

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ОЗЕРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА

ИМ. Л.С. БЕРГА»
(ФГБНУ «ГосНИОРХ»)
Саратовское отделение

Белянин Илья Александрович

**ДЕМЭКОЛОГИЯ РЫБЦА *VIMBA VIMBA VIMBA*
(*CYPRINIDAE*) – ВСЕЛЕНЦА В
ВОЛГОГРАДСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

03.02.08 - экология

диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
В.А. Шашуловский

Саратов – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Краткая история исследования рыбца в пределах его основного ареала.....	8
1.2. Характеристика Волгоградского водохранилища – водоема- реципиента рыбца	14
1.2.1. Общая характеристика водохранилища.....	14
1.2.2. Гидрологический и температурный режимы.....	23
1.2.3. Гидрохимический режим.....	29
1.2.4. Кормовая база.....	37
1.2.5. Ихтиофауна.....	44
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	55
ГЛАВА 3. ДЕМЭКОЛОГИЯ РЫБЦА В ВОЛГОГРАДСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	65
3.1. Морфологические признаки.....	66
3.2. Возрастной и размерный состав популяции.....	71
3.3. Питание.....	73
3.4. Особенности роста.....	78
3.5. Размножение.....	86
3.6. Экологическое положение рыбца в водохранилище и перспективы расширения его ареала в бассейне реки Волги.....	94
ГЛАВА 4. РЫБЕЦ – НОВЫЙ ОБЪЕКТ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ БИОРЕСУРСОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	101
4.1. Состав промысловой части популяции, запас и возможный вылов	101
4.2. Оценка воздействия основных лимитирующих факторов на рост численности популяции рыбца.....	105
4.3. Регулирование промысла.....	119
ВЫВОДЫ.....	127
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	169

ВВЕДЕНИЕ

Расселение организмов по планете - очень широко распространённое в природе явление, которое, вероятно, существует практически с момента их возникновения на планете. В те или иные периоды существования животного и растительного мира расселение шло с различной интенсивностью. В течение XX столетия интенсивность такого расселения значительно увеличилась, что связано не столько с природными процессами, сколько с активной природообразующей деятельностью человека.

Первый документально зафиксированный опыт по искусственному переселению рыб в России был проведён со стерлядью (*Acipenser ruthenus*), вселённой в 1763 г. в р. Неву. В 1857 г. было создано Русское общество по акклиматизации. Однако до 20-х гг. XX в. интенсивность акклиматизационных работ была низкой: с 1820 по 1850 гг. зарегистрировано лишь 5 пересадок рыб, с 1990 по 1920 гг. - 200 (Карпевич, 1975).

Число интродукций резко возросло в 1920-1940 гг. За этот период осуществили более 1500 пересадок 40 видов и форм. Однако «коэффициент их полезного действия» был очень низок из-за слабых теоретических знаний закономерностей процесса акклиматизации и ряда других причин (Карпевич, 1975).

На протяжении ряда десятилетий двадцатого века (50-90-е гг.) они осуществлялись в особенно широких масштабах. В это время акклиматизационные работы имели характер четких заданий, входивших составной частью в государственные планы развития рыбохозяйственной отрасли. В 1986-1990 гг. в водоемах бывшего СССР осуществлялось ежегодно около 250-300 вселений 30 видов рыб (Александров и др., 1995), значительная часть которых приходилась на территорию России. Именно в этот период было произведен выпуск рыбца в Волгоградское водохранилище.

В последние годы в водоемах России выполняется в год около 100 перевозок примерно 16 видов рыб (Строганова, Ванюшина, 2000; Кудерский, 2015).

Процесс акклиматизации вида всегда сопровождается определёнными взаимодействиями с элементами местных биоценозов. В связи с этим Л.А. Зенкевичем (1940) были выделены два типа акклиматизации - акклиматизация внедрения и акклиматизация замещения. Первая форма акклиматизации происходит при существовании в водоёме свободной экологической ниши, занимаемой акклиматизантом, в результате чего он практически не конкурирует с местными видами. При акклиматизации замещения вселенцы вторгаются в экологические ниши местных видов и вступают с аборигенными формами в конкурентные отношения за те или иные факторы среды.

Представления Л.А. Зенкевича (1940) о типах акклиматизации были дополнены А.Ф. Карпевич (1975), выделившей также акклиматизацию отторжения, акклиматизацию пополнения и акклиматизацию конструирования. В первом случае акклиматизант вступает в конкурентные отношения с местными видами, но уступает им в этой борьбе, либо гибнет, или оказывается очень малочисленным. При акклиматизации пополнения вселенцы пополняют состав обеднённого населения водоёмов. При акклиматизации конструирования переселенцев подбирают для построения пищевых цепей, сообществ или фаун водоёмов с учетом возможно большего числа факторов внешней среды и их соответствия требованиям вселенца (Козлов, 1998).

Изменение одного или нескольких факторов внешней среды приводит к очень серьезным изменениям в требованиях животных к другим элементам условий существования. В определенном комплексе условий среды отношение животных к отдельным его элементам специфично. Эта специфичность почти не может быть предвидена априорно и далеко не всегда определяется в лабораторных условиях. Поэтому массовому выпуску

животных должен предшествовать экспериментальный выпуск, рассматривающийся как часть общего акклиматизационного мероприятия, но проводящийся как научный эксперимент (Шварц, 1963).

Вселение рыбца *Vimba vimba vimba* (далее сырть) в Волгоградское водохранилище, представляющего 1/450 часть огромного по водной площади Волжского бассейна. В данном случае вселение рыбца в Волгоградское водохранилище следует рассматривать как экспериментальный выпуск (научный эксперимент), как часть общего акклиматизационного мероприятия – вселения рыбца в Волжско-Каспийский бассейн. Вселение рыбца в Волгоградское водохранилище позволяет проверить его приживаемость, взаимоотношения с аборигенными видами рыб, формирование или вхождение в уже имеющуюся экологическую нишу, эффективность использования резервных кормов и оценить возможное промысловое значение вселенца для Волжско-Каспийского бассейна.

По литературным данным суммарное годовое использование корма промысловыми рыбами Волгоградского водохранилища в 1980-е годы составляло от 15 до 24% от общей продукции зоопланктона и бентоса (Небольсина, 1980). По отношению к общей продукции кормового бентоса (без моллюсков) степень использования его рыбами выше и составляет около 50%. Наиболее интенсивно используются рыбами высшие ракообразные и среди них корофииды, гаммариды, мизиды. Последние, а также кумацеи, получившие бурное развитие в водохранилище, используются рыбами недостаточно. Резервы в потреблении корма за счет донных животных в водохранилище достаточно велики и позволяли увеличить численность туводных рыб в два раза. Но даже при значительном увеличении стада туводных рыб оставались кормовые ниши за счет недоиспользования олигохет, полихет, моллюсков, кумаций и мизид. Поэтому для более полного использования всех групп донных организмов было целесообразно введение в состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища дополнительного потребителя бентоса, в частности рыбца.

Вселение рыба в Волгоградское водохранилище было проведено в конце 1980-х гг. по рекомендации Т.К. Небольсиной и Л.П. Закоры (1985) с целью получения дополнительной рыбной продукции и более полноценного использования кормовой базы водохранилища и в первую очередь многочисленных в водоемах Волги моллюсков *рода Дрейссена*. Исходным материалом для интродукции послужила популяция рыба Цимлянского водохранилища (бассейн р. Дон). Рассмотрение натурализации рыба в Волгоградском водохранилище, как основного потребителя дрейссенид, представляет большой научный и практический интерес.

Рыбец *Vimba vimba* (Linnaeus, 1758) – ценный промысловый вид рыбы семейства Карповых. По вкусовым качествам мясо сырти является одним из наиболее ценных из карповых видов. Голарктический ареал вида включает бассейны Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей. В пределах ареала образует 3 подвида, из которых наиболее распространен обыкновенный рыбец *Vimba vimba vimba*, населяющий Балтийский и Азово-Черноморский бассейны (Никольский, 1971). В настоящее время отмечено расширение ареала рыба, в том числе за счет намеренной интродукции в Волгоградское водохранилище.

Следует учитывать, что рыбец вселен в водохранилище Волжско-Камского каскада, где имеются все предпосылки широкого его расселения.

Целью настоящей работы является изучение демэкологии рыба *Vimba vimba vimba* (Linnaeus, 1758) Волгоградского водохранилища. Комплексное исследование популяции рыба в Волгоградском водохранилище включало следующие задачи:

1. Изучить особенности морфологии, роста и питания рыба в Волгоградском водохранилище;
2. Исследовать биологию и экологию размножения, определить экологическое положение рыба в новом водоеме обитания, возможные лимитирующие факторы численности популяции и перспективы его расселения в водохранилищах Волжско-Камского каскада.

3. Дать оценку рыбца как нового объекта биоресурсов водохранилища. Изучить состав промыслового части популяции, объем возможного вылова и принципы регулирования рыболовства. Определить общий, промысловый запас рыбца в Волгоградском водохранилище и возможности его оптимизации для более полного использования кормовых ресурсов водоема.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Краткая история исследования рыбца в пределах его основного ареала

Рыбец *Vimba vimba* (Linnaeus, 1758) принадлежит к семейству карповых рыб (Cyprinidae). Относится к одной из ценных промысловых рыб. По выражению Г.В. Никольского (1971): «Издревле, везде, где только он ловится в значительных количествах, рыбец пользуется большим спросом».

Рыбец широко распространен в пределах Голарктики, но наиболее многочислен в Понто-Каспийском и Балтийском бассейнах (рисунок 1.1). Вид включает три подвида: обыкновенный рыбец - *Vimba vimba vimba* (Linnaeus, 1758), каспийский рыбец – *V. vimba persa* (Pallas, 1814), и малый рыбец – *V. vimba tenella* (Nordman, 1840). Ареал малого рыбца незначителен. В пределах России он встречается в реках района г. Сочи, Хоста, Гумиста, в малых реках на территории Грузии, Турции и Болгарии (Аннотированный каталог ..., 1998). Каспийский рыбец приурочен в основном к южной части Каспийского моря. В западной и северной частях концентрации его незначительны. В р. Волгу входит весной в период нереста в небольшом количестве. Выше 80-100 км от г. Астрахани не поднимается (Атлас пресноводных рыб..., 2002а).

Обыкновенный рыбец наиболее многочислен. Он широко распространен в бассейне Балтийского и реках северной части бассейна Черного морей. В водоемах бассейна Балтийского моря называется сыртью, бассейна Черного моря – рыбцом. Образует проходные, полупроходные и пресноводные формы. Держится в открытых, не заросших высшей водной растительностью, акваториях, придерживаясь придонного слоя воды. Обитает в пресных и солоноватых водах. В пресных водах на территории России распространен в Ладожском озере, реках Волхов, Свирь, Нева, Финском заливе, Чудском озере, реках Дон, Кубань с водохранилищами (Цимлянское, Краснодарское, Тщикское, Шапсукское). В Азовском море держится в солоноватых лиманах и предустьевых участках рек (Атлас пресноводных рыб..., 2002а).

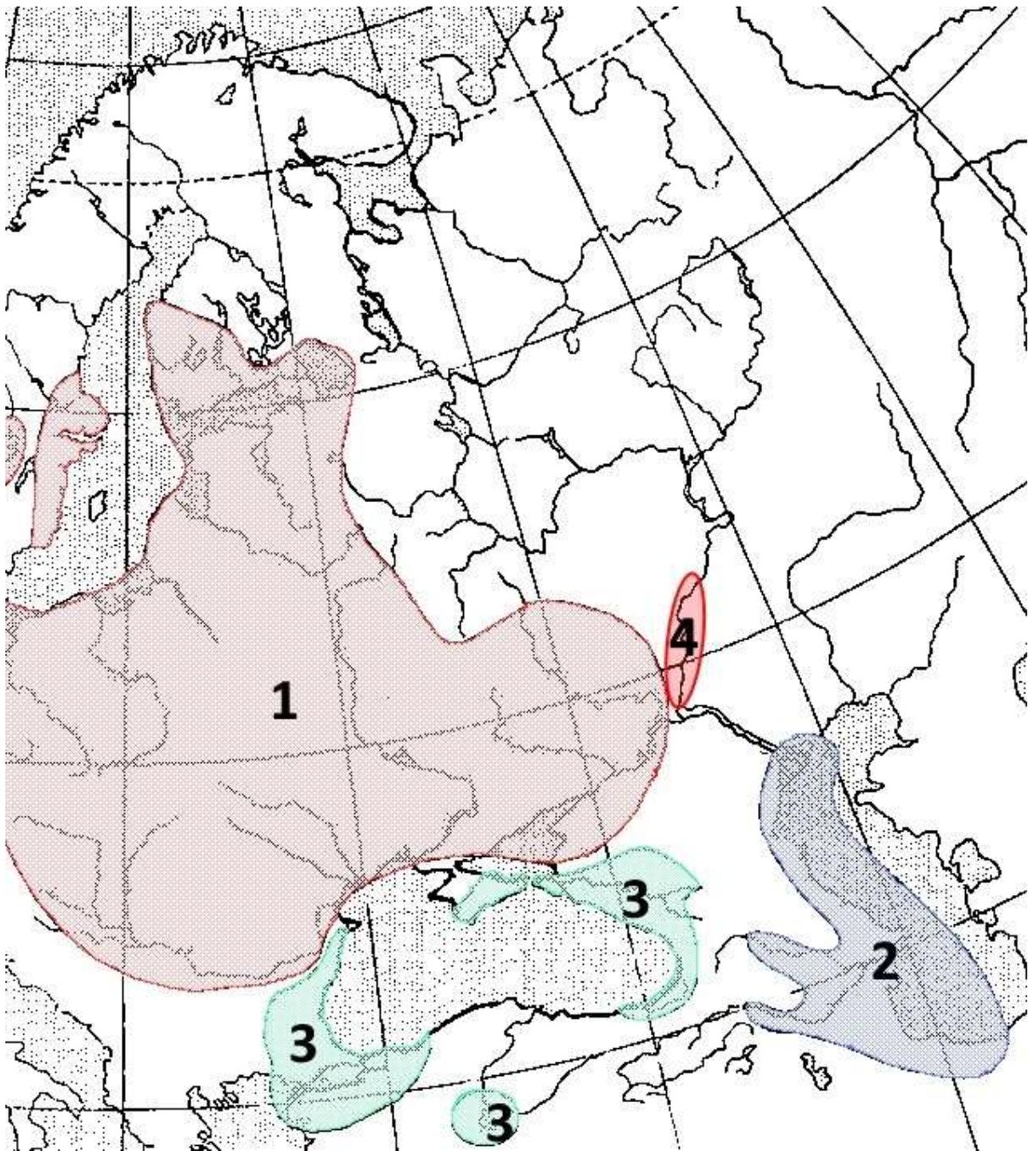


Рисунок 1.1. Карта-схема распространения представителей р. *Vimba*

Условные обозначения: 1 – *Vimba vimba vimba* (Linnaeus, 1758), 2 – каспийский рыбец – *V. vimba persa* (Pallas, 1814), 3 – малый рыбец – *V. vimba tenella* (Nordman, 1840), 4 – зона расширения ареала рыбца *Vimba vimba vimba* (Linnaeus, 1758) за счет акклиматизации в Волгоградском водохранилище.

