

0716508-1

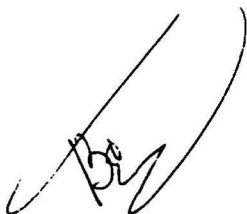
На правах рукописи

**КУЗНЕЦОВ Владимир Вячеславович**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕЩА  
КРУПНЫХ ЗАЛИВОВ КУЙБЫШЕВСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРИОД  
ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ ЕГО ЭКОСИСТЕМЫ**

**03.00.16 – экология**

**А в т о р е ф е р а т**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата биологических наук**



**КАЗАНЬ — 2000**

Работа выполнена на кафедре зоологии естественно-географического факультета Казанского государственного педагогического университета

Научные руководители: кандидат биологических наук,  
профессор А.А.Попов  
Официальные оппоненты: доктор биологических наук  
М.Л.Калайда  
кандидат биологических наук  
К.С.Гончаренко

Ведущая организация: Институт экологии природных систем АН Татарстана

Защита диссертации состоится "17" ~~апреля~~ 2000 г.  
в 13 часов на заседании Специализированного ученого совета К 053.29.24 в Казанском государственном университете по адресу: 420008, г.Казань, ул.Кремлевская, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского государственного университета.

Автореферат разослан 5 апреля 2000 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат химических наук



Г.А.Евтюгин

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА  
КФУ



0000947871

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Создание водохранилищ-один из старейших и масштабных способов влияния человечества на окружающую среду, который коренным образом меняет климат, условия существования наземных и водных животных, а также сферу жизни самого человека.

В 1955 - 1957 гг. в среднем течении реки Волги было создано крупнейшее в Европе водохранилище - Куйбышевское. Образование нового водоема изменило существование рыб и отразилось на их биологии. Объектом наших исследований стал лещ - основной промысловый вид рыб Куйбышевского водохранилища и многих других равнинных водоемов Европы. Он относится к тем видам рыб, которые смогли приспособиться к изменившимся условиям существования и увеличили свою численность.

По данным Тат. отд. ГосНИОРХ в восьмидесятые годы общий запас рыб, который может использоваться промыслом в Куйбышевском водохранилище, составил 34,7 тыс. т., а запас леща равнялся 14 тыс. т. (Гончаренко, Хузеева, 1986). По данным промысловой статистики за 1992 г. вылов его был равен 1407,1 т, что составило 69,0% от всего крупного частика. В 1995 г. доля леща среди крупного частика составила 85,0% (Гончаренко, 1996).

Изучение экологии леща с учетом всего вышесказанного имеет огромное значение. Необходимость оценки состояния его популяции в реконструированном водоеме диктуется еще и тем, что в настоящее время экосистема Куйбышевского водохранилища вошла в новую фазу своего существования - фазу «дестабилизации» (Кузнецов, 1991, 1997). Исследование особенностей, возникающих в экологии леща - основного промыслового вида рыб равнинных водохранилищ, позволяет выявить реакцию популяции рыб сходной экологии на изменение окружающей среды, дает возможность определить пути и способы приспособления их к изменившимся условиям существования, а также выработать рекомендации по рациональному использованию запасов.

Целью данного исследования: явилось выяснение эколого-морфологических изменений в популяции леща крупных заливов Куйбышевского водохранилища, районов в целом наиболее благоприятных для воспроизводства запасов рыб, но в современных условиях подверженных сильному антропогенному воздействию.

В соответствии с этим решались следующие задачи:

1. Провести краткое морфологическое сравнение леща разных участков Куйбышевского водохранилища и других водоемов в связи с экологическими условиями среды;

2. Проанализировать размерно-возрастную и половую структуры популяции леща в Мешинском и Свижском заливах Куйбышевского водохранилища с целью выявления особенностей формирования его запасов в разных районах обитания;
3. Дать оценку эффективности размножения леща и провести анализ показателей плодовитости его в разных заливах водохранилища в зависимости от абиотических и биотических факторов среды;
4. Изучить особенности роста леща в разных заливах водохранилища в связи со спецификой условий существования;
5. Дать рекомендации по рациональному использованию запасов леща.

#### Положения, выносимые на защиту:

1. Выявлена высокая степень морфологической изменчивости, особенно пластических признаков, у леща в Куйбышевском водохранилище и в других водоемах, что зависит от гидрологических и кормовых условий обитания.
2. Колебания размерно-возрастной структуры популяции леща наблюдаются в отдельных участках водохранилища и в разные годы наблюдений. Это определяется особенностями полового состава и численностью генерации леща. Возрастающие значения показателя флюктуации численности леща свидетельствуют, что на современном этапе существования Куйбышевского водохранилища происходит снижение устойчивости пополнения его запасов.
3. В условиях «дестабилизации» экосистемы Куйбышевского водохранилища снижаются воспроизводительные возможности леща. Эффективность его размножения зависит в первую очередь от режима уровня воды и структуры популяции, а плодовитость - от массы и размеров тела и кормовых условий обитания. В настоящее время величины показателей плодовитости приблизились к аналогичному показателю в условиях Средней Волги.
4. В крупных заливах водохранилища отмечены различия в росте леща. Установлена зависимость роста леща от обеспеченности кормом, от продолжительности вегетационного периода и от его численности в период «относительной стабилизации» экосистемы водохранилища в 70-е годы. В современный период «дестабилизации» экосистемы прослеживаются эти зависимости не так отчетливо и, кроме того, в последние годы наблюдается падение темпа роста леща.

Научная новизна работы. Впервые исследованы экологические характеристики состояния леща - основного промыслового вида крупнейшего в Европе Куйбышевского водохранилища в период «дестабилизации» его экосистемы.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА  
им. Н. И. Лебядевского  
Ижевского гос. университета

Установлены достоверные отличия по многим пластическим признакам у леща Камского плеса по сравнению с другими плесами и водоемами, что объясняется прежде всего различиями в гидрологических условиях его обитания.

Показано, что несмотря на еще удовлетворительное воспроизводство запасов леща наблюдается, судя по показателям флюктуации, снижение устойчивости пополнения его запасов, а также нарушение существовавших ранее тесных связей численности с некоторыми биотическими и биотическими факторами среды. Констатируется, что биологические качественные показатели леща (плодовитость и рост) в современных условиях ухудшились по сравнению с периодом относительной стабилизации экосистемы водохранилища.

