по теме диссертации работ

1. Бабаян В.К. Современное состояние и перспективы ресурсных исследований на внутренних водоемах / Бабаян В.К., Сечин Ю.Т., Бражник С.Ю. // Рыбное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 30-33.
2. Бражник С.Ю., Быков А.Д. Лещ (*Abramis brama*), как ведущий объект рыболовства в пресноводных водоемах России // Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов: Материалы междунар. научно-практич. конф. – Волгоград, 2007. – С. 39-42.
3. Бражник С.Ю., Стрельников А.С. Условия размножения и особенности созревания леща (*Abramis brama*) Рыбинского водохранилища // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 73-74.
4. Бражник С. Ю. Динамика рыбного промысла на Рыбинском водохранилище / Бражник С. Ю., Стрельников А.С., Васюра Л.Е. // Актуальные проблемы экологии Ярославской области: Материалы четвертой науч.-практич. конф. – Ярославль: Изд-во ВВО РЭА, 2008. – С. 148 – 152.
5. Бражник С.Ю. Изменение показателей линейно-весового роста леща *Abramis brama* Рыбинского водохранилища в зависимости от условий существования популяции / Бражник С.Ю., Стрельников А.С., Пшеничный К.В. // Вопросы рыболовства. – 2008. – № 3. – С. 595-607.
6. Сечин Ю.Т. Состояние сырьевой базы и промысла на внутренних пресноводных водоемах России / Сечин Ю.Т., Львова Л.М., Шашуловская С.Ю. // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 3. – С. 39-42.
7. Сечин Ю.Т., Бражник С.Ю. Проблемы ресурсных исследований и управления запасами в пресноводных водоемах России // Сб. тр. ВНИРО. – 2008. С.70-73.

Подп. в печать 27.02.09 Объём 1¹⁵ п.л. Тираж 100 экз. Заказ 172.
ВНИРО. 107140, Москва, В.Красносельская, 17