Изучение рыбца (*V.v. vimba* (Linnaeus, 1758)) имеет давнюю историю. Основная масса работ, посвященных данному виду, выполнена в XX веке, когда

были изучены систематическое положение рыбцов, их происхождение, различные стороны биологии и проявление таковых в конкретных экологических условиях. В обобщенном виде сведения, накопленные к 1975 г., собраны в двух монографиях: «Биология и промысловое значение рыбцов (*Vimba*) Европы» (1970) и «Рыбец (Комплексные исследования в нескольких точках ареала)» (1976). Показано, что в экологическом плане обыкновенный рыбец по местообитанию – лимнофил. Естественным местообитанием взрослых особей являются относительно крупные водоемы со слабым течением или отсутствием последнего. По использованию нерестового субстрата – литофил. Откладывает икру на каменистом грунте, поднимаясь в небольшие реки с каменистым дном и наличием течения. Молодь после выклева достаточно долго (иногда до года) остается в реке. По особенностям питания – бентофаг. Нижний выдвижной рот позволяет легко захватывать кормовые организмы с поверхности грунта и с небольшой глубины верхнего слоя ила. В рационе, как правило, преобладают корма животного происхождения. Молодь питается зоопланктоном. У рыб крупнее 14-17 см значительную часть пищевого комка составляют организмы зообентоса, при этом рыбец с равным успехом потребляет как организмы мягкого бентоса (олигохеты, хирономиды, ракообразные) так и моллюсков с твердой раковиной.

В отдельных водоемах необходимой для рыба пищи недостаточно, он питается вынужденной пищей (подчас растительной), в результате он плохо растет, снижается упитанность, замедляется половое созревание, ухудшается качество икры (Рыбец..., 1976).

Восьмидесятые годы прошлого столетия примечательны также тем, что именно тогда наметились изменения в методике исследований рыб (в том числе и рыба), которые впоследствии бурно развивались. Прежде всего, основной упор сместился в сторону исследования продукционных процессов. Исследования стали проводиться по единому плану и едиными методами на водоемах разного типа и географических зон, практически в пределах ареала.

При этом ведущим направлением было исследование продуктивности вида на всем его жизненном пространстве и не противоречило ни одному исследованию по его биологии. Наоборот, все биологические данные дополняли выявленные параметры признаков (Материалы I заседания..., 1970).

Рыбец, вследствие высоких потребительских свойств, повсеместно в промышленном рыболовстве является ценным видом. В первой половине прошлого века он в значительных количествах вылавливался в пределах Азово-Черноморского и Балтийского бассейнов. Так, в рыбопромысловых районах Эстонской ССР до Великой Отечественной войны (1934- 1939 гг.) вылавливалось в среднем 285 т в год, в Азово-Кубанском промысловом районе - 214 т, Днепровско-Бугском лимане – 187 т. Добыча рыба в начале 1980-х годов уменьшилась в Кубани – до 22 т, в Днепровско-Бугском лимане до 45 т. Улов рыба в Псковско-Чудском водоеме в 1939 г составил 41 т., а в 1964 г - 3 т. (Лузанская, 1965; Биология и промысловое..., 1970; Рыбец..., 1976; Редкие и исчезающие животные ..., 1994).

Снижение численности ценного вида рыба стимулировало углубленное исследование разных сторон его биологии. По инициативе национального комитета по Международной биологической программе (МБП) АН СССР рыба с 1970 г был включен в список работ по «Исследованию продуктивности вида в пределах ареала» (Материалы I заседания..., 1970). Впоследствии он был включен в Международную программу ЮНЕСКО «Человек и биосфера» - проект 8б «Вид и его продуктивность в пределах ареала» (Материалы XI (XIX) заседания..., 1981). Нужно отметить, что практически работы по рыбу в плане МБП начались гораздо раньше, их начало следует датировать 1958 г. (Вольскис, 1973).

Уже на начальных этапах исследования рыба в плане МБП выяснилось, что из-за отсутствия налаженного учета добычи и исследования основных экологических и продукционных показателей, размер проблемы недооценивался. Темп снижения общей численности рыба и сокращение ареала

обитания шел значительно быстрее, чем ранее предполагалось (Вольскис, 1973; Вольскис и др., 1978).

Вследствие резкого сокращения численности на обширном ареале рыбец был включен в список редких и исчезающих рыб Европы и Красную книгу республики Беларусь (1981) и др. В Красную книгу Саратовской области (2006) включена только популяция рыбца малых рек Донского бассейна.

Анализируя современное состояние популяций рыбца, можно констатировать, что в большинстве водоемов, где ведется активная хозяйственная деятельность, запасы рыбца после снижения во второй половине прошлого века, независимо от возраста водоема и продолжительности проживания в них рыбца, не восстановились (Биология и промысловое..., 1970; Современное состояние рыбного..., 2000). Желаемого эффекта не принесли введение жестких мер по ограничению объема лова, установление дополнительных запретных мест и сроков на лов, ограничения количеств орудий лова. Тем не менее, в ряде водоемов (рр. Днепр, Дон), несмотря на гидростроительство и активную хозяйственную деятельность, запасы рыбца остались на относительно высоком уровне.

Исследование рыбца актуально не только в связи с сокращением его численности и обеднения видового разнообразия водоемов, но имеет прямое отношение ко второй очень важной проблеме – инвазиям гидробионтов.

Снижение уловов совпало с масштабным гидростроительством на реках СССР и других странах Восточной Европы, что привело к изменению условий существования рыбца. В результате гидростроительства возникли новые большие и малые водоемы. В ряде вновь образованных водоемов рыбец успешно прижился и образовал стабильные самовоспроизводящиеся популяции. Это, например, Каунасское водохранилище на р. Нямунас, Цимлянское на р. Дон, Сенгилеевское на р. Кубань, Ткибульское на р. Риони и ряд других (Рыбец..., 1976). Не во всех вновь образованных водоемах рыбец обитал до зарегулирования, в некоторые он попал в результате случайного

(непреднамеренного) внесения, либо целенаправленной интродукцией. Так, в 1970 г. рыбец был интродуцирован в р. Рейн, где к настоящему времени образовал стабильно воспроизводящуюся популяцию и расселился по многим притокам (Freyhof, 1999). В 1952, 1964 и 1965 гг. рыбец был акклиматизирован в Сенгилеевском водохранилище.

Примером случайной интродукции является нахождение рыба в Ткибульском водохранилище. При инкубации икры рыба на тбилисском рыбноводном заводе, часть молоди попала в Ткибульское водохранилище. В настоящее время рыбец - наиболее массовая рыба этого водохранилища. С 1973 г. в составе промысловых уловов на долю рыба приходится более половины (Рыбец..., 1976).

Вопрос о возможности вселения рыба (*V. V. vimba* (Linnaeus, 1758)) в Волгоградское водохранилище был поднят по инициативе Т.К. Небольсиной в 1980-1990-е г., когда в результате всестороннего исследования было установлено, что в Волгоградском водохранилище имеются большие запасы моллюсков, и рыбец, по экологии которого к тому времени были накоплены обширные сведения (Биология и промысловое ..., 1970; Рыбец, 1976), признан одним из перспективных видов акклиматизантов-моллюскофагов (Небольсина, 1980; Небольсина, Закора, 1985).

Интродукция рыба в водохранилище проводилась в 1988-1990 гг. Исходный материал брали из цимлянской популяции. Перевозка осуществлялась личинками. После подращивания в рыбноводных прудах молодь в возрасте двух лет выпускали в Волгоградское водохранилище. Объем выпуска составил 35 тыс. экз. двухлеток средней навеской 70 грамм и 200 экз. производителей рыба.

Скрытый (латентный) период длился 12 лет (1991-2002 гг.). С 2003 г. он регулярно стал отмечаться в контрольных уловах, при относительно быстром увеличении численности. С 2009 г. рыбец Волгоградского водохранилища включен в состав видов промышленного рыболовства. На него определяется рекомендованный вылов (РВ).

1.2. Характеристика Волгоградского водохранилища – водоема-реципиента рыба

1.2.1. Общая характеристика водохранилища

Волгоградское водохранилище было создано в результате перекрытия плотиной р. Волга осенью (в октябре) 1958 г. у г. Волжский Волгоградской области. Его заполнение закончено весной 1961 г., когда уровень достиг проектной отметки НПУ 15 м БС, а подпор воды распространился до с. Хатомля Самарской области (Проект рыбохозяйственного освоения..., 1956; Елисеев, 1965; Небольсина, 1980).

Ложем водохранилищу послужили различные угодья, составившие в процентах: усадьбы – 3, сельхозугодья – 34.5, лес и кустарник – 21.1, водоемы – 25.7, прочие – 15.7 (Сиденко, 1962). Общая площадь затопленных земель составила 2330 км² (Буторин, Фортунатов, 1976).

Осенью 1967 г. р. Волга у г. Балаково была перекрыта плотиной Саратовской ГЭС. С этого момента водохранилище распространяется от г. Балаково Саратовской области до г. Волжский Волгоградской области.

Берега водохранилища имеют существенные различия по характеру рельефа и геологическому строению. На правом берегу расположены крутые и высокие (до 200-250 м) склоны Приволжской возвышенности, представленные песчаниками, опоками, известняками и глинами мелового и третичного возрастов. Левый низкий берег с равнинным характером рельефа сложен из древних каспийских террас (глины, суглинки, супеси и пески) и современных пойменных отложений.

В соответствии с характером рельефа большая часть водоема образована за счет затопления левобережной поймы реки. В правобережье, из-за гористых крутых берегов, пойма наблюдается лишь на отдельных небольших по площади участках.

Выше г. Саратова современные пойменные отложения подверглись не полному затоплению – значительная часть островов поймы с болотно-луговым, луговым и лесным почвенным покровом осталась незатопленной и ежегодно заливается лишь в паводковый период. Ниже г. Саратова полному затоплению подверглась пойменная терраса, а также в значительной степени оказались залитыми первая (Сарпинская) и вторая (Хвалынская) надпойменные террасы. В приплотинной части водное зеркало распространилось и на третью - Нижне-Хазарскую надпойменную террасу (Небольсина, 1975).

Водохранилище пересекает почти в меридиональном направлении Саратовскую и Волгоградскую области от г. Балаково до г. Волгограда и располагается на территории трех природно-климатических зон. Большая часть водохранилища находится в степной зоне. Граница лесостепной и степной зон на правом берегу проходит севернее г. Саратова, близ устья р. Терешки. На левом берегу к степной зоне относятся верхняя и средняя части водохранилища до р. Еруслан, ниже которой начинается зона полупустыни.

Водохранилище имеет сезонный (годовой) тип регулирования стока. Показатель водообмена составляет 7.5 раз в год (Государственный водный кадастр...,1985), что классифицируется как «большая» степень водообмена (Водохранилища и их воздействие..., 1986).

Согласно проектным данным (Проект рыбохозяйственного освоения ..., 1956) протяженность распространения подпора воды до строительства Саратовского гидроузла в межень составляла 670 км, после строительства - 524 км (Атлас единой глубоководной системы ..., 2006). Средняя ширина водохранилища на отдельных участках колеблется от 2.4 до 9.2 км. Наибольшая ширина разлива наблюдается на участке Галка-Нижняя Добринка и достигает 17 км (2335-2340 км судового хода по Атласу единой глубоководной системы ..., 2006). Максимальная и средняя глубина соответственно равны – 41 и 10 м (Государственный водный кадастр...,1985). Конфигурация водоема позволяет отнести его к водохранилищам долинного типа, имеющим удлиненную форму, а

также затопление пойменной террасы в верхней и надпойменной террасы в нижней части (Фортунатов, 1970).

По разным источникам, площадь водного зеркала водохранилища при НПУ оценивается от 3500 до 3117 км², полный объем – от 33.5 до 31.4 км³ (Антипова, 1961; Елисеев, 1965; Буторин, 1969; Государственный водный кадастр..., 1985; Водохранилища и их воздействие..., 1986). Согласно справочнику «Рыбное хозяйство водохранилищ» (Исаев, Карпова, 1980) площадь водоема в межень равна 311.7 тыс. га, объем - 31450 млн. м³. Именно эти показатели наиболее часто используются для разработки рыбохозяйственных мероприятий.

По имеющейся классификации (Авакян, Шарапов, 1977; Авакян и др., 1979) Волгоградское водохранилище можно причислить к категории очень крупных.

По особенностям морфологического строения ложа и берегов, а также условиям гидрологического режима, на водохранилище можно выделить два участка: речной и озерно-речной (Далечина, Волков, 1977; Бобров и др., 1983). Первый (от г. Маркса до г. Балаково) в плане сохраняет конфигурацию старого русла р. Волги, отличается наименьшей шириной, малыми глубинами, повышенными скоростями течения, близкими к речным. Для озерно-речного участка характерно наличие озеровидных расширений, большого количества островов, число которых и общая площадь уменьшается вниз по течению в сторону глубоководного подпора. Так, если на расширении от г. Маркса до г. Саратова острова занимают 20% площади зеркала водохранилища, то на акватории озеровидного расширения в районе сёл Дубовочка – Красный Яр (Волгоградская область) их площадь составляет лишь 2%.

Соотношение площадей по глубинам представлено в табл. 1.1. Такое деление для части работ оправдано, но, с точки зрения продукционных процессов, недостаточно, так как не отвечает на вопросы, касающиеся мелководной зоны – важного продукционного и воспроизводственного комплекса водоема.