**Практическое значение.** В результате проведенных исследований были получены данные по основным экологическим показателям леща, обитающего в Куйбышевском водохранилище, находящемся на этапе «дестабилизации» экосистемы. Предложен комплекс практических рекомендаций, которые могут быть использованы в работе Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РТ, рыбинспекции, Тат. отд. ГосНИОРХ, КГУ, КГПУ, АНТ, как теоретическая и практическая база, необходимая для охраны ихтиофауны и рационального использования рыбных ресурсов наших вод.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации изложены: на 4-й Поволжской конференции «Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов». Казань, 1990; на 7-м Съезде Гидробиологического общества РАН. Казань, 1996; на 3-ей республиканской научной конференции «Актуальные экологические проблемы РТ». Казань, 1997; на Первом конгрессе ихтиологов России. Астрахань, 1998; на научно - практической конференции, посвященной 80-летию образования ЕГФ КГПУ. Казань, 1998; на ежегодных итоговых конференциях молодых ученых. КГПУ. Казань, 1997, 1998, 1999 гг.

**Публикации.** Основное содержание работы отражено в 6 публикациях.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов и списка литературы, который включает 233 источника, в том числе 22 на иностранных языках. Общий объем работы составляет 188 страниц машинописного текста, включая 45 рисунков и 30 таблиц.

## **ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Изучение ихтиофауны внутренних водоемов России началось в конце шестидесятых годов восемнадцатого века. В начале текущего столетия появились первые ихтиологические стационарные пункты, позволившие более подробно изучить биологию и образ жизни рыб.

В главе дается анализ литературных источников, посвященных морфологии и экологии леща, обитавшего в Средней Волге и Куйбышевском водохранилище.

После образования Куйбышевского водохранилища много внимания учеными было уделено изучению кормовой базы нового водоема, экологии рыб, и в частности леща.

Важно отметить, что большая часть исследований относится к первым трем периодам существования Куйбышевского водохранилища, и крайне слабо освещены в литературе изменения, происходящие с популяцией леща, начиная с 80-х годов, когда экосистема вступила в период «дестабилизации».

## **ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В главе дана общая физико-географическая характеристика Куйбышевского водохранилища и рассмотрены более подробно условия существования рыб в двух крупных заливах его - Мешинском и Свияжском, расположенных в Волжско-Камском и Волжском плесах.

Волжско-Камский плес-один из крупнейших плесов водохранилища, образованный в местах слияния рек Волги и Камы. Из наиболее крупных единиц, расчленяющих береговую линию плеса, можно выделить на севере Атабаевский полуостров и залив в устье реки Меши (Ступишин, Трофимов, Широков, 1981), где и проводились наши исследования.

Вода Куйбышевского водохранилища в районе с. Лаишево оценивается экологами как «загрязненная», величина индекса загрязненности составила 3,0, а в Мешинском заливе - как «загрязненная» с индексом 2,53 (О состоянии окружающей природной среды РТ в 1994 году, 1995). Определение сапробности показало, что наиболее загрязненными являются грунты залива («очень грязные») (Карта экологической ситуации Куйбышевского водохранилища, 1995).

Кислородный режим в данном районе характеризуется как удовлетворительный для существования гидробионтов. Отмечено превышение ПДК по железу, цинку, меди.

Береговая линия окружена землями, используемыми в качестве пашни, в низовьях Мешинского залива находятся луга (Карта экологической ситуации Куйбышевского водохранилища, 1995).

Другим участком исследований являлся Свияжский залив. В 1994 г. воды реки Свияги оценивались как «загрязненные», и индекс загрязненности равнялся 3,44. В первом квартале 1994 г. было отмечено превышение ПДК по азоту аммонийному, сульфатам, железу, в июле и августе данного года по железу, меди, фенолу (О состоянии окружающей природной среды РТ в 1994 году, 1995). В 1996 г. отмечено превышение ПДК и по свинцу (Мингазова, Сайфуллин, Павлова и др., 1997).

Грунт в заливе оценивался как «грязный» (Карта экологической ситуации Куйбышевского водохранилища, 1995).

Рыбопродуктивность составляла в низовьях Свияжского залива в 1986 г. на левой пойме у островов - 6,7 кг/га, у правого берега около зоостанции - 7,1 кг/га. В то же время в Волжско-Камском междуречье она составляла на р. Каме 3,4 кг/га, в большой протоке - 5,3 кг/га, в средней протоке - 4,1 кг/га (Зиганшина, 1989).

Ихтиофауна Свияжского залива включает практически все виды рыб (50 видов), свойственные бассейну Средней Волги, в том числе и виды, входящие в Красную книгу РТ. В связи с происходящим здесь процессом интенсивного воспроизводства рыб, необходимостью снижения действия на него антропогенных факторов и улучшения общей экологической обстановки данного района были сделаны рекомендации учеными о придании данному участку статуса госзаказника (Кузнецов, 1995; Мингазова, Сайфуллин, Павлова и др., 1997).

### ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал, используемый в данной работе, собирался в несколько этапов. Первый этап проходил в 1987 - 1989 гг. и был посвящен исследованию молоди рыб Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в летне-осенний период. Для лова молоди применялась мальковая волокуша (длина 12 метров, ячея в мотне 2,5 мм). Пересчет количества молоди рыб велся на одно промысловое усилие с использованием методических рекомендаций А.М. Пахоруква (1980), Н.О. Ланге, Е.Н. Дмитриевой (1981), В.А. Кузнецова (1985). Молодь определялась по руководству А.Ф. Коблицкой (1981). Для определения видового разнообразия молоди рыб применялся индекс Шэннона (Жилпокас, Познанскене, 1985). Всего было обработано 79 проб молоди рыб. Исследовано 5195 экз. различных видов рыб, из них 1059 экз. молоди леща.

В 1995 г. в экспедиции на судне «Академик Берг», принадлежащем Тат. отд. ГосНИОРХ, был собран материал по морфологии леща Камского плеса Куйбышевского водохранилища. Морфологическая обработка была проведена на 30 экз. леща. Морфологические измерения проводились по таблицам и схемам, предложенным И.Ф. Правдиным (1966).

В 1996 - 1998 гг. материал собирался на стационарах, организованных кафедрой зоологии КГУ, КГПУ и Тат. отд. ГосНИОРХ в Свияжском и Мешинском заливах Куйбышевского водохранилища. Взрослые рыбы отлавливались ставными сетями с ячейей 36, 40, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 100 мм в прибрежье, около островов и в открытой части заливов. Улов рыбы подвергался стандартной обработке (Правдин, 1966).

За исследуемый период было обработано 1347 экз. леща, из них на размерный анализ было взято 475 экз. леща, на размерно-возрастной, половой анализ 805 экз. и на плодовитость 67 экз. леща.

Возраст леща определялся в соответствии с методическими рекомендациями Н.И. Чугуновой (1959), И.Ф. Правдина (1966), В.Л. Брюзгина (1969). Обратные расчисления проводились по методу прямой пропорциональной зависимости между размерами тела и соответствующим радиусом чешуи (Чугунов, 1926; Лукин, 1939; Чугунова, 1959; Правдин, 1966).

Для оценки и сравнительной характеристики относительных колебаний численности отдельных генераций нами использовался показатель флюктуации (Кузнецов, 1980).

Рост леща в зависимости от биологических показателей особей выражали в виде уравнений регрессии. Коэффициент упитанности рассчитывался по Фультону.

Определение пола и степени зрелости половых продуктов производилось по универсальным шкалам (Правдин, 1966; Лукин, Кузнецов, Смирнов, 1981).

Материал по плодовитости леща собирался весной 1996 г. в Свияжском заливе и весной 1998 г. в Мешинском заливе. В соответствии с методикой бралась икра на IV стадии зрелости половых продуктов у самок различного возраста и размера (Правдин, 1966; Алёхина, 1969; Иванков, 1985), измерялся диаметр и определялась масса икринок.

По уровенному и температурному режимам использовались данные Казанской гидрометеослужбы. Продолжительность вегетационного периода рассчитывалась по методу Г.Г. Винберга (1956).

Статистическая обработка материала проводилась по руководствам Н.А. Плохинского (1978), Г.И. Голикова, Е.П. Никитина, А.Т. Терехина (1981), Г.Ф. Лакина (1990). Обработка велась на компьютере Pentium с использованием программ Excel 7.0, Statistica for Windows 5.1.



#### ГЛАВА 4. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕЩА КАМСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Лещ является широко распространенным видом рыб внутренних водоемов Европы. Он обитает на территории европейской части Евразии, и в последнее время в результате акклиматизационных работ в водоемах Сибири. Лещу, как отмечают многие ученые, свойственна значительная морфологическая изменчивость, как межпопуляционная, так и внутривидовая (Шапошникова, 1948, 1964; Танасийчук В.С., Танасийчук Л.Н., 1979 и др.). Она может усиливаться в водоемах искусственного происхождения (Каневская, 1975).

Половой диморфизм леща выражен крайне слабо. Многие ученые отмечают полное его отсутствие (Соловьева, 1945; Устюгова, 1974 и др.).

По нашим данным, из 26 морфологических признаков, достоверные различия наблюдались только для уровня значимости 0,05 по постдорсальному расстоянию, значения которого были выше у самок. Таким образом, у леща Камского плеса хорошо выраженный половой диморфизм отсутствует. Это позволяет нам объединить морфологические показатели самцов и самок и рассматривать их совместно.

Сравнивая морфологические показатели леща, обитающего в Камском плесе и Свяжском заливе (Волжский плес) Куйбышевского водохранилища, обнаруживаем достоверные для уровня значимости 0,01 отличия по 13 признакам из 26 (по 8 пластическим признакам в % от длины тела; 2-м пластическим в % от длины головы и по 3 меристическим признакам). В основном различия наблюдаются в пропорциях головы и плавников, что можно объяснить различными гидрологическими режимами на исследуемых участках.

Результаты сравнения морфологических признаков леща различных водоемов представлены с помощью кластерного анализа на рис. 1.

Анализ дендрограммы показывает, что лещ Камского плеса Куйбышевского водохранилища по своим морфологическим признакам отличается от леща большинства рассмотренных водоемов. Ближе всего к нему стоит лещ, обитающий в Выборгском заливе Балтийского моря и Аграханском заливе Каспийского моря. Лещ, обитающий в Иркутском водохранилище, тоже по своим морфологическим признакам сходен с лещом Камского плеса Куйбышевского водохранилища. Наименьшим сходством обладает лещ, обитающий в Воткинском, Камском водохранилищах и в Свяжском заливе Куйбышевского водохранилища. В большинстве случаев основные морфологические отличия были по длине плавников, что, видимо, связано с различными гидрологическими условиями мест

обитания.

Достоверные отличия в значениях индексов по морфологическим признакам леща, обитающего в различных водоемах, позволяют предположить, что он в крупных водоемах может образовывать на отдельных участках локальные популяции.

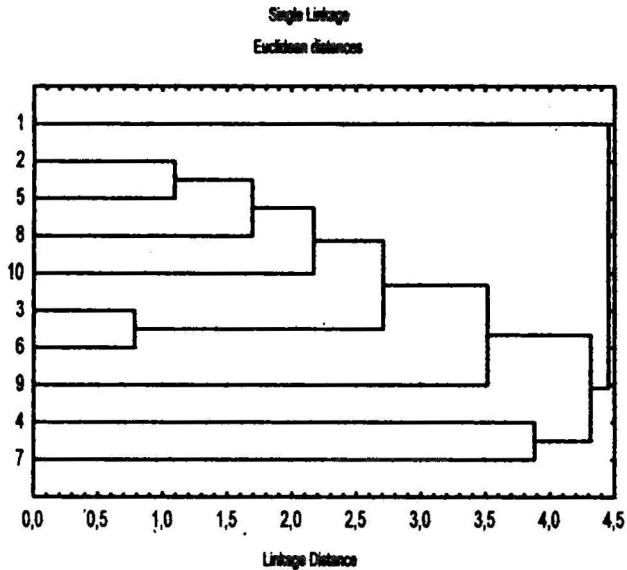


Рис.1. Дендрограмма сходства пластических признаков леща из разных водоемов СНГ. 1 - Камский плес Куйбышевского водохранилища (наши данные); 2 - Свяжский залив Куйбышевского водохранилища (Суворова, 1975); 3 - Очерский залив Воткинского водохранилища (Забелин, 1991); 4 - Выборгский залив Балтийского моря (Смирнов, Иванцов, 1978); 5 - Камское водохранилище (Зиновьев, 1971); 6 - Воткинское водохранилище (Забелин, 1991); 7 - Аграханский залив Каспийского моря (Устарбеков, 1977); 8 - Горьковское водохранилище (Лесникова, 1975); 9 - Иркутское водохранилище (Тугарина и др., 1967); 10 - Средняя Волга (Шапошникова, 1948).