Площади Волгоградского водохранилища по глубинам

Глубина, м	Площадь, тыс. га	Доля, %
0-5	115.0	37
5-10	66.0	21
10-15	50.0	16
15-20	46.7	15
20 и более	34.0	11
Всего	311.7	100

В водохранилищах зона мелководий включает участки прибрежья коренных берегов, островов, открытых плесов, заливы и бухты, подвергающиеся затоплению весной паводковыми водами и осушающиеся к концу зимы при падении уровня воды. Площадь водохранилища, занимаемая мелководьями, определяется морфометрией затопленных участков, степенью развития пойменных и надпойменных террас бывшей реки, уровенным режимом, величиной паводка. Для мелководий характерен замедленный водообмен, способствующий интенсивному протеканию биологических процессов. Разложение органического вещества играет главенствующую роль в формировании химического состава водной массы. Мелководья, заросшие высшей водной растительности, являются мощным средообразующим фактором в литоральной зоне водохранилищ. Водные растения играют важную роль в очистительных процессах, утилизируя и аккумулируя растворенные биогенные элементы и снижая уровень эвтрофикации водоема. Мелководная зона, как специфический биотоп, имеет первостепенное значение в биологическом режиме водохранилищ, в том числе и в воспроизводстве рыбных ресурсов (Кожевников, 1974; Кожевников, Лесникова, 1974; Цыплаков, 1974; Цыплаков и др., 1974; Небольсина, 1974; Загора, 1983; Буторин, Успенский, 1984; Голубева и др., 1990; Дьяченко, 2002; Егоров, Ахметзянова, 2002) .

Многие исследователи относят к мелководьям часть акватории водоема, ограниченную двухметровой изобатой от НПУ, что признается вполне оправданным, по крайней мере, для вегетационного периода (Потапов, 1959; Мельникова, 1970; Петров, 1971; Вендров, 1972; Буторин, Успенский, 1984). Некоторые авторы причисляют к мелководной зоне акватории с глубинами до 2.5 м (Нежиховский, 1990), 4 м (Голубева и др., 1990) и даже до 7.5 м (Зубенко, Широков, 1962).

Мелководья Волгоградского водохранилища с глубинами до 2 м в среднем оценены величиной 17% общей площади его водного зеркала (Бахтиаров, 1969). Близкие к этим цифры приводят Н.В.Буторин и С.М. Успенский (1984) – 18% от общей площади в межень. В других водохранилищах Волжского каскада в целом мелководья с такими глубинами составляют 19% от их площади (Буторин, Успенский, 1984). Таким образом, Волгоградское водохранилище по этой характеристике занимает среднее положение в ряду водохранилищ каскада, и в целом вписывается в шкалу типизации водохранилищ по размерам мелководной зоны, приводимую Р.А. Нежиховским (1990).

Учитывая использование рыбами нерестовых и нагульных площадей Волгоградского водохранилища, Т. К. Небольсина (1974) к мелководной зоне причисляет и участки, расположенные до 7-метровой глубины, поскольку изобаты 5 и 7 м очень близко (на расстояние до 10-100 м) подходят друг к другу. Исходя из этого, к мелководной зоне может быть отнесено около 47% площади водоема (146 тыс. га). С учетом биопродукционных аспектов такое определение вполне оправдано (Шашуловский, 2006), так как мощность трофогенного слоя в водохранилище в течение вегетационного периода может достигать 5 м и более (Герасимова, 1996). В последующем рассмотрении к мелководной зоне причисляются прибрежные участки, расположенные до 7-метровой глубины.

Основываясь на типизации, предложенной И.В. Барановым (1961) для рекообразных водохранилищ, Волгоградское было условно разделено на три зоны: верхнюю – от г. Саратова до г. Балаково, среднюю – от г. Саратова до г.

Камышина, нижнюю – от г. Камышина до плотины Волжской ГЭС (Сиденко, 1962). Такое подразделение на три зоны было традиционно принято при рыбохозяйственных исследованиях на ряде волжских водохранилищ (Лукин, 1964; Сиденко, 1973; Ефимова, 1975; Никаноров, 1975).

Верхний участок (гг. Балаково-Саратов), площадь которого по разным оценкам составляет от 66 до 71 тыс. га (Небольсина, Браценюк, 1971; Герасимова, 1996), имеет близкий к речному гидрологическому режиму с хорошо выраженной паводковой волной. При поднятии уровня воды произошло в основном затопление только поймы реки. Вместе с тем, значительная часть островов поймы с болотно-луговым, типично луговым и лесным почвенным покровом осталась незатопленной и ежегодно подвергается лишь временному затоплению в весенний период. Участок характеризуется самой большой относительной площадью мелководной зоны – 66% от всей его площади (Небольсина, Земскова, 1980), что имеет крайне важное значение для воспроизводства фитофильных рыб (Небольсина, 1980). Наиболее крупными являются Волго-Иргизская, Кошелевско-Чардымская и Красноярская левобережные поймы, занимающие в настоящее время в общей сложности более 50 тыс. га при 32 тыс. га площади водного зеркала в меженный период (табл. 1.2). Кошелевско-Чардымская пойма (правобережная) представляет два объединяющихся между собой сплошных водных массива с редкими куртинами незатопленных островов, покрытых лесом и кустарником, с глубинами от 0.5 до 2.5 м.

Волго-Иргизская и Красноярская поймы (левобережные) образуются не только водными массивами, но и глубоко вдающимися в сушу заливами, затопленными воложками, затонами, озерами, речками и ериками с сохранившейся проточностью. Наиболее глубоко вдающиеся в сушу заливы, очень разнообразные по форме, соединяются с протоками и речками, как правило, узким горлом. Подобные заливы характеризуются как закрытые, а все заливы с широким выходом – открытые (Небольсина, 1974). Большинство из

последних прилегает к протокам, соединяется с ними широким устьем и имеет подковообразную форму с боковыми ответвлениями. Глубины в пойменных заливах колеблются от 0,1 до 3,5 м, в протоках и бывших озерах – от 5-7 до 10 м. В меженный период в речках поймы существует собственное течение, и только во время паводка течение здесь совпадает с волжским. На луговых участках скорость течения в Красноярской пойме не превышает 0.2-0.5 м/сек, в протоках составляет 2 м/сек и выше. В левобережных поймах на участках луговых угодий, ранее покрытых кустарником, в результате сравнительно высокой проточности в весенний период дерновый слой почти на всей площади полностью смыт течением, а грунт представлен крупнозернистым песком и песком с наилком.

Таблица 1.2

Площади основных пойм Волгоградского водохранилища, рассчитанные с использованием космических фотоснимков (по Шашуловский, 2006)

Пойма	Расположение	Общая площадь (включая острова и полуострова), тыс. га	Площадь водного зеркала, тыс. га
Волго-Иргизская	левый берег	11.0	4.4
Красноярская	левый берег	27.5	18.2
Кошелевско-Чардымская	правый берег	12.5	9.8
Анисовская	левый берег	3.0	2.5
Квасниковско-Узморская	левый берег	4.5	3.4
Ровенско-Черებაевская	левый берег	8.6	6.3
Всего		67.1	44.6

В правобережной пойме на глубинах 0.5-0.8 м в заливах между косами грунт состоит из мелкого песка с наилком и большого количества битой ракушки (в основном раковины дрейссены и брюхоногих моллюсков) и каменистых осыпей. Наличие твердого грунта и каменистых осыпей создает предпосылки благоприятных условий нереста литофильных видов рыб. Здесь расположены основные нерестилища рыба и идет активный нагул его молоди (сеголетков).

Русловая открытая часть составляет 1/3 площади зоны. На этом участке сохраняется гидрологический режим близкий к речному, что обуславливает преобладание реофильных рыб. В этой зоне водохранилища расположены основные нерестилища рыба.

Средний участок, расположенный между гг. Саратов и Камышин, имеет площадь порядка 159-182 тыс. га (Небольсина, Браценюк, 1971; Герасимова, 1996). Мелководья образовались на первой (Сарпинской) и второй (Хвалынской) затопленных надпойменных террасах. Площадь мелководий среднего участка оценена величиной 88 тыс. га, что составляет около 50% от площади всего участка (Небольсина, Земскова, 1980). Здесь выделяются наиболее крупные левобережные поймы: Анисовская, Квасниковско-Узморская, Ровенско-Черebaевская (см. табл. 2.2). В современном измерении их общая площадь составляет около 16 тыс. га с площадью водного зеркала 12.2 тыс. га (Шашуловский, 2006). Здесь сохранились незалитыми лишь небольшие системы островов, покрытых редким лесом и кустарником и сложенных из легко размываемых песчаных, суглинистых почв, в некоторых случаях из древних меловых пород. Почвенный покров представлен также глинистыми черноземами, переходящими к югу в темно-каштановые и супесчаные почвы с солонцеватыми участками (Закора, Сеницина, 1983).

Следует отметить, что заостровные мелководья верхней и средней зон имеют закрытые и открытые, соединяющиеся с русловой частью, заливы. По ориентировочным расчетам (Небольсина, 1974), площадь открытых мелководий более чем в 5 раз выше площади закрытых (табл. 1.3). Закрытые мелководья

сильно заилены, в открытых заиленный грунт отмечается лишь в более глубоководной части (особенно в местах бывших озер) и у берегов, там, где есть многолетняя воздушно-водная растительность. В прибрежной зоне, свободной от растительности, грунт песчаный, иногда встречается песок с наилком.

Таблица 1.3

Площадь закрытых и открытых мелководий Волгоградского водохранилища
(по Небольсина, 1974)

Участок водохранилища	Закрытые		Открытые		Всего, тыс. га
	тыс.га	%	тыс.га	%	
Верхний	9.5	21.3	35.2	78.7	44.7
Средний	13.2	15.9	75.2	84.1	88.4
Нижний	0.2	1.7	12.7	98.3	12.9
Все водохранилище	22.9		123.1		146.0

Русловая открытая часть составляет 1/2 площади зоны. В отличие от верхнего участка, это озерная часть, которая в нижнем течении может быть охарактеризована как эстуарная. При этом эстуарная часть является зоной нагула, остальная - путь миграции на нерестилища.

Нижний участок (от г. Камышина до плотины Волжской ГЭС) оценен площадью порядка 87-94 тыс. га км² (Небольсина, Браценюк, 1971; Герасимова, 1996). Левобережная пойма с небольшим количеством островов имеется в районе устья р. Еруслан (граница среднего и нижнего участков водохранилища) и в районе с. Быково, за так называемыми Учхозовскими островами. Последние представляют собой незалитые более возвышенные участки надпойменных террас, покрытые куртинами из легко размываемых песчаных, суглинистых и других почв. Поэтому часть островов, прилегающих к руслу, в результате волнобоя с течением времени оказалась полностью смытыми. При образовании водохранилища здесь заливалась и третья (Хазарская)

надпойменная терраса. В приплотинном участке водохранилища мелководья представлены отдельными небольшими по площади (до 100 га), глубоко врезающимися в сушу заливами. В целом на нижнем участке водохранилища площадь мелководной зоны оценивается в 12.9 тыс. га или 14% площади всего участка (Небольсина, Земскова, 1980).

Остальная часть водного пространства (86%) представляет открытую глубоководную часть водоема, которая может быть приравнена к эстуарию, с условиями благоприятными для активного нагула нерестового стада рыба.

Таким образом, Волгоградское водохранилище представляет собой крупный водоем с разнообразными физическими, морфологическими, климатическими и гидрологическими условиями. При продвижении вниз по течению площадь мелководий уменьшается, достигая минимума в приплотинной зоне; русловая открытая часть наоборот увеличивается, что обуславливает особенности распределения и миграции рыба.

1.2.2. Гидрологический и температурный режимы

Водное питание водохранилища на 98% осуществляется за счет воды поступающей из выше расположенных водохранилищ - Куйбышевского и Саратовского (Небольсина, 1980; Водоохранилища и их воздействие..., 1986). Сеть боковой приточности развита слабо (Паутова, 2003) и представлена притоками Левобережья – рр. Большой Иргиз, Большой Караман, Малый Караман, Еруслан и Правобережья – рр. Терешка, Чардым, Курдюм. Подавляющая часть притоков приурочена к верхнему участку водохранилища (табл. 1.4). Суммарная площадь водосбора основных притоков оценивается величиной 47 тыс. км², средний объем годового поступления воды из них в водохранилище составляет около 2.2 км³, что менее 1% от общего поверхностного притока, равного в среднем 238 км³ (Водоохранилища и их воздействие..., 1986).

Основные характеристики рек, впадающих в Волгоградское водохранилище (по Состояние окружающей среды..., 2001)

Реки	Площадь водосбора, км ²	Объем годового стока на средний по водности год к устью реки, млн. м ³
Верхний участок водохранилища		
Большой Иргиз	24000	1030
Малый Караман	1050	50
Большой Караман	4260	163
Терешка	9680	707
Чардым	1460	89
Курдюм	980	60
Средний участок водохранилища		
Еруслан	5570	154
Всего	47000	2253

В нижнем участке водохранилища крупные притоки практически отсутствуют, за исключением р. Балыклейка, расчетная площадь водосбора которой при длине 52 км составляет всего 460 км², т.е. около 1% водосбора основных притоков (Пособие по определению..., 1984).

Основной фазой водного режима рек бассейна является весеннее половодье, в период которого проходит на левобережных притоках – 90-100% годового объема стока, на правобережных – 60-80% годового объема стока (Состояние окружающей среды..., 2001; Доклад о состоянии ..., 2002, 2003). Практически все реки Левобережья зарегулированы на всем их протяжении, с целью запаса воды весеннего паводка и расхода её в более поздний период.

Волгоградское водохранилище относится к типу с относительно постоянным уровнем режимом и осенне-зимней сработкой уровня. В период паводка, длящегося в среднем 30-34 дня в апреле-мае, благодаря боковой

приточности и сброса паводковых вод из вышележащих водохранилищ отмечается резкий подъем уровня. После наступления максимальной отметки ежегодно происходит быстрый сброс воды, что связано с обводнением дельты р. Волги. Послепаводковая сработка уровня продолжается до середины июня. Быстрый подъем уровня до максимальной отметки, непродолжительный период его стабилизации в пик паводка, а затем резкое падение происходят ежегодно.

Изменение уровня наиболее выражено в верхнем участке водохранилища. Так, вблизи г. Вольска в пик паводка уровень воды на 4-5 м превышает НПУ. Уровень воды на пике паводка (вторая-третья декада мая) может быть на 4-5 м выше НПУ. В весенний период скорость течения в русловых участках составляет 1-1.5 м/сек., в летнюю межень снижается до 0.3-0.4 м/сек. Максимально отмеченные глубины составляют 22 м.