Вместе с тем очень трудно выделить отдельные подвиды леща в разных водоемах, так как он имеет большую степень морфологической разнокачественности.

## ГЛАВА 5. РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ ЛЕЩА В СВЯЖСКОМ И МЕШИНСКОМ ЗАЛИВАХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В Свяжском заливе весной 1996 года наиболее многочисленными были рыбы с размерами тела от 27,5 до 42,5 см (94,1%). Длина тела самцов колебалась от 27,5 до 42,5 см (средний размер равнялся  $32,61 \pm 0,42$  см), самок от 17,5 до 52,5 см (средний размер  $36,97 \pm 0,52$  см). Разница средних размеров самцов и самок достоверна для  $P=0,001$ .

В весовом отношении преобладали особи леща массой тела от 600 до 1000 г (69,8%). У самок масса тела колебалась от 200 до 2200 г, а преобладали особи весом от 600 до 1400 г (80,5%), среднее значение равно  $1047,0 \pm 36,6$  г. У самцов масса тела колебалась от 400 до 1400 г, преобладали особи весом от 400 до 1000 г (95,2%), среднее значение -  $733,1 \pm 23,4$  г. Различие между массой тела самок и самцов достоверно для  $P=0,001$ .

Разница в средних размерах и массе тела леща между самцами и самками можно объяснить тем, что среди самок было больше особей старших поколений, в то время как среди самцов появились рыбы молодых поколений в связи с их более ранним половым созреванием и вступлением в состав стада производителей.

Весной 1997 г. в Мешинском заливе в сетных уловах преобладали особи с размерами тела от 27,5 до 32,5 см (79,0%). Самцы встречались в уловах размерами от 17,5 до 42,5 см с преобладанием рыб длиной тела от 27,5 до 32,5 см (83,4%) и с средним размером  $30,0 \pm 0,46$  см. Самки имели длину тела от 17,5 до 42,5 см с преобладанием рыб размерами от 27,5 до 37,5 см (84,7%) и средним размером  $31,74 \pm 0,46$  см. Разница в размерах между самцами и самками достоверна для  $P>0,01$ .

Средняя масса тела самцов равна  $547,7 \pm 17,5$  г, у самок -  $676,5 \pm 27,7$  г. Величина коэффициента вариации массы тела составила у самцов 40,4%, у самок - 44,3%. Разница в значениях средней массы тела разных полов леща достоверна для  $P>0,001$ .

Весной 1998 г. размерный состав леща в Мешинском заливе был представлен особями длиной тела 27,5 - 37,5 см (89,7%). Размах колебаний размеров тела составил у самцов 17,5 - 47,5 см, у самок 22,5 - 47,5 см. Средние размеры равнялись у самцов  $32,83 \pm 0,34$  см, у самок -  $34,20 \pm 0,31$  см (разница достоверна для  $P>0,001$ ). Средние показатели массы тела леща равнялись у самцов  $671,1 \pm 22,0$  г, у самок  $768,1 \pm 28,6$  г (отличия достоверны для  $P>0,01$ ).

Сравнение средних значений массы тела леща в 1997 и 1998 гг. в Мешинском заливе показало, что произошло их увеличение в 1998 г., что статистически достоверно. Изменение размеров и массы особей леща в

Мешинском заливе за исследуемый период свидетельствует о том, что его вылов базируется на нескольких идущих последовательно друг за другом поколениях.

Сравнение размерного состава леща в двух заливах Куйбышевского водохранилища показало, что в Свяжском заливе наблюдается некоторое преобладание более крупных особей, вследствие чего средние размеры леща здесь больше, чем у рыб в Мешинском заливе (разница статистически достоверна для  $P=0,001$ ).

В уловах леща в Свяжском заливе Куйбышевского водохранилища весной 1996 г. встречались особи в возрасте от 5 до 25 лет. У самок основную массу составляли рыбы в возрасте от 5 до 21 года (99,2%), максимальный возраст имела самка в 25 лет; у самцов - от 5 до 19 лет. В исследуемый период в Свяжском заливе наблюдалась смена поколений производителей леща, и в нерестовую часть популяции вступили мощные поколения середины 80-х годов. В то же время доля поколений более старших возрастов постепенно снижается в результате промыслового вылова.

Весной 1997 г. в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища встречались особи леща в возрасте от 4 до 20 лет. Среди самок и самцов в основном были рыбы в возрасте от 4 до 16 лет. Максимальный возраст имела самка в 20 лет.

В возрастном составе у самцов была большая доля молодых рыб поколений 1988 и 1989 гг. (22,4%), а у самок доля этих поколений составила всего 8,5%. Среди рыб более старших поколений 1985 - 1987 гг. рождения, доля самок составляла 69,2%, а самцов - 58,4%. Преобладание среди молодых производителей самцов объясняется более ранним половым созреванием их по сравнению с самками. Кроме того самцы раньше подходят к нерестилищам, дольше на них держатся и быстрее изымаются промыслом.

Весной 1998 г. возраст леща в Мешинском заливе колебался от 4 до 18 лет. Наиболее массовыми были поколения леща 1987 (26,5%), 1986 (22,3%), 1988 (20,1%), 1985 (6,5%), 1983 (5,2%) и 1989 (4,9%) годов.

Сравнивая возрастные соотношения между самцами и самками массовых поколений леща можно отметить, что резкое преобладание самцов над самками, отмеченное для молодых особей в 1997 г. и в 1998 г., не сохранилось. В 1998 г. самцы поколений 1988 и 1989 гг. рождения составили 26,5%, самки - 23,1%, а среди более старших особей леща поколений 1987, 1986, 1985 гг. самцы составили - 54,9%, самки - 56,0%.

В 1996 - 1998 гг. в заливах происходила смена доминирующих поколений производителей леща. В настоящее время в Свяжском и Мешинском заливах доминируют представители генераций середины 80-х годов, достигшие возраста 10, 11, 12 лет, а также особи 13 и 15 лет. Производители поколений 70-х годов исчезают из уловов, а в промысел начинают вступать молодые рыбы 90-х годов рождения.

Возросшие величины показателя флуктуации численности леща свидетельствуют о снижении устойчивости пополнения его стада, что находится в связи с общими негативными процессами, идущими в экосистеме водохранилища, и ведением в нем нерационального промысла.

## ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ ЛЕЩА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Нерест леща.** В 1996 г. в Свяжском заливе Куйбышевского водохранилища икрOMETание леща проходило при очень низком уровне воды, что создало определенные трудности для нахождения им нерестового субстрата.

В Мешинском заливе весной 1997 г. сложились условия в целом благоприятные для размножения леща, а весной 1998 г., хотя и наблюдались колебания уровня воды, нерест прошел удовлетворительно.

**Эффективность размножения леща.** В 1987 - 1989 гг. были проведены количественные учеты молоди рыб в нижней части Свяжского залива. Высокая эффективность размножения леща отмечена в 1987 году. Численность сеголеток его в июле этого года составила 285,0 экз. на единицу усилия, а в сентябре - 328,8 экз. Уровень воды весной 1987 г. характеризовался высокими абсолютными отметками (в среднем 53,8 м) и благоприятным температурным режимом для нереста леща. В 1989 г. условия размножения для леща были менее благоприятными. В этот год средняя абсолютная отметка уровня воды равнялась всего 50,4 м. Численность сеголеток в 1989 г. составила в июле 36,5, а в сентябре - 4,0 экз. на единицу усилия.

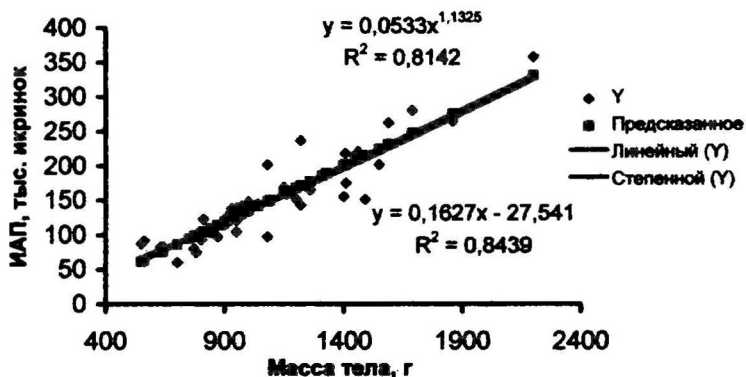
Существует зависимость эффективности размножения леща от уровня и температурного режимов. В то же время за последние годы отмечается снижение роли ведущего фактора (режима уровня воды) для воспроизводства запасов леща. В.А. Кузнецов и В.В. Кузнецов (1997) показали, что между численностью личинок и уровнем воды наблюдается снижение коэффициента корреляции (1963 - 1978 гг.  $r=+0,64$ ;  $P=0,01$ ; 1973 - 1994 гг.  $r=+0,36$ ;  $P=0,25$ ).

Однако, как показывает анализ возрастной структуры стада леща и количественный учет его молоди, численность будущих приплодов продолжает определяться режимом уровня воды.

**Плодовитость леща в Куйбышевском водохранилище.** Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) наиболее четко зависит от изменений массы и длины тела самок леща и подобные связи выражаются степенными и экспоненциальными уравнениями, как в Свяжском заливе

(рис. 2), так и в Мешинском заливе (от массы тела  $r \pm m = +0,94 \pm 0,04$ ;  $y = 0,0115x^{1,333}$ ).

Подобная зависимость подтверждается и целым рядом других авторов (Тряпицына, 1970; Брылинска, Брылински, 1974; Устарбеков, 1978; Gaidusek, Liboswarsky, 1979 и др.). Зависимость ИАП леща от возраста



**Рис.2.** Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) леща от массы его тела в Свяжском заливе Куйбышевского водохранилища (весна 1996 г.)

имеет более низкие корреляционные связи (в Свяжском заливе -  $r \pm m = +0,63 \pm 0,09$ , а в Мешинском -  $+0,53 \pm 0,16$ ).

Сравнение ИАП леща в Свяжском и Мешинском заливах показало, что её значения выше в Свяжском заливе, где наблюдается лучший рост леща и его кормовая обеспеченность. Проведенный разбор коэффициентов линейных уравнений, полученных в результате регрессионного анализа между индивидуально абсолютной плодовитостью и массой тела леща, позволил выявить различия в «стартовой плодовитости» (коэффициент «а») и в скорости нарастания плодовитости (коэффициент «б») в зависимости от экологических условий и биологических характеристик леща.

Проанализированные нами зависимости индивидуальной относительной плодовитости (ИОП) леща от длины, массы тела и возраста самок свидетельствуют, что в Свяжском и Мешинском заливах имеет место лишь тенденция увеличения ИОП от массы и размера тела, а от возраста самок она фактически не зависит. Коэффициент корреляции ИОП леща с длиной и массой тела колебался в пределах  $+0,22 - 0,49$ , а от возраста -  $+0,05 - 0,09$ .

Сравнение средних значений индивидуальной абсолютной плодовитости (СИАП) и средних значений относительной индивидуальной плодовитости (СИОП) позволило установить зависимость этих показателей от продолжительности вегетационного периода, предшествовавшего сезону нагула. Так, коэффициенты корреляции СИАП и СИОП с продолжительностью предшествовавшего нагула соответственно равнялись  $+0,61 \pm 0,20$  и  $+0,79 \pm 0,13$ . Значения СИАП и СИОП оказались выше у леща из Свяжского залива.

Некоторые показатели популяционной плодовитости для леща Свяжского и Мешинского заливов приведены в табл. 1. Они показывают, что воспроизводительные возможности леща выше в Свяжском заливе.

Таблица 1

Значения средней абсолютной популяционной плодовитости (САПП) и средней относительной популяционной плодовитости (СОПП) у леща Свяжского и Мешинского заливов Куйбышевского водохранилища

Район исследований	САПП (по Никольскому, 1965)	СОПП (по Кузнецову, 1988)
Свяжский залив (1996 г.)	147,9	139,5
Мешинский залив (1998 г.)	118,6	123,4

Изучение изменчивости размеров и массы икринок леща позволяет отметить, что имеет место тенденция увеличения диаметра и массы икринок с возрастом, длиной и массой его тела. В Свяжском заливе (табл.2)

Таблица 2

Уравнения регрессии и коэффициенты корреляции связи качественных показателей икры с возрастом, длиной и массой тела леща

Показатели	Свяжский залив		Мешинский залив	
	Уравнение регрессии	r	Уравнение регрессии	r
Возраст и диаметр икринок	$y = 0,0074x + 1,1984$	+0,64	$y = 0,0047x + 1,3359$	+0,17
Возраст и масса икринок	$y = 0,0164x + 0,7905$	+0,62	$y = 0,015x + 0,9337$	+0,31
Длина тела и диаметр икринок	$y = 0,0052x + 1,1173$	+0,95	$y = 0,0085x + 1,0699$	+0,66
Длина тела и масса икринок	$y = 0,0321x - 0,0912$	+0,89	$y = 0,0173x + 0,4498$	+0,58
Масса тела и диаметр икринок	$y = 0,0001x + 1,2364$	+0,83	$y = 0,0001x + 1,2581$	+0,78
Масса тела и масса икринок	$y = 0,0001x + 0,8779$	+0,52	$y = 0,0003x + 0,8021$	+0,77

связь размера и массы икринок с биологическими показателями самок более отчетлива, чем это имеет место у леща в Мешинском заливе.

У леща в ястыках в большинстве случаев выявлено две группы икринок. Средние размеры и масса икринок 1-й группы равнялись у самок леща в Свяжском заливе  $1,33 \pm 0,001$  мм (масса  $1,01 \pm 0,02$  мг) и 2-й группы -  $0,80 \pm 0,01$  мм (масса  $0,23 \pm 0,02$  мг); в Мешинском заливе соответственно -  $1,31 \pm 0,02$  мм (масса  $1,07 \pm 0,03$  мг) и  $0,83 \pm 0,02$  мм (масса  $0,25 \pm 0,03$  мг). Среднее значение показателя порционности (Лукин, 1948) равно в Свяжском заливе  $1,59 \pm 0,39$ , а в Мешинском заливе -  $1,40 \pm 0,32$ . Обнаружена связь этого показателя с продолжительностью вегетационного периода, предшествовавшего года нагула, хотя и очень низкая: 1960 - 1969 гг.  $r \pm m_r = +0,29 \pm 0,52$ ; 1960 - 1984 гг.  $r \pm m_r = +0,25 \pm 0,51$ ; 1983 - 1998 гг.  $r \pm m_r = -0,26 \pm 0,34$ . Это говорит о том, что при более благоприятном нагуле возрастает асинхронность в развитии яйцеклеток и намечается тенденция перехода к порционному икротетанию, что было характерно для периода относительной стабилизации Куйбышевского водохранилища.

Как отмечалось ранее, в Куйбышевском водохранилище после первых лет его существования и до настоящего времени, ощущалась нехватка доступного кормового бентоса для рыб, в связи с чем ухудшился рост леща, увеличилось время полового созревания, снизилась абсолютная плодовитость. В настоящее время значения ИАП и ИОП приблизились к показателям её в Средней Волге, что говорит о пластичности вида и его возможности адаптироваться к условиям существования.

Рассматривая ИАП леща в водоемах, принадлежащих к волжскому каскаду водохранилищ, можно отметить, что имеется тенденция увеличения ИАП с севера на юг. Высокие показатели ИАП характерны для водоемов, лежащих западнее средневолжских водохранилищ, а именно - р. Припять (Ризевский, 1985) и оз. Вдзидзе (Brylinska, 1963 г.). Наибольшие значения ИАП из всех рассмотренных водоемов отмечены для леща Кайракумского водохранилища (Соколова, 1990), где лещ является порционнонерестующим видом.

## ГЛАВА 7. РОСТ ЛЕЩА В УСЛОВИЯХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

На рост леща оказывает большое влияние обеспеченность его пищей на всех этапах жизни. Кроме питания, рост рыб в значительной степени зависит от температурных условий среды обитания, продолжительности вегетационного периода и численности особей (Лукин, 1939; Цыплаков, 1964; Кузнецов, 1965; Никольский, 1965; Купчинский, 1987).



Анализ роста молоди леща показал, что имеется корреляционная зависимость между ростом молоди и продолжительностью вегетационного периода (табл.3), хотя по сравнению с 70-ми годами произошло снижение значения коэффициента корреляции, и связь стала недостоверной даже для уровня значимости 0,05. Высокая достоверная зависимость сохраняется только между длиной сеголетков и их массой. Это явление объясняется тем, что с середины 80-х годов экосистема водоема вступила в фазу «дестабилизации» в результате усиления антропогенной нагрузки.

В 1985-1989 гг. снизилась величина связи между размерами и массой тела сеголетков леща, с одной стороны, и количеством корма, с другой стороны. Между массой тела сеголетков и биомассой зоопланктона коэффициент корреляции составил всего +0,02 при  $P=0,94$ .

В Свяжском заливе лещ растет лучше, чем в Мешинском заливе. Это можно объяснить прежде всего более высокой биомассой доступного кормового бентоса в Свяжском заливе, а также спецификой гидрологических условий весны 1996 г., когда низкий уровень воды вызвал концентрацию местного леща и препятствовал заходу производителей из Волжского плеса. Кроме того, в Свяжском заливе отмечены зимние заморы, которые приводят к снижению его численности.

В последние годы рост леща в Свяжском заливе несколько ухудшился по сравнению с 60-80-ми годами, что свидетельствует о продолжающемся отрицательном антропогенном воздействии на

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между продолжительностью вегетационного периода, численностью, длиной и массой тела сеголетков леща в Свяжском заливе в Куйбышевском водохранилище

1985 - 1989 гг.

Показатели	Вегетационный период, дни	Длина тела, мм	Масса тела, г	Численность, экз.
Вегетационный период, дни	-	0,62 $P=0,27$	0,61 $P=0,27$	-0,30 $P=0,62$
Длина тела, мм	0,62 $P=0,27$	-	0,94 $P=0,02$	0,37 $P=0,53$
Масса тела, г	0,61 $P=0,27$	0,94 $P=0,02$	-	0,46 $P=0,43$
Численность, экз.	-0,30 $P=0,62$	0,37 $P=0,53$	0,46 $P=0,43$	-

экосистему водоема. Сравнение роста леща в Средней Волге, в Свяжском и Мешинском заливах Куйбышевского водохранилища показывает, что до 4-х лет лещ рос хуже в Средней Волге, что было связано с количеством зоопланктона. После 4-х лет рост леща в

Средней Волге значительно опережает рост его в заливах водохранилища в 1996-1998 гг.

Наши данные подтверждают отсутствие полового диморфизма в росте самцов и самок леща.