В средней зоне влияние паводка на уровень воды выражено слабо. Скорости течения на участке весной и летом в 2-3 раза ниже, чем в верховьях водохранилища. Наибольшая зарегистрированная глубина составляет 29 м.

В нижней зоне паводковая волна проявляется лишь в особо многоводные годы. Скорость течения колеблется в пределах 0.06-0.7 м/с (Далечина, Волков, 1977; Небольсина, Земскова, 1980). Максимальные, отмеченные на водохранилище глубины (41 м), располагаются именно на этом участке.

Межгодовые различия режима уровня в период паводка существенны. Анализ температурного и уровня режимов Волгоградского водохранилища рассматривался на примере последнего десятилетия (рис. 1.2, Б). Наиболее полноводным был 2005 г. Он характеризовался средним сроком начала паводка, высоким уровнем (16.4-16.7 м), наиболее длительным стоянием (25 дней) воды на высоких отметках.

Средним по водности был 2003 г., когда уровень воды при длительности стояния в 25 дней достиг отметки 16 м БС. Маловодными годами следует считать 2004 и 2006 гг. Для этих лет характерны малый подъем воды, короткий период стояния на высоких отметках и последующее быстрое снижение уровня.

Динамика прогрева воды в начале (апрель) и конце (июнь) нерестового сезона значительно различается. В мае (с 5 по 25) тренд температуры относительно стабилен (см. рис. 1.2).

По среднемноголетним данным Волжской и Саратовской гидрометеослужбы, ледостав на водохранилище наступает 7 декабря, а в отдельные годы колеблется от 23 ноября до 21 декабря. Лед первоначально образуется в береговых отмелях, толщина льда зимой составляет 50-60 см. Распаление льда происходит в конце марта - начале апреля. Основной прирост температуры происходит в мае – июне (рис. 1.3). Максимальная температура наблюдается в июле – августе. На глубоководных участках температура верхних слоев достигает 25-26°C, на пойменных - 26-28°C и более. Сумма тепла в апреле-октябре и колеблется от 2900 до 3300 градусодней, что обеспечивает достаточно благоприятные условия для нагула карповых, в частности рыбца.

При перемешивании водных масс, что наблюдается при интенсивном ветровом воздействии, водная толща находится в состоянии гомотермии. При штилевой погоде отмечается вертикальная стратификация с разницей температур верхних и нижних слоев воды при средних температурах до 2°C (Зенин, 1965). В летний период, когда температура воды в верхних слоях воды достигает 25-26°C, на отдельных участках средней зоны вертикальная стратификация воды за отдельные дни в июне достигала 7-7.5°C, на нижнем – 6-10°C. Таким был 1967 г. (Небольсина, Браценюк, 1971) и особенно, с аномально жаркой температурой воздуха, воды и длительным периодом штилевой погоды, 2010 г. (наши данные).

Следует отметить, что режим уровня определяется не только водностью года, но и графиком спецпусков для обводнения дельты р.Волги и Волго-Ахтубинской поймы. Оптимальным для естественного воспроизводства рыбных ресурсов Волго-Каспия в современных зарегулированных условиях стока р. Волга является объем стока в половодье (2-ой квартал) в нижний бьеф Волгоградского гидроузла 120-130 км³. Вследствие малой водности последних

3-4 лет, величина спецпропуска составляла 90-95 км³, что не обеспечивало успешного размножения промысловых рыб Волго-Каспия. Для доведения объемов спецпусков до рекомендуемых величин предусмотрено снижения НПУ до 13 м БС. Снижение НПУ до 13 м БС крайне отрицательно скажется на воспроизводстве биологических ресурсов и, в конечном счете, на запасах промысловых рыб Волгоградского водохранилища (Шашуловский, 2006).

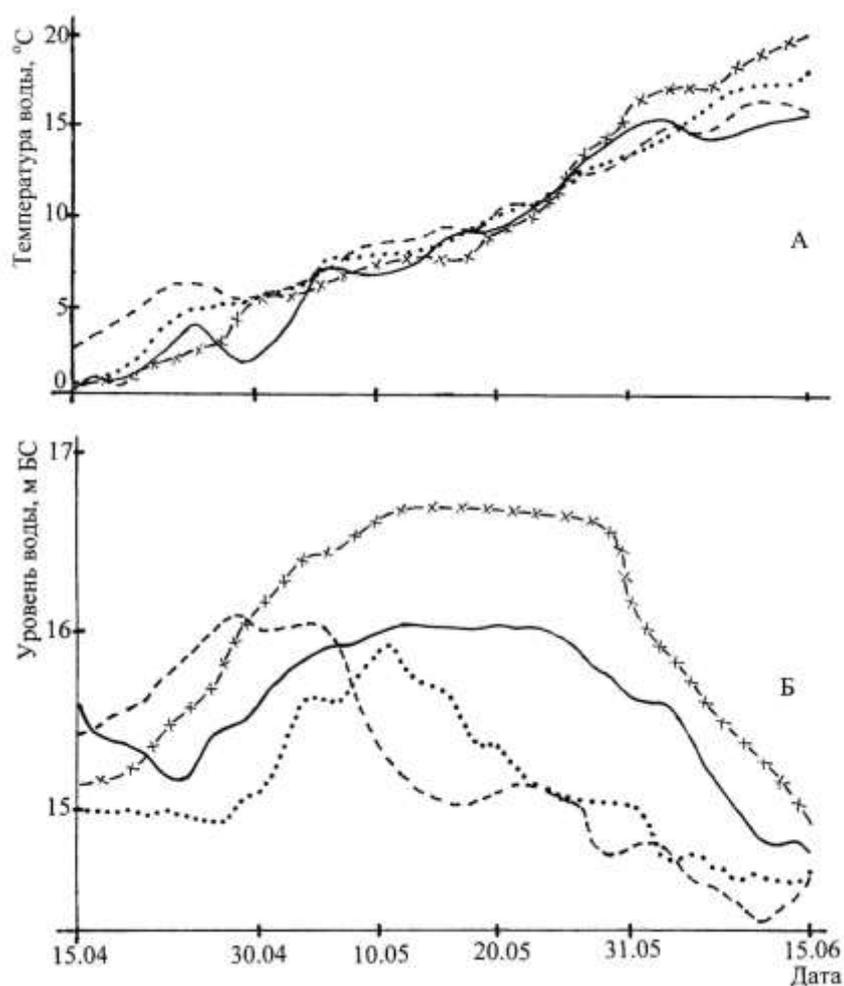


Рисунок 1.2 - Динамика температуры (А) и уровня (Б) воды на Волгоградском водохранилище в 2003-2006 гг. по метеопосту у г. Саратов. Условные обозначения: — 2003 г.; - - - 2004 г.; —×— 2005 г.; ••• 2006 г.

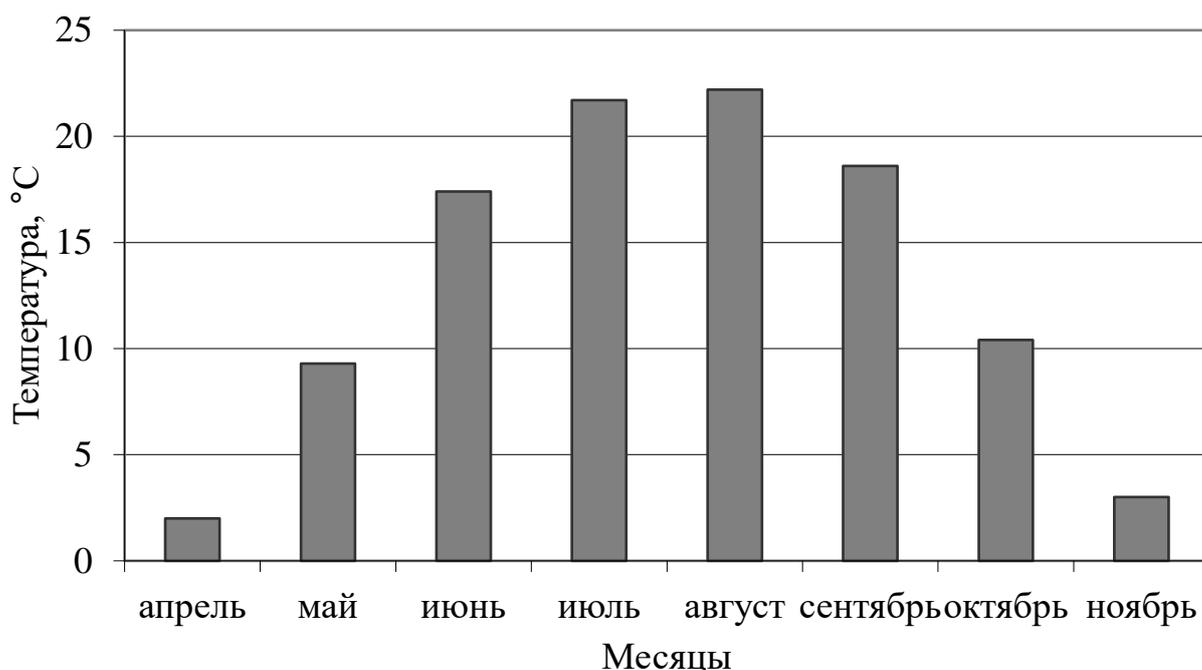


Рисунок 1.3 – Динамика среднемесячной температуры воды Волгоградского водохранилища за 2003-2011 гг.

За последние 10 лет благоприятный режим уровня для воспроизводства промысловых рыб и нагула их молоди наблюдался лишь в 2005 г., характеризовавшимся высоким урожаем молоди (Ермолин, Мосияш, Матвеев, 2007). В остальные годы режим уровня воды не соответствовал требованиям для достижения даже среднего уровня урожайности.

Таким образом, Волгоградское водохранилище по режиму регулирования водного стока относится к водоемам с относительно стабильным уровнем воды в течение большей части года, благоприятным для существования водных организмов. Однако, ежегодно проводимые спецпуски для обводнения дельты Волги и Волго-Ахтубинской поймы в период паводка приводят к нарушению нормального хода уровня воды и отрицательному воздействию на эффективность естественного воспроизводства рыб.

Термический режим водохранилища обеспечивает относительно благоприятные условия обитания и роста рыб. Поскольку из двух названных

факторов, мы можем оказывать влияние лишь на гидрологический режим, то ему и должно быть уделено особое внимание в плане регулирования уровня в интересах рыбного хозяйства водохранилища.

1.2.3. Гидрохимический режим

Характеристика гидрохимического режима, состава и свойств воды Волгоградского водохранилища в первые десятилетия его существования дана в многолетних работах В.И. Сиденко (1962, 1965, 1971, 1974, 1976, 1977), С.Г. Котляр (1978), Л.И. Гавриловой (1987). Режим главных ионов в воде Волгоградского водохранилища определяется гидрологическими особенностями и качественным составом вышерасположенных Куйбышевского и Саратовского водохранилищ. Вода относится к гидрокарбонатному классу группы кальция средней минерализации с реакцией среды близкой к нейтральной. Преобладающие ионы - кальций и гидрокарбонат. В сезонной динамике концентрации ионов солевого состава связаны с расходами воды и усилением роли грунтового питания в зимний период. Более высокое содержание солей весной вызвано поступлением в этот период из вышерасположенных водохранилищ трансформированных зимних вод. Максимальные концентрации хлоридов, сульфатов и магния, определяющих общую жесткость, приурочены к зонам влияния промышленных комплексов гг. Балаково, Вольска, Саратова и Энгельса.

Газовый режим Волгоградского водохранилища по содержанию растворенного в воде кислорода и свободной углекислоты в различные сезоны, в целом, оставался относительно стабилен, без ярко выраженной стратификации и благоприятен для обитания рыб и гидробионтов.

Содержание биогенных веществ по годам и участкам водохранилища колебалось незначительно. Для показателей минерализации и содержания органического вещества характерно их возрастание в весенний период и снижение во время летне-осенней межени. В целом сезонные изменения

гидрохимического режимов связываются с изменениями условий водного и температурного режима водохранилища.

Концентрации тяжелых металлов (меди, цинка, хрома) в местах, близких к сбросам сточных вод, обычно не превышали предельно допустимых концентраций, что объяснено высоким окислительно-восстановительным потенциалом, гидролизом и участием взвешенных веществ в процессах самоочищения, в результате чего тяжелыми металлами загрязняются в основном донные отложения (Котляр, 1978).

Оценка степени загрязнения отдельных участков водоема по интегральным показателям (биохимическому потреблению кислорода, перманганатной и бихроматной окисляемости, соединениям аммонийного азота) показала, что к загрязненным участкам можно отнести районы: г. Балаково – устье р. Ревяки, г. Саратов – п. Нефтяной; к слабозагрязненным г. Вольск – с. Рыбное, с. Пристанное – г. Энгельс, а также прибрежные участки в районах п. Ровное, с. Политотдельское, г. Камышина, с. Горный Балыклей и в низовьях водохранилища в районе г. Волжского. Остальная акватория водоема оценивалась как относительно чистая (Котляр, 1978).

В более поздних работах (Шашуловская, Котляр, 2001; Шашуловский, 2006) приведена сравнительная характеристика изменений химического состава воды водохранилища за период 1980-2000 гг. Констатируется, что состав воды не изменился. Как и ранее, вода остается гидрокарбонатного класса группы кальция. В тоже время существенно увеличилась прозрачность воды. Если в 1962-1973 гг. она не была более 1.5-1.6 м (Небольсина, 1980), то в нашем веке – 4-5 м и более.

Кроме того, произошли изменения как средних, так и экстремальных значений некоторых показателей химического состава воды (табл. 1.5). Минерализация легкоокисляемой части органического вещества характеризуется величинами БПК₅ и БПК₂₀. Интенсивность деструкции органического вещества за эти годы несколько изменилась. Достоверное

снижение средних значений произошло как БПК₅ и БПК₂₀. Средние значения химического потребления кислорода (ХПК), дающие представление о суммарном содержании органического вещества, за период 1990-2000 гг. по сравнению с 1980-1990 гг. практически не изменились, несмотря на увеличение экстремальных значений за последнее десятилетие. Отличия средних значений перманганатной окисляемости (ПО) за исследуемые периоды не достоверны (Шашуловский, 2006).

За последние 20 лет изменились концентрации основных биогенных элементов (азота, фосфора и кремния) в воде. Достоверное уменьшение в последнем десятилетии XX и начале нашего века средних значений солей аммония и почти двукратное снижение концентраций фосфора предположительно связано с уменьшением применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве и спадом уровня производства в этот период. Одновременно произошло увеличение средних и экстремальных значений азота нитратов и суммы минерального азота. Это объясняется тем, что нитраты, как наиболее стабильные и малотоксичные соединения, являются конечным звеном трансформации азотсодержащих веществ на биологических очистных сооружениях промышленных предприятий. Увеличились средние значения содержания растворенного кремния (Шашуловский, 2006).