Сравнение роста леща в разных водоемах европейской части России показывает, что имеется тенденция снижения темпа его роста по мере продвижения с юга на север.

Используя уравнение Броди - Шмальгаузена (Чугунова, 1959), можно разбить жизненный цикл рыб на ряд этапов. В Средней Волге, по данным А.В. Лукина (1939), первый этап роста леща (до полового созревания) продолжался до 4-5 лет с показателем удельной скорости роста 0,30 - 1,57. Второй этап роста длился от 5 до 9 лет со значениями удельной скорости роста 0,10 - 0,27 и третий этап (старость) с 9 лет (удельная скорость роста 0,02 - 0,06).

В настоящее время в Свяжском заливе (1996 г.) у поколений леща 1985 - 1987 гг. рождения первый этап роста продолжался до 4 - 5 лет со значениями удельной скорости роста 0,20 - 1,47, второй этап - 5 - 7 лет (удельная скорость роста 0,10 - 0,19) и третий этап начинается с 8 лет с показателями удельной скорости роста 0,01 - 0,09. В Мешинском заливе (1997 г.) первый этап роста продолжался до 5 - 6 лет с удельной скоростью роста 0,20 - 1,39, второй этап - с 5 до 7 лет (удельная скорость роста 0,10 - 0,19), третий этап - с возраста 8 лет с удельной скоростью роста 0,04 - 0,10. Первый этап роста более растянут у леща Мешинского залива, что объясняется более медленным ростом его на данном участке в этот период существования водохранилища. По сравнению со Средней Волгой сократилась продолжительность второго этапа роста (периода наступления половой зрелости). Снижение роста леща в настоящее время начинается в более раннем возрасте по сравнению со Средней Волгой, и это приводит к снижению размеров одновозрастных рыб.

Зависимость между массой и длиной тела рыбы в Свяжском и Мешинском заливах имеет сходный характер, но нужно отметить, что по нашим данным масса тела леща одинаковых размеров выше в Свяжском заливе.

Значения коэффициента упитанности леща по Фультону имеют тенденцию к снижению в течение двух первых периодов существования водохранилища: «взрыва биоты» и «депрессии экосистемы». За 1957 - 1960 гг. снижение коэффициента упитанности проходило на фоне ухудшения откорма и замедления роста рыб старше 3-х лет. В этих условиях основная пища леща шла на покрытие расходов, связанных с энергетическим обменом, а не на его рост. В результате коэффициент упитанности понизился с 1957 по 1960 гг. с 2,46 до 2,10. Снижение коэффициента упитанности продолжалось до 90-х годов. Начиная с 90-х годов коэффициент упитанности

в Свяжском заливе Куйбышевского водохранилища стал повышаться (с 1993 по 1996 г. с 1,72 до 1,93), хотя и не достиг значений, характерных для Средней Волги.

Несмотря на то, что с середины 80-х годов экосистема водохранилища вступила в фазу «дестабилизации», а обеспеченность кормом оказалась все же выше, чем в период «депрессии экосистемы», между коэффициентом упитанности и продолжительностью вегетационного периода предшествующего года появляется достоверная корреляционная связь ( $r = +0,68$ ). В этих условиях значение температурного фактора для роста леща и соответственно коэффициента упитанности возросло.

Сравнение показателя коэффициента упитанности леща между двумя заливами показало, что у самок существует достоверная разница (между весной 1996 и 1998 г.,  $t=5,0$ ). Достоверные отличия имеются также между самками леща в Мешинском заливе, отловленными весной 1997 и 1998 г. ( $t=3,57$ ). У самцов леща отмечены достоверные отличия в значениях коэффициента упитанности при сравнении особей, отловленных весной в Свяжском (1996 г.) и Мешинском заливах (1997-1998 г.). Значения критерия Стьюдента равнялись соответственно 2,85 и 5,36. Достоверные отличия отмечены и между самцами леща в Мешинском заливе при сравнении особей, отловленных весной 1997 г. и 1998 г. ( $t=2,5$ ).

Средние значения коэффициента упитанности леща имеют достоверные для уровня значимости 0,001 отличия между лещом Свяжского и Мешинского заливов (критерий Стьюдента равен 4,29 (1996 и 1998 г.), что свидетельствует об особенностях роста и возрастной структуры популяций леща в различных местах обитания.

## ВЫВОДЫ

1. Сравнение морфологических признаков леща из разных водоемов показало, что у него наблюдается высокая степень морфологической разнокачественности. Это говорит о наличии у леща многочисленных локальных группировок, что создает известные трудности при выделении его подвидов.

У леща Камского плеса отсутствует хорошо выраженный половой диморфизм.

По многим пластическим признакам у леща Камского плеса по сравнению с другими плесами Куйбышевского водохранилища и другими водоемами обнаружены достоверные отличия, что объясняется прежде всего различиями в гидрологических условиях данных мест обитания.

2. В весенний период 1996 - 1998 г. в Свяжском и Мешинском заливах Куйбышевского водохранилища в уловах по размерам и массе тела преобладали самки, что связано с их поздним половым созреванием и со-

ответственно присутствием в уловах особей старших возрастов. В связи с этим отмечено увеличение размеров леща в модальных классах по сравнению с 1992-1994 гг.

В уловах леща в Свяжском и Мешинском заливах в 1996-1998 гг. наблюдался процесс смены поколений производителей. В промысел вступили молодые рыбы 90-х годов рождения, вместе с тем, основу уловов составили рыбы в возрасте 10-12 лет, т.е. генерации середины 80-х годов. Рыбы старших возрастов 13 и 15 лет, т.е. производители 70-х годов, уже исчезают из промысла.

Анализ колебания относительной численности отдельных поколений леща, судя по показателю флюктуации, который по сравнению с 70-ми годами возрос, свидетельствует о снижении устойчивости пополнения его запасов, что связано с общими негативными процессами, идущими в экосистеме водохранилища, и нерациональным ведением промысла.

При оценке связи между численностью поколений леща и режимом уровня воды, её температурой, а также биомассой зоопланктона было установлено наличие достоверной зависимости только между численностью генерации и режимом уровня воды.

3. Наиболее высокая корреляционная зависимость у леща наблюдается между индивидуальной абсолютной плодовитостью (ИАП) и массой тела. Тесную связь также имеют ИАП и длина тела, зависимость между ИАП и возрастом имеет наиболее низкие значения. Сравнение ИАП леща в Свяжском и Мешинском заливах показало, что значение ИАП выше в Свяжском заливе для размерной группы 30-32 см. Это различие достоверно для уровня значимости 0,05, а в остальных размерных группах достоверных отличий не наблюдалось. Вычисление показателей линейных уравнений, отражающих зависимость между ИАП и биологическими показателями, имеющими тесную связь с плодовитостью, позволяет наглядно выявить различия в «стартовой плодовитости» и скорости её нарастания в зависимости от экологических условий и возрастной структуры популяции.

Величина индивидуальной относительной плодовитости (ИОП) имеет тенденцию повышения значений с увеличением размеров и массы тела леща. В то же время ИОП фактически не зависит от возраста.

Значения показателей СИАП и СИОП зависят от продолжительности вегетационного периода, предшествовавшего нересту.

Средние значения показателя абсолютной популяционной плодовитости выше в Свяжском заливе по сравнению с Мешинским заливом, что связано с лучшими кормовыми условиями.

У леща исследуемых заливов Куйбышевского водохранилища отмечена икра, различающаяся по размерам и состоящая из двух групп, хотя лещ Среднего Поволжья относится к единовременно нерестующим видам.

Расчёт же показателя порционности икротетания позволил установить наличие зависимости его от продолжительности вегетационного периода.

4. В росте самцов и самок леща нет достоверных отличий, т.е. половой диморфизм по данному признаку не обнаружен.

Размеры и масса тела леща одновозрастных особей в Свяжском заливе выше, чем в Мешинском, что связано с особенностями экологической обстановки в этих районах и обеспеченностью кормом. В Свяжском заливе отмечено ухудшение роста леща по сравнению с 60-80 гг. Кроме того, рост леща после 4-х лет, когда он полностью переходит на питание бентосом, в Средней Волге был выше, чем в настоящее время в Свяжском и Мешинском заливах Куйбышевского водохранилища. Таким образом, общее ухудшение экологической обстановки в водоеме вызывает снижение показателей роста основного промыслового вида рыб в водохранилище.

Сравнение роста леща в водохранилищах волжского каскада показывает, что наблюдается тенденция его увеличения с севера на юг.

В 1987-1989 гг. у молоди леща установлена высокая достоверная зависимость между длиной тела сеголеток и их массой. В то же время по сравнению с 60-70 гг. не наблюдается достоверной связи между численностью сеголеток и массой их тела. Снизились значения коэффициента корреляции между длиной, массой тела молоди леща и длительностью вегетационного периода. Изменения в росте молоди связаны с тем, что экосистема водоема с середины 80-х годов вступила в фазу дестабилизации в результате усиления антропогенной нагрузки.

У леща в процессе формирования Куйбышевского водохранилища наблюдалось постепенное снижение значений коэффициента упитанности по Фультону. В 1994 -1996 гг. его величины несколько возросли, но не достигли тех значений, которые были характерны для леща Средней Волги.

5. Исходя из всего вышесказанного, вытекают следующие практические рекомендации:

- для повышения результатов естественного воспроизводства рыб важное место должно занимать регулирование уровня воды в водохранилище (в весенний период абсолютные отметки воды не должны быть менее 53 м НПП, затем важно проводить летнюю сработку уровня для зарастания мелководий и ограничивать сильный зимний сброс воды), а также проведение комплексных мелиоративных работ (улучшение качества прибрежных нерестилищ, создание искусственных гряд для защиты прибрежий от действия ветра и волнобоя, строительство искусственных регулируемых нерестилищ типа «Прибой», как это было спроектировано в Свяжском заливе и др.);
- особое внимание следует уделять регулированию промысла (запрет промысла в весенний период, особенно в крупных заливах; наведение

- порядок в лицензионном лове; возобновление статистики вылова и др.);
- совершенствование охранных мероприятий ( борьба со всеми видами браконьерства, наведение порядка в любительском лове; создание в местах массовых икрометаний рыб ихтиологических заповедников. Свияжский комплексный госзаказник - первый опыт в этом плане, в дальнейшем требуется организация его и в Мешинском заливе);
- восстановление стационарных мониторинговых научных исследований в крупных заливах водохранилища, являющихся основными районами размножения рыб, что необходимо для получения сведений о состоянии запасов рыб и разработки способов их рационального использования.

### СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Вашурин Е.В., Кузнецов В.В., Павлов Э.М. Особенности размножения рыб в Свияжском заливе Куйбышевского водохранилища // Тр. 4-й Поволжской конференции «Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов». - Казань. - 1991. Т.2. -С. 7-10.
2. Кузнецов В.В. Анализ размерного и возрастного состава популяции леща Куйбышевского водохранилища в 1992 - 1994 гг. // VII Съезд гидробиологического общества РАН: Матер. съезда. - Казань, 1996. - Т.2. - С. 202 - 203.
3. Кузнецов В.А., Кузнецов В.В. Численность молоди леща в Свияжском заливе Куйбышевского водохранилища // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. - М.: Изд. ВНИРО, 1997. - С. 119 - 120.
4. Кузнецов В.В. Размерный и возрастной состав стада леща Мешинского залива весной 1997 года // Актуальные экологические проблемы республики Татарстан: 3-я республиканская научн. конфер.: Тез. докл. - Казань, 1997. - С. 101-102.
5. Кузнецов В.В. Возрастная структура производителей леща весной 1996 г. в Свияжском заливе Куйбышевского водохранилища // Проблемы экологии Ульяновской области: Матер. научно-практ. конфер. - Ульяновск, 1997. - С. 87 - 88.
6. Кузнецов В.В. Рост леща в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища // Матер. научн.- практич. конфер. «История, опыт работы и перспективы развития ЕГФ». - Казань, 1998. - Ч. 2. - С. 64 - 65.
7. Кузнецов В.В. Плодовитость леща крупных заливов Куйбышевского водохранилища в период дестабилизации его экосистемы// Тез. научно-технич. конф. по проблемам промышленных регионов «Урал. Экология. Техноген» - Екатеринбург, 2000 (в печати).

**Сдано в набор 22.03.00 г. Подписано в печать 23.03.00 г.  
Форм. бум. 60 x 84 1/16. Печ. л. 1. Тираж 100. Заказ 62.**

**Лаборатория оперативной полиграфии КГУ  
420045, Казань, Кр.Позиция, 2а**

2.00