Соединений никеля, кадмия, свинца и хрома в воде в последние годы не обнаружено. Для всех остальных исследованных металлов (меди, цинка и марганца) наблюдалось превышение рыбохозяйственного норматива ПДК. Так в 2009 г. превышение ПДК по железу составило 1.2-3.5 раза, меди в 1.5-2.0 раза. Зарегистрировано существенное превышение ПДК по марганцу – в 6-10 раз (Оценить состояние запасов ..., 2010, 2011). Содержание нефтепродуктов в воде колебалось от 0.18 до 0.43 мг/л при норме ПДК 0.05 мг/л.

Статистические показатели содержания органического вещества и биогенных компонентов в воде Волгоградского водохранилища в 1980-2000 гг.

(по Шашуловский, 2006)

Годы	1980-1990 гг.			1990-2000 гг.		
	Амплитуда колебания	Среднее	Вариация, %	Амплитуда колебания	Среднее	Вариация, %
Реакция среды, рН	7.17-10.4	7.89	4.8	6.6-9.2	7.97	2.2
Перманганатная окисляемость, мгО/л	5.6-14.9	8.82	32.5	4.16-24.8	9.48	32.9
ХПК, мгО/л	12-40	24.6	26.1	18.8-46.0	23.94	22.2
БПК ₅ , мгО ₂ /л	0.70-6.08	2.67	33.3	0.77-4.46	2.24	5.6
БПК ₂₀ , мгО ₂ /л	4.46-7.46	5.99	15.4	1.73-9.16	3.65	33.2
Азот аммонийных соединений, мг/л	0.03-1.14	0.4	50	0-1.35	0.3	83.3
Азот нитритов, мг/л	0.001-0.088	0.024	75	0-0.085	0.022	77
Азот нитратов, мг/л	0.018-1.850	0.50	75	0.054-1.920	0.89	38.2
Сумма азота, мг/л	0.007-2.500	0.88	58	0.11-2.65	1.23	51.2
Фосфор ортофосфатов, мг/л	0-0.68	0.14	86	0-0.56	0.063	65
Железо, мг/л	0-0.62	0.21	57.1	0-0.5	0.27	37
Кремний, мг/л	0.6-12.5	3.95	43.5	1.0-20.0	6.98	59.5

Примечание: жирным шрифтом обозначены достоверно различающиеся средние значения показателей между 1980-1990 и 1990-2000 гг.

Исследование донных отложений Волгоградского водохранилища, представленных в основном илами и заиленными песками, показало, что содержание меди в них достигало 77 мг/кг, цинка - 155 мг/кг, никеля - 100

мг/кг, железа - 49 мг/кг, марганца - 2520 мг/кг, нефтепродуктов 4.3 мг/кг. Высокий уровень их пространственной изменчивости (коэффициент вариации 53-72%) свидетельствует о неоднородности распределения. В то же время соединения кадмия, свинца и хрома в донных отложениях не были обнаружены (Шашуловский, 2006).

По мере старения (увеличения возраста) водоема увеличивается объем донного осадка. Средняя скорость осадконакопления для всех волжских водохранилищ составляет 2130 т/км² или 2.13 кг/ м² в год (Кадукин, Веницианов, 1998). Всего за время существования водохранилищ ко второй половине 1990-х гг. в их донных отложениях накопилось более 1200 млн. т. органических и минеральных взвешенных веществ, из которых около 20% (230 млн. т) приходится на долю Волгоградского водохранилища (табл. 1.2.3.2). То есть, на каждый квадратный километр его площади в среднем отложилось 74.2 тыс. т взвешенных веществ, что составляет 74 кг/м² (Шашуловский, 2006).

Одним из основных следствий высокой трофности водоемов является интенсивное развитие фитопланктона, проявляющееся в массовом «водорослевом цветении». Считается, что основными биогенными элементами, определяющими процесс эвтрофирования, являются азот и фосфор (Хендерсон-Селлерс, Маркленд, 1990).

Основой количественных оценок влияния азота и фосфора на водные экосистемы признан балансовый подход как наиболее результативный (Башкин, 1979; Денисова, Нахшина, 1981; Хрисанов, Осипов, 1993; Леонов, Дубинин, 2001). Оценке допустимого уровня поступления азота и фосфора уделяется большое внимание, а в зависимости от степени изученности водоема используются различные показатели, учитывающие морфометрические или биопродукционные характеристики (Хендерсон-Селлерс, Маркленд, 1990). В данной работе характеристика баланса биогенных элементов дается на основе литературных данных (табл. 1.6-1.9).

Таблица 1.6

Накопление взвешенных веществ в водохранилищах Волжского каскада
(по Кадукин, Веницианов, 1998)

Водохранилища	Площадь, км ²	Осадконакопление за период существования	
		млн. т	т/км ²
Иваньковское	320	36	112500
Угличское	250	32	128000
Рыбинское	4550	360	79121
Горьковское	600	100	166667
Куйбышевское	6400	380	59375
Саратовское	1800	72	40000
Волгоградское	3100	230	74194
Всего	17020	1210	71093

Таблица 1.7

Элементы баланса минеральных форм азота в воде водохранилища
(по Шашуловский, 2006)

Приход	Тыс. т	%
Основной водный приток	269.7	88,72
Водосборная площадь	15.9	5.23
Минерализация фитопланктона	13.6	4.47
Промышленные сточные воды	2.24	0.74
Боковой приток	2.0	0.66
Осадки на зеркало водохранилища	0.56	0.18
Суммарный приход	304.00	100.0
Расход		
Основной сток	268.5	90.66
Потребление при продуцировании фитопланктона	24.40	8.24
Самоочищение	3.27	1.10
Суммарный расход	296.17	100.0

Таблица 1.8

Элементы баланса минерального фосфора в воде водохранилища

Приход	Тыс.т	%
Основной водный приток	15.7	91.23
Водосборная площадь	2.65	2.03
Минерализация фитопланктона	0.80	4.65
Промышленные сточные воды	0.27	1.57
Боковой приток	0.08	0.46
Боковой приток	0.01	0.06
Суммарный приход	19.51	100.0
Расход		
Основной сток	15.6	84.19
Потребление при продуцировании фитопланктона	2.40	12.95
Самоочищение	0.53	2.86
Суммарный расход	18.53	100.0

Таблица 1.9

Сравнение элементов баланса минерального азота и фосфора
в отдельные периоды наблюдений

Биогенные элементы	Период	Поступление, тыс. т	Аккумуляция		Автор
			тыс. т	%	
Минеральные формы азота	А	262.52	11.23	4.3	Небольсина, 1980
	Б	304.0	7.83	2.6	Шашуловский, 2006
Минеральный фосфор	А	12.99	2.45	18.9	Небольсина, 1980
	Б	19.51	0.98	5.0	Шашуловский, 2006
Соотношение азот/фосфор	А	20.2	4.6		
	Б	15.6	8.0		

Примечание. А – Восьмидесятые годы прошлого столетия; Б – Последнее десятилетие прошлого и начало нашего века.

По данным В.А. Шашуловского (2006), в настоящее время, в сравнении с восьмидесятыми годами прошлого века, поступление биогенных элементов (минерального азота и фосфора) увеличилось, в тоже время уровень их аккумуляции снизился, что предположительно связано с переходом экосистемы на новый уровень стабильности и сбалансированности внутриводоемных процессов (Шашуловский, 2006), сопровождающиеся упорядочением использования биогенных элементов и увеличением их транзитного потока в каскаде волжских водохранилищ.

Показатель соотношения азота и фосфора, поступающих в водохранилище к настоящему времени несколько снизился, аккумуляции – увеличился. Тем не менее, среднее соотношение азота и фосфора осталось неизменным: А – 12.4 $((20.2+4.6)/2)$, Б – 11.8 $((15.6+8)/2)$, что характеризует водохранилище на протяжении весьма длительного периода как мезотрофный водоем с признаками эвтрофии.

Подводя итог, следует сказать, что гидрохимический режим водохранилища определяется главным образом его гидрологическим режимом: высокими проточностью и водообменом, незначительной боковой приточностью, преимущественным водным питанием из вышерасположенных водохранилищ. Вода водохранилища относится к гидрокарбонатному классу группы кальция с реакцией среды (рН) близкой к нейтральной, высокой прозрачностью - до 4-5 м, равномерным насыщением воды кислородом без ярко выраженной стратификации. Колебания концентраций главных ионов и биогенных элементов в рассматриваемый период происходили в обычных для водохранилища пределах (12.4-11.8), что характеризует водохранилище как мезотрофный водоем с признаками эвтрофии. Превышение рыбохозяйственного ПДК отмечено для железа в 1.2-3.5 раза, меди – в 1.5-2 раза, нефтепродуктов в 1.2-2 раза. Существенно превышение ПДК по марганцу - в 6-10 раз (в 2009 г).

1.2.4. Кормовая база

Из групп кормовой базы рыб рассматривались фитопланктон, зоопланктон и зообентос.

Фитопланктон является основным первичным звеном биопродукционного процесса в водоеме, а также непосредственным кормовым объектом для рыб (Небольсина, 1980). В первые два года после образования Волгоградского водохранилища отмечалось бурное развитие фитопланктона (Климова, 1964, 1966), обусловленное вступлением в биологический круговорот подвижных форм органических веществ, выщелачиваемых из почв и растительности.

Видовой состав фитопланктона с началом образования водохранилища несколько обеднился. Если в условиях реки отмечено 227 таксонов (Киселев, 1948), то в водохранилище в 1961-1962 гг. – 151. В последующие годы количество видов увеличивалось: в 1963-1964 гг. - 184, 1972-2000 гг. – более 220 (Герасимова, 1996; Далечина, 2001). В настоящее время в составе фитопланктона отмечен 238 видов, разновидностей и форм водорослей, в том числе диатомовых – 93, синезеленые – 32, зеленых – 68, эвгленовых – 24, пиррифитовых – 17, золотистых – 4 и желтозеленых – 1. Из них 90% было представлено космополитами. По отношению к солености воды 65% составляли индифферентные виды, 21% - галофилы (Малинина, Далечина, Филинова, 2005).

В начальные периоды существования водохранилища характеризовалось общей тенденцией возрастания валовой первичной продукции фитопланктона (Далечина, 1971, 1977; Герасимова, 1976; Далечина, Герасимова, 1980; Герасимова, 1996). Годовые колебания определялись водностью года и метеорологическими условиями. Наибольшие количественные показатели отмечали в маловодные годы с высокой суммой тепла (Далечина, Герасимова, 1987; Герасимова, 1996; Далечина, 2003).

Биомасса фитопланктона существенно колебалась по годам от 0.5 до 4 г/м³ и более. В последние годы (2004-2009) данный показатель не выходит за

пределы 0.7-1.77 г/м³ (Малинина, Далечина, Филинова, 2005, 2006; Далечина, 2006). Очевидно, нет определенных оснований говорить о какой-либо выраженной тенденции развития фитопланктона. Можно допустить лишь наличие некоторой периодичности (рис 1.4).

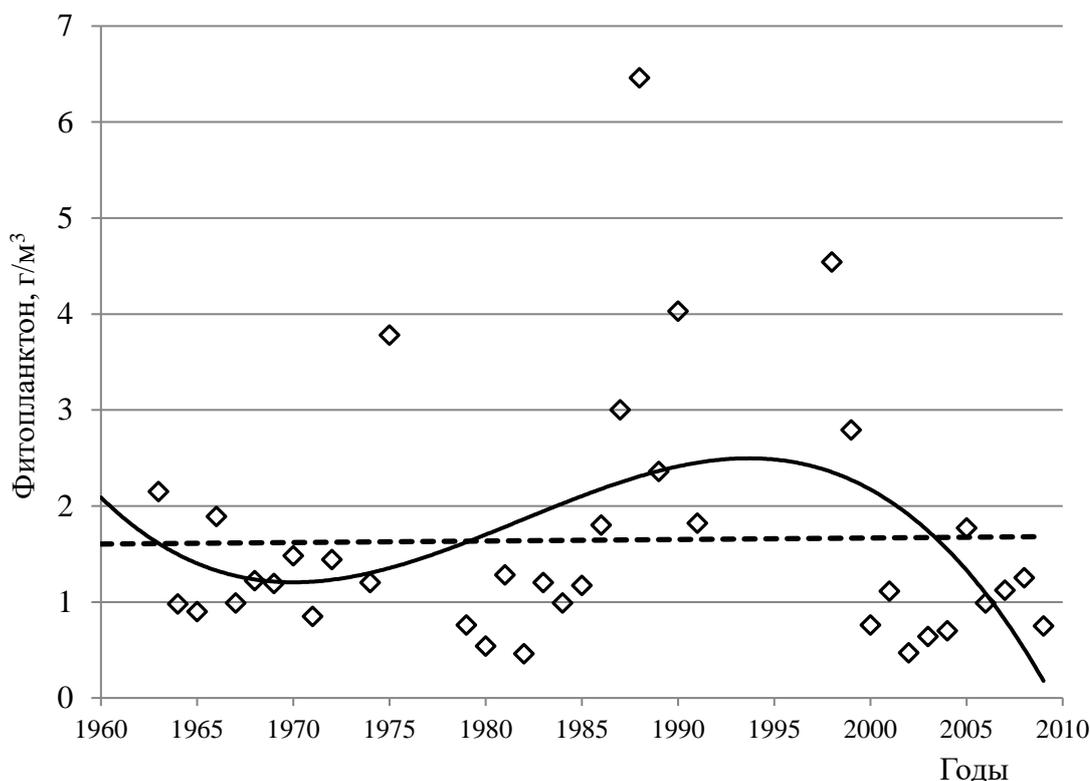


Рисунок 1.4. Многолетняя динамика средневегетационной биомассы фитопланктона Волгоградского водохранилища (пунктирная линия – основная тенденция; сплошная – полиномиальный тренд)

В целом, показатели развития фитопланктона Волгоградского водохранилища за весь период его существования соответствует мезотрофному типу водоемов (Далечина, 2003).

Зоопланктон. Уже с первого года существования Волгоградского водохранилища характер развития зоопланктона приобрел черты, обычные для водохранилищ (Вьюшкова, Белова, 1977). Отмечено общее увеличение количественных показателей (численности, биомассы, продукции) зоопланктона

водохранилища по сравнению с речным периодом (Вьюшкова, Белявская, 1971; Вьюшкова, Лахнова, 1971), что было обусловлено поступлением биогенных элементов и органических веществ из затопленной зоны. В целом, за период 1959-1967 гг. средняя биомасса зоопланктона составляла 2.2 г/м³ (Вьюшкова, Белова, 1977), что характерно для средnekормных водоемов. Максимальные показатели продукции зоопланктона (от 3.1 до 12.3 г/м³) отмечены для летнего периода. Наибольшая величина продукции зарегистрированы на мелководных пойменных участках, что объясняется благоприятными температурными и трофическими условиями этих местообитаний.

В Волгоградском водохранилище отмечена тенденция снижения численности и биомассы зоопланктона после образования Саратовского водохранилища (перекрытие р. Волги плотиной Саратовского водохранилища произошло осенью 1967 г.). В первые годы его образования (1968-1971) количественные показатели зоопланктона было относительно высоким: численность - 79 тыс. экз./м³, биомасса - 1.68 г/м³ (Вьюшкова, 1974). Вероятно сказался эффект удобрения (Пирожников, 1961) при затоплении ложа Саратовского водохранилища, вследствие чего масса биогенных элементов и органического вещества поступила в Волгоградское водохранилище (Сиденко, 1976), вызвав увеличение численности и биомассы бактерий (Донецкая, 1980), составляющих основу питания зоопланктона (Небольсина, 1980).

В 1972-1973 гг. произошло снижение численности (18.8 тыс. экз./м³) и биомассы (0.31 г/м³) зоопланктона (Вьюшкова, 1974; Небольсина, 1980). В последующие годы количественные показатели развития зоопланктона повысились, однако они не достигли величин, характерных для первого десятилетия существования водохранилища (рис. 1.5).

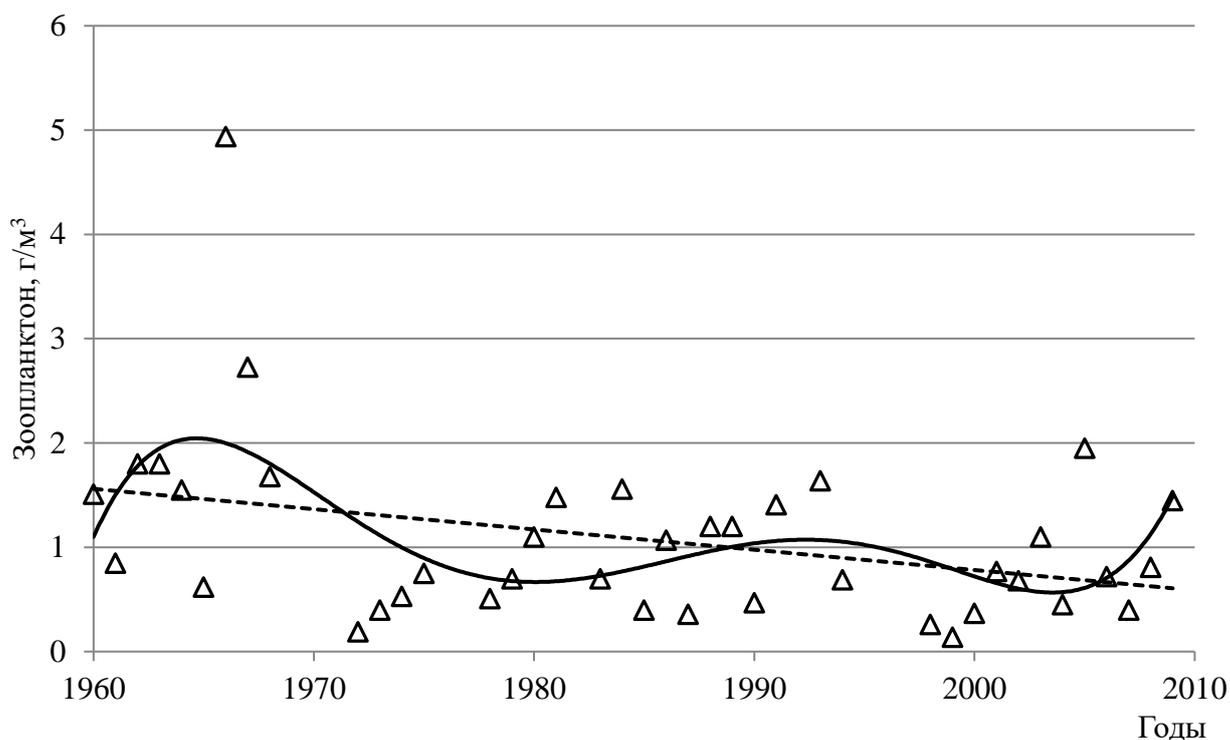


Рисунок 1.5. Многолетняя динамика средневегетационной биомассы зоопланктона Волгоградского водохранилища (пунктирная линия – основная тенденция; сплошная – полиномиальный тренд)

Видовой состав зоопланктона последние годы значительно не изменился. Из коловраток наиболее часто и в сравнительно больших количествах встречались *Asplanchna priodonta* и *Euchlanis triquetra*. Из веслоногих ракообразных ведущими видами были представители pp. *Mesocyclops*, *Eurytemora* и *Heterocopa*, из ветвистоусых – *Daphnia galeata* и *Bosmina longirostris* (Малинина, Далечина, Филинова, 2005).

Среднесезонное значение биомассы зоопланктона в русле Волгоградского водохранилища за последние двадцать лет существования водоема ни разу не превысило 2 г/м³. По количественным показателям развития зоопланктона русловую его часть на современном этапе существования водохранилища следует отнести к малокормным водоемам (Малинина, 2003).

В мелководной зоне, после образования Саратовского водохранилища уровень развития зоопланктонных организмов оставался относительно высоким.

По данным В.П. Вьюшковой (1974) в мелководной части водохранилища, по сравнению с русловой, уровень развития зоопланктона примерно в два раза выше, а в закрытых мелководьях летом биомасса зоопланктона может достигать 6-15 г/м³ (Небольсина, 1980). Такая же картина наблюдается и в наше время (Малинина, Сониная, Шашуловский, 2003). Уровень развития зоопланктона на мелководьях превышает аналогичные показатели на русле в 2-5 раз и более (Малинина и др., 2002, 2004). С учетом мелководной части Волгоградское водохранилище следует отнести к категории средnekормных водоемов.

Зообентос. Кормовые ресурсы водоема по данной группе традиционно складывается из биомассы кормовых моллюсков и так называемого мягкого бентоса. До создания водохранилища на рассматриваемом отрезке р. Волги общая биомасса зообентоса оценивалась величиной 3.8 г/м². В том числе долю мягкого бентоса приходилось около 25%, остальную часть составляли моллюски. В период заполнения водохранилища (с осени 1958 г. по весну 1961 г.) биомасса зообентоса увеличилась на порядок по сравнению с речным периодом за счет увеличения массы пелофильных видов. Возросло количество моллюсков, при одновременном снижении количественных показателей мягкого бентоса (Белявская, 1960, 1962; Константинов, 1960). В период 1965-1970 гг. по мере формирования грунтового комплекса водохранилища наблюдалось увеличение количественных показателей зообентоса. На этапе 1971-1975 гг. произошло бурное развитие вселенцев, биомасса мягкого бентоса увеличилась в 1.8 раза (Белявская, 1975, Белявская, Вьюшкова, 1971; Нечваленко, 1976, 1977, 1980). Анализ данных свидетельствует о том, что в период 1975-1980 гг. произошла относительная стабилизация количественных показателей зообентоса с некоторыми колебаниями по годам и группам (Филинова, 1987). Показатели развития мягкого зообентоса с начала 1980-х гг. несколько снизились (Филинова, 2003).

По результатам исследования, наличие линейного тренда биомассы мягкого бентоса статистически не подтверждается ($p=0.148$). Сглаживание

динамики показателя полиномным рядом выявило увеличение анализируемого показателя до начала 1990-х гг., после чего стабилизацию, но на более низком уровне (рис. 1.6). Тренд биомассы моллюсков свидетельствует о постепенном нарастании их массы до последнего десятилетия прошлого века и более быстрых темпах в последующем (в конце прошлого и начале нашего века), стабилизации в последние пять лет на высоком уровне развития (см. рис. 1.6).

По уровню развития мягкого бентоса водохранилище может быть отнесено к водоемам средней кормности, с учетом моллюсков - к весьма высококормным (Филинова, 2010 а). Ресурсы моллюсков, составляющих более 99% общей биомассы и по существу определяют динамику зообентоса. В настоящее время их биомасса приближается к максимальному уровню за весь оценочный период. Средняя биомасса моллюсков за 2005-2009 гг. колебалась от 1014 до 2080 г/м², составляя в среднем 1683 г/м².

Из организмов мягкого бентоса в Волгоградском водохранилище наиболее многочисленны аборигенные виды: олигохеты – *Potamothrix hammoniensis*, *P. moldaviensis*; высшие ракообразные – *Dikerogammarus haemobaphes*, *Chaetogammarus warpachowskyi*, *Pontogammarus sarsi*; личинки хирономид – мирные *Chironomus plumosus*, хищные *Procladius ferrugineus* и *Cryptochironomus gr. defectus*, а так же акклиматизированные и натурализовавшиеся в водохранилище полихеты – *Hypnia invalida*. Моллюски представлены преимущественно двумя видами рода *Dreissena*: *D. bugensis* и *D. polymorpha*. (Филинова, 2010 б).

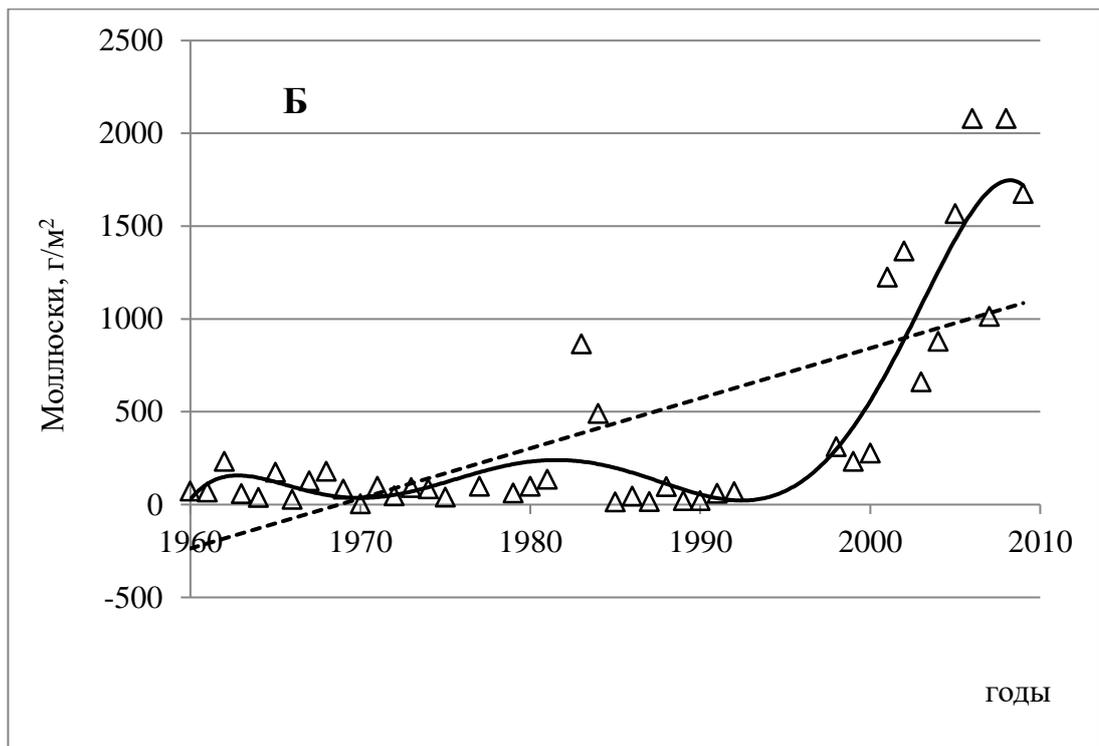
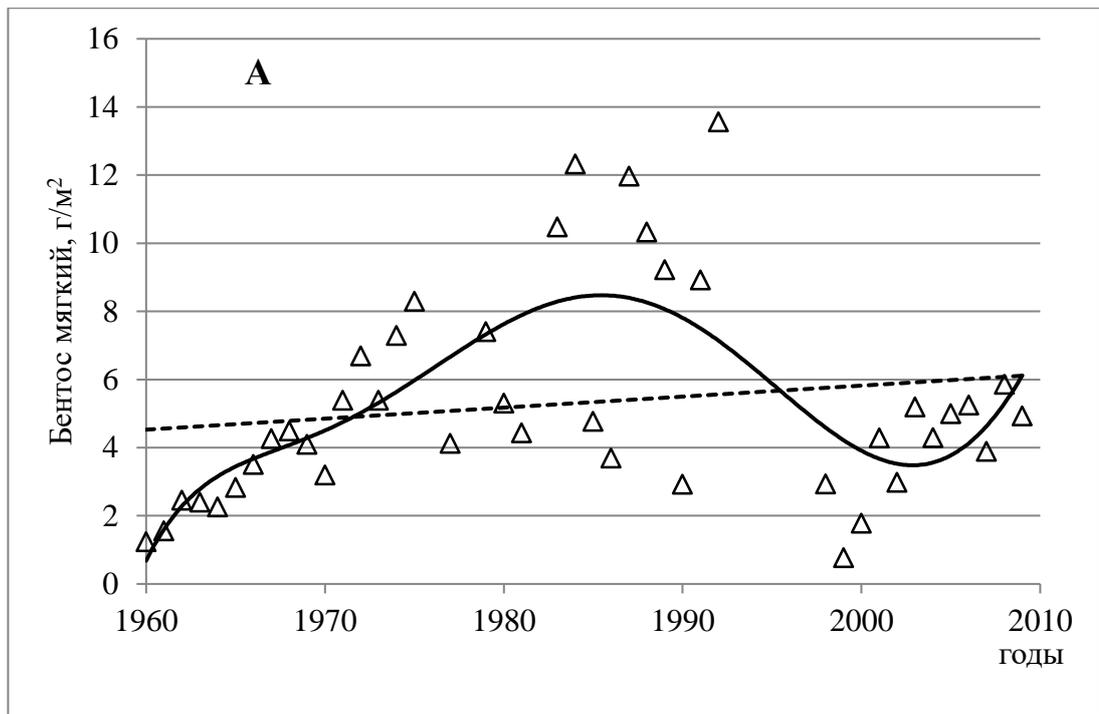


Рисунок 1.6. Многолетняя динамика средневегетационной биомассы мягкого зообентоса (А) и моллюсков (Б) Волгоградского водохранилища (пунктирная линия – основная тенденция; сплошная – полиномиальный тренд)

Из видов аборигенной ихтиофауны моллюсков рода *Dreissena* потребляют плотва, густера, лещ и бычки. Суммарное потребление этого вида корма указанными видами незначительно и по годам колеблется от 2.5 до 9% (Небольсина, 1980; Ермолин 1984). Учитывая, что при наличии специфических потребителей продукция моллюсков может использоваться до 40% и более (Цееб, 1966; Руденко, 1983; Ермолин, 1984 и др.), в Волгоградском водохранилище имеются значительные резервы данного вида корма. При вселении специфических моллюскофагов рыбопродуктивность водохранилища может быть существенно повышена. Одним из таких видов рыб является рыбец, вселенный в Волгоградское водохранилище. Основные биологические показатели рыба в новом водоеме обитания будут рассмотрены в соответствующих разделах работы.

1.2.5. Ихтиофауна

В основу характеристики ихтиофауны положены наблюдения за период с 1959 по 2011 г. Собственные наблюдения автора работы включают 2004-2011 гг. Анализ состава ихтиофауны в более ранний период проводился по литературным данным (Яковлева, 1962; Небольсина, 1975, 1980; Кожевников, 1978; Шашуловский, Ермолин, 2005а, 2005б и др.).

За период существования водохранилища зарегистрирован 61 вид рыбообразных и рыб, относящихся к 2 классам, 12 отрядам, 19 семействам.

В первой половине прошлого века в р. Волге на месте современного Волгоградского водохранилища, с учетом проходных и туводных, было отмечено около 50 видов (Берг, 1916, 1948, 1949а, 1949б). Состав ихтиофауны еще в р. Волге претерпевал изменения, которые наиболее ярко проявлялись в группе проходных рыб. Эта группа была представлена, многочисленными в то время: каспийской миногой, белугой, севрюгой, осетром, белорыбницей, сельдью; и видами с относительно малой численностью: шипом, каспийской кумжей, кутумом, шемаей, каспийским усачем. В отдельные годы отмечалось наличие

угря (Берг, 1916, 1948). К концу 50-х годов прошлого века шип, каспийская кумжа, каспийский усач, кутум, шема, практически исчезли из уловов (Берг, 1948, 1949а). Значительно снизилась также численность осетровых: вылов белуги уменьшился с 71 т в 1936 г. до 25 т в 1940 г., что потребовало срочного принятия рыбоохранных мер (Никольский, 1971). К моменту образования Волгоградского водохранилища на рассматриваемом участке осталось немногим более 40 видов рыб.

Изменение условий обитания по-разному повлияло на численность аборигенов видов. Рыбы, обладающие широким экологическим спектром, способные быстро приспособиться к новым условиям, остались многочисленными. Это, прежде всего - лещ, плотва, густера, красноперка, язь, линь, укляя, верховка; их численность их во все годы наблюдений оставалась высокой. Образование водохранилища способствовало увеличению численности судака, берша и тюльки.

В уловах промысловыми орудиями лова в 1959-1961 гг. (первые годы существования водохранилища) отмечено 22 вида рыб: лещ, плотва, густера, синец, судак, щука, берш (волжский судак), окунь, язь, чехонь, жерех, белоглазка, голавль, золотой и серебряный караси, сазан, линь, стерлядь, налим, сом, красноперка, подуст (Яковлева, 1962).

Данные учета молоди в 1957-1962 гг. показали наличие в водоеме уклейки, ерша, тюльки, верховки, гольца, горчака, пескарей (обыкновенного и белоперого), бычков (кругляка и песочника), вьюна, ельца, подкаменщика, щиповки (обыкновенной и сибирской).

Численность проходных рыб в условиях зарегулированного стока в большой степени зависит от наличия и функционирования рыбопропускных сооружений. Рыбоподъемник на Волжской ГЭС был установлен в 1961 г., выведен на проектную мощность в 1962 г. За период функционирования рыбоподъемника (по 1988 г. включительно) было перенесено (пропущено) из нижнего бьефа плотины в верхний около 13 млн. экз. ценных видов рыб.

Наиболее массовым был пропуск кеслеровской сельди (от 110 до 1150 тыс. экз. в год). Весьма много пропускалось осетра (от 2-3 до 52 тыс. экз. ежегодно), значительно меньше - севрюги (от 0.02 до 1.3) и белорыбицы (от 0.04 до 2.2 тыс. экз. в год). Кроме перечисленных видов рыб из нижнего бьефа плотины в водохранилище мигрировал сом (до 25 тыс. экз. ежегодно). Через рыбоподъемник из нижнего бьефа в верхний проникал белый амур - 500 до 1000 крупных особей ежегодно (Шашуловский, Ермолин, 2005а).

После остановки работы рыбоподъемника в водохранилище через судоходный шлюз проникают: в относительно большом количестве - кеслеровская сельдь; единично - осетр и белорыбица. Проникновение севрюги наблюдалось до 2003 г. Проникновение белуги не отмечено.

Мигрируя по водохранилищу, проходные рыбы концентрировались в его верхней части - нижнем бьефе под плотиной Волжской (у г. Жигулевск и в настоящее время переименованной в Жигулевскую) ГЭС. Особенно большие скопления белуги, осетра, севрюги, белорыбицы, сельди и миноги были отмечены в 1956-1958 гг. в связи с перекрытием Волги у г. Жигулевска (Дюжиков, 1961).

По данным В.А. Шашуловского и В.П. Ермолина (2005а) видовой состав вновь образованного водоема насчитывал 44 вида (приложение, см. 1959-1961 гг.). Практически в первой половине прошлого века, вплоть до образования водохранилища, наблюдалось обеднение видового состава ихтиофауны и упрощение её структуры.

Отмечено снижение численности сазана, подуста, вьюна и стерляди. Последний вид был многочислен в речных условиях, являясь одним из основных промысловых рыб. В условиях водохранилища численность и масса стерляди некоторое время поддерживалась за счет речных, а также урожайных первого-второго водохранилищного поколений (Шилов, Хазов, 1971). По мере становления водоема, вследствие ухудшения условий размножения, численность ее неуклонно снижалась. В настоящее время, с целью восстановления

численности стада стерляди, начат выпуск ее подращенной молоди штучной массой 2-3 грамма (в 2002 г. – 0.5, в 2003 г. – 0.6, в 2004 г. – 0.5, в 2005 г. – 0.5, в 2006 г. – 0.5, в 2007 г.- 0.2, в 2008 г. – 0.1, в 2009 г. – 0.1 млн. экз.).

Изменение флоры и фауны происходило и ранее, но темп изменений, по сравнению с современным, был несравненно ниже. Увеличение темпов расселения чужеродных видов в прошлом веке, особенно во второй его половине обусловлено, в первую очередь, антропогенными факторами. Так, зарегулирование р. Волга, активно начавшееся с 40-х годов прошлого века, создание, на всем протяжении каскада водохранилищ, образование единого водно-транспортного пути Европейской части России, объединившего бассейны Балтийского, Белого, Черного, Азовского и Каспийского морей, послужило непосредственной причиной широкой экспансии целого ряда пресноводных и морских видов гидробионтов включая и рыб (Шашуловский, Ермолин, 2005а).

В водные системы проникали виды, которые ранее там не наблюдались. Результатом взаимодействия аборигенных видов и видов – вселенцев является существенное изменения таксономического разнообразия и экологического статуса сообщества или их системы. Этот процесс принято называть «биологическими инвазиями».

Под биологической инвазией понимается «вторжение в какую-либо местность нехарактерного для нее вида животного, включение в сообщество новых для него видов» (Реймерс, 1988), «все случаи проникновения живых организмов в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального (естественного) ареала» (Дгебуадзе, 2002).

При рассмотрении инвазий выделяют несколько аспектов процесса, из которых два основные:

1. инвазии – как один из случаев процесса расселения;
2. специфичность, период (историческое время) процесса и его индуцирующие факторы.

С этой точки зрения, инвазии можно подразделить на собственно инвазии и палеоинвазии. Собственно инвазии, протекают в наше время, где индуцирующим фактором является человек, а основные факторы и механизмы сопряжены с его хозяйственной или иной деятельностью. Палеоинвазии - события сходные с собственно инвазиями, но протекавшие в доисторическое время и вызванных снятием барьеров благодаря геологическим и климатическим событиям (Иоганзен, 1963; Старобогатов, 1970; Карпевич, 1975 и др.).

Касаясь индуцирующих факторов, следует отметить многочисленные естественные и антропогенные причины, способствующие расселению чужеродных видов, такие как (Шашуловский, Ермолин, 2005а):

- естественное расширение ареала по типу диффузии;
- квазиестественные перемещения, связанные с флуктуациями численности и климатическими изменениями;
- случайные заносы (с балластными водами, с импортной сельскохозяйственной продукцией, вместе с «полезными» интродуцентами, багажом и т.п.).
- антропогенные изменения абиотических факторов окружающей среды, повлекших за собой соответствующие изменения границы ареала;
- преднамеренная интродукция и реинтродукция важных с утилитарной точки зрения организмов.

К концу прошлого столетия значительно возросла частота обнаружения новых видов в прибрежных морских, солоноватоводных и пресноводных экосистемах всего мира. Только во внутренних морях России и сопредельных стран и в каскадах водохранилищ на крупных реках обнаруживается более 150 видов свободноживущих беспозвоночных, ранее не свойственных этим экосистемам. Среди рыб, зарегистрированных в пресных водах России, около 1/3 видов обнаруживается вне пределов их исторических ареалов (Биологические инвазии ..., 2004).

Проблема биологических инвазий коснулась всех сообществ р. Волги и её водохранилищ. Структурные перестройки отмечены в составе фитопланктона, зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны (Никуленко, 2006).

Масштаб изменений состава и структуры сообщества рыб хорошо прослеживаются на примере одного из крупных водохранилищ Волги – Волгоградского.

За период существования водохранилища (1959-2008 гг.) его ихтиофауна пополнилась 17 новыми видами рыб (головешка-ротан, бычок-головач, бычок-цуцик, черноморская игла, звездчатая пуголовка, малая южная колюшка, европейские ряпушка и корюшка, белый и пестрый толстолобики, белый и черный амур, малоротый и черный буффало, рыбец, шип и пелядь).

Головешка-ротан впервые был отмечен в 1988 г. в районе с. Усовка, в месте впадения р. Терешки в Волгу; затем в 1994 г. - в Красноярской пойме (верхний участок водохранилища), и в 1996 г. - в левобережье напротив г. Вольска. С 1997 г. сведения о наличии головешки-ротана стали поступать регулярно с различных участков водохранилища (Шашуловский и др., 2001; Шашуловский, Ермолин, 2005а).

Первые особи бычка-головача были пойманы в 1970 г. в нижней зоне водохранилища (Гавлена, 1977). Расселение его шло относительно быстро – в 1982-1983 гг. он отмечался во всех зонах водохранилища на слабо заиленных и твердых грунтах мелководий (Шашуловский, Ермолин, 2005а). Следует отметить, что высокой численности он не достиг, хотя ежегодно присутствует в уловах.

Первый экземпляр бычка-цуцика был пойман в 1981 г. В последующие годы численность его увеличивалась; в 2003 г. в уловах мальковой волокуши его доля достигала 2% от улова сеголеток.

Черноморская игла и звездчатая пуголовка были случайно завезены при интродукции мизид (Гавлена, 1974; Антонов, Козловский, 2001). Черноморская игла в Волгоградском водохранилище впервые отмечена в уловах мальковыми

орудиями лова в 1969 г.; в 1971 г. выловлено 20 экз. (13 в нижней и 7 в средних зонах). В последующие годы данный вид стал постоянным компонентом в уловах мальковой волокушей на всем протяжении водохранилища.

Звездчатая пуголовка впервые появилась в уловах мальковым тралом в 1978 г., а в следующем году – в уловах мальковой волокушей (Шашуловский, Ермолин, 2005а). В последующие годы постоянно отмечалась в уловах рыбы мальковыми орудиями лова.

Сведений о поимках малой южной колюшки крайне мало. С 1998 по 2007 гг. зарегистрировано 8 случаев ее обнаружения в верхней и средней зонах водохранилища. Тем не менее, как вид она в рассматриваемом водоеме присутствует.

Ряпушка и корюшка встречаются в водохранилище редко, как правило, весной и первой половине лета, вследствие ската из вышерасположенных водохранилищ. Самовоспроизводящихся популяций не образуют. В последние годы в уловах отсутствуют.

Пестрый и белый толстолобики, белый и черный амуры, малоротый и черный буффало, рыбец были введены в состав ихтиофауны водохранилища в результате проведения рыбоводных работ (Легкодимова, Сильникова, 1977, 1987; Небольсина, 1980; Закора, 1995). Выпуск белого толстолобика был начат в 1967 г., пестрого – 1968 г.; молодь этих двух видов до 1992 г. включительно ежегодно выпускалась в водохранилище. До 1976 г. было выпущено около 50 млн. белого толстолобика и 11,3 млн. пестрого средней навеской от 3 до 11 г. В последующем водохранилище зарыбляли более крупной молодь - массой 100-300, а в отдельных случаях 500-700 г (Легкодимова, Сильникова, 1977, 1987). Объем выпуска крупной молоди белого и пестрого толстолобиков составил соответственно 16.5 и 1.5 млн. экз. С 1994 г. выпуск толстолобиков производился эпизодически, масса рыб не превышала 30-40 грамм (Шашуловский, Ермолин, 2005а).

Выпуск белого амура в водохранилище начат в 1968 г. На первых этапах (до 1978 г.) выпускали молодь рыб массой 4-30 г; общий объем выпуска за этот период составил 7.8 млн. экз. С 1979 г. до 1993 гг. в водохранилище выпущено 1.9 млн. экз. молоди массой 100-300 г. Выпуск молоди белого амура, совместно с белым и пестрым толстолобиками возобновлен в 2002 г.: в 2002-2003 гг. выпущено 2.4 млн. экз. растительноядных рыб (Шашуловский, Ермолин, 2005а).

Черного амура выпускали в водохранилище эпизодически - 1968, 1981, 1982, 1983, 1985, 1986, 1991 гг.; объем выпуска в сумме составил 0.8 млн. экз.

Зарыбление водохранилища малоротым и черным буффало начато в 1981 г. (Легкодимова, Сильникова, 1987). Общий объем 8 выпусков (в 1981, 1985, 1986, 1988-1992 гг.) составил 0.41 млн. экз. массой от 100 до 300 г.

Выпуск рыбца производили в 1988-1990 гг. Исходным материалом служила цимлянская популяция рыбца. Личинок перевозили с рыбоводного завода в г. Ростов-на-Дону; после двухлетнего подращивания молодь выпускали в водохранилище. Всего было выпущено 35 тыс. экз. двухлетков и 200 экз. производителей. Первые 5 экз. рыбца выловлены в июне 2003 г. на участке г. Саратов – р.п. Ровное. В ноябре того же года и в апреле 2004 г. выловлено еще 35 разновозрастных особей; 4-5 - годовалые самки и 3-4 - годовалые самцы весной были половозрелыми (Шашуловский, Ермолин, 2005а). В последующие годы происходит увеличение численности и пространственного распространения по водоему.

Следует отметить, что шип к моменту образования водохранилища в уловах не встречался. В водохранилищный период статистикой пропуска через рыбоподъемник не зарегистрирован. Однако в 1983-1986 гг. в вышерасположенное Саратовское водохранилище с целью натурализации было выпущено 1771 тыс. экз. личинок и молоди шипа. Подростая молодь, скатываясь, попадала в Волгоградское водохранилище; отдельные экземпляры шипа были отмечены в уловах тралом в 1986 -1990 гг. (Шашуловский, Ермолин, 2005а).

Пелядь вселяли в Куйбышевское водохранилище: в 1965-1970 гг. было выпущено около 3 млн. сеголетков (Щукин, 1972), откуда часть рыб, скатываясь вниз по течению, мигрировали в Саратовское, а затем в Волгоградское водохранилища. Случаи поимки пеляди отмечены в конце 1970-х – начале 1980-х годов в верхней зоне Волгоградского водохранилища (Животный мир Саратовской области, 2002).

В прудовых хозяйствах Саратовской и Самарской областей выращивают веслоноса (*Polyodon spathula* (Walbaum, 1792)). Наблюдаются уходы его, при размыве дамб, в естественные водоемы, в том числе и водохранилища. Так в Волгоградском водохранилище попадание в уловах веслоноса отмечено в 1998 и 2007 гг. В последнем случае в районе с. Усть-Курдюм (в русле) была выловлена половозрелая особь весом 4.6 кг.

В настоящее время веслонос в список видов не включен, поскольку нет сведений о постоянстве его обитания в Волгоградском водохранилище, хотя в списке рыб в бассейнах Саратовского и Волгоградского водохранилищ он отмечен (Слынько и др., 2000).

Таким образом, за прошедшие 53 года с момента образования Волгоградского водохранилища произошло существенное (на 39%) обогащение видового состава его ихтиофауны. В том числе за счет: самопроизвольного вселения – 6 видов (14%), случайного заселения с кормовыми организмами – 2 вида (4.5%), организация пастбищной аквакультуры – 7 видов (16%), проведения рыбоводных работ в вышерасположенных водохранилищах – 2 вида (4.5%).

Оценивая скорость изменения ихтиофауны, следует признать её крайне высокой - в среднем появляется 1 вид за 2.6 года. Вместе с тем, видов-акклиматизантов, образовавших самовоспроизводящиеся, устойчивые популяции, значительно меньше – 7 видов (16%), в основном (6 видов) мелкие промысловые рыбы - головешка-ротан, бычок-цуцик, игла-рыба, звёздчатая пуголовка, бычок-головач, малая южная коллюшка. Из акклиматизированных

промысловых рыб формируется самовоспроизводящаяся популяция только одного вида – рыбца.

Однако параллельно с появлением в водохранилище новых видов происходило исчезновение ранее существовавших. К настоящему времени в Волгоградском водохранилище не встречаются белуга, севрюга, европейские ряпушка и корюшка, шип, пелядь, черный амур, черный и малоротый буффало (Шашуловский, Ермолин, 2005а).

Динамика изменения состава ихтиофауны Волгоградского водохранилища за период 1959-2010 гг. представлена в таблице 1.10.

Таблица 1.10

Динамика изменения состава ихтиофауны Волгоградского водохранилища за период 1959-2010 гг.

Наименование	Границы временных периодов					
	1959	1975	1985	1995	2003	2011
Появление новых видов	8	5	3	1	1	
Выпадение видов	0	1	4	4	0	
Суммарное изменение	8	6	7	5	0	

Следует отметить, что в ближайшее время вполне возможно обнаружение существования (или проникновение) в водохранилище нового вида: шемаи (*Chalcalburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772)) (реакклиматизация). В коллективной монографии «Экологическое состояние бассейна р. Чапаевка ...» (1997), отмечается поимка 1 экз. рыбы с характерными признаками шемаи. Большинство ихтиологов, работающих на водоемах волжского каскада с настороженностью отнеслись к данному сообщению (ни в одном из списков состава ихтиофауны данный вид не фигурирует), хотя и не исключают возможность проникновения данного вида в водоем (полагают, что это отголосок его бывшего обитания).

Еще один вид, к которому было приковано внимание в нашем веке – донская пуголовка (*Benthophilus durrelli* (Boldyrev, Bogutskaya, 2004). По общепринятому мнению (Каталог пресноводных рыб..., 1998; Атлас пресноводных рыб..., 2002) в водоемах бассейнов рр. Волги и Дона из рода *Benthophilus* (пуголовок) обитает только звездчатая пуголовка, в то время как по последним данным практически обитают (или могут обитать) два вида: *B. stellatus* и *B. durrelli*, что подтверждено ревизией рода пуголовок в Цимлянском водохранилище (Boldyrev, Bogutskaya, 2004). В настоящее время необходима ревизия рода пуголовок в Волжском бассейне.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Фактический материал собирался весной, летом и осенью с 2006 по 2010 гг. (таблица 2.1). В работе также использовались фондовые материалы Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» за 2003-2005 г. Материал для исследования биоэкологических показателей рыбца собирался из уловов рыбы учетным тралом, разработанным Саратовским отделением «ГосНИОРХ» 23-метровый двухпластный учетный трал с ячейей в кутке – 30 мм, с горизонтальным раскрытием 10 м, вертикальном – 5 м. Сетка станций сбора данных, разработанная в первые годы образования водохранилища, соблюдалась и в период текущих исследований (рисунок 2.1). Траления проводились по разрезам с двух-трех кратной повторностью по глубинам 5-10 м, 10-15 м и более 15 м.

Продолжительность учетных тралений 30-60 минут. Площадь облова тралом за единицу времени определялась по скорости хода судна и раскрытию трала. За 1 час траления облавливалось 4.5 га площади водохранилища. Коэффициент уловистости применяемого учетного трала равен 0.4 (Ермолин, 1987).

Кроме трала для учета численности рыб использовались невода. Работа неводами была приурочена к определенным наиболее характерным участкам поймы водохранилища (Большой Иргиз, Маркс, Терешка, Красноярская пойма, Сазанка, Квасниковская Пойма, Кочетное, Ровенско-Черebaево-Красноярская пойма, Еруслан, Учхозовские острова, Горный Балыклей). Применялись невода длиной от 150 до 250 метров. Распределение ячеей по деталям невода следующее: первая половина крыла – 40 мм, вторая половина крыла – 36 мм, мотня – 30 и 22 мм. Площадь, облавливаемая неводами, зависит от условий участка и определяется с помощью составления имитационной модели облова (Методические указания ..., 1990). Коэффициент уловистости невода принят равным 0.6 (Лапицкий, 1970).



Рисунок 2.1 – Карта-схема Волгоградского водохранилища
Сетка траловых учетных станций:

Саратовская область:

1. Р-н устья Б. Иргиза
2. Ниже г. Вольска
3. Воскресенск
4. Орловская воложка
5. О. Воскресенский
6. Маркс
7. Березняковская воложка
8. Карамановкий яр
9. Усовка
10. Чардым

11. Курдюм
12. Чаповка
13. Ниже ж/д моста
14. Беленькие
15. Синенькие-Сосновка
16. Мордова
17. Ахмат
18. Дубовочка-Ровное
19. Ровное-Золотое
20. Нижняя Банновка

Волгоградская область:

21. Щербаковка
22. Иловатка
23. Еруслан
24. Нижняя Добринка
25. Антиповка
26. Быково
27. Учхозовкие острова
28. Горный Балыклей
29. Суводное
30. Приморск
31. Сухая балка
32. Рахинка-Верхнепогромное
33. Дубовка

В весенний период исследовались условия размножения рыб по основным пойменным и устьевым участкам, впадающих в водохранилище рек. Миграционный путь рыбца на нерест прослеживался по результатам контрольных обловов на путях движения рыб к нерестилищам.

Таблица 2.1

Количество собранного и проанализированного материала

Исследуемая тема	Количество собранного и проанализированного материала								
	2003*	2004*	2005*	2006	2007	2008	2009	2010	Всего
Меристические и пластические признаки	-	-	-	-	70	74	-	-	144
Возраст и размерный состав	34	54	134	152	196	240	262	281	1367
Темп роста	34	54	134	152	196	240	262	281	1367
Питание (состав пищи и рационы)	-	-	-	-	88	41	55	-	184
Плодовитость	-	-	-	12	15	12	10	-	49
Миграционный путь	34	68	134	152	196	240	262	281	1367

Примечание: * - литературные данные и фондовые материалы СО ФГБНУ «ГосНИОРХ»

Сбор и обработку материала проводили согласно методическим руководствам (Правдин, 1966; Расс, Казанова, 1966; Малкин, 1976; Пахоруков, 1980; Методические указания..., 1990). Таксономическую принадлежность рыб устанавливали по определителям Берга (1948, 1949а, 1949б), Линдберга (1971), Коблицкой (1981), Современные исследования... (2001) с учетом уточнений изменений таксономических категорий и латинских названий рыб (Аннотированный каталог..., 1998; Атлас пресноводных рыб ..., 2002а, 2002б)

Уловы из всех орудий лова подвергали видовому и количественному анализам. В период с 2004 г. по 2011 г. ежегодно на видовой состав просматривалось 30-35 тыс. особей. Из уловов отдельно отбирались особи рыбца. Возраст рыб определялся по количеству годовых колец на чешуе (Чугунова, 1959).

Измерение пластических признаков проводилось по методике Правдина (1966) (рисунок 2.2).

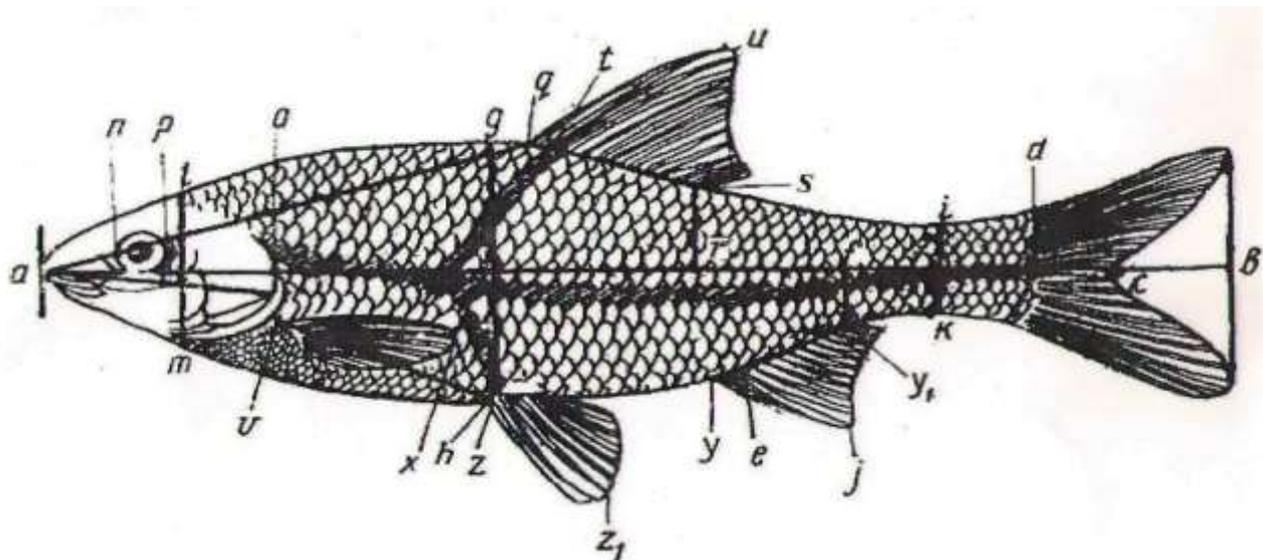


Рисунок 2.2 - Схема измерения рыб карповых (Cyprinidae) (Правдин, 1966)

Условные обозначения:

ad — длина туловища, **rd** — постдорсальное расстояние, **ab** — длина всей рыбы, **fd** — длина хвостового стебля, **ac** — длина по Смиуту, **qs** — длина основания спинного плавника, **an** — длина рыла, **tu** — наибольшая высота спинного плавника, **np** — диаметр глаза (горизонтальный), **yy₁** — длина основания анального плавника, **po** — заглазничный отдел головы, **ej** — наибольшая высота анального плавника, **ao** — длина головы, **vx** — длина грудного плавника, **lm** — высота головы у затылка, **zz₁** — длина брюшного плавника, **gh** — наибольшая высота тела, **vz** — расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников, **ik** — наименьшая высота тела, **zy** — расстояние между основаниями брюшного и анального плавников, **aq** — антедорсальное расстояние.

Линейный рост (прирост) рыб может быть установлен как с помощью непосредственных наблюдений, так и методом обратных расчислений (реконструкцией роста). Последний метод позволяет реконструировать длину тела рыбы на любом году жизни. Благодаря этому появляется возможность сравнивать между собой образцы независимо от того, в какой период они собирались (Чугунова, 1959; Брюзгин, 1969; Малкин, 1976; Пападопол, 1971).

Реконструкция роста рыбаца проведена по способу Розы Ли (Чугунова, 1959), согласно которому формула обратного расчисления имеет следующий вид:

$$L_i = (L-b)r_i/R+b, \quad (2.1)$$

где L - промысловая длина рыбы;

R - дорсальный радиус чешуи;

l_i - длина рыбы i -м году жизни;

r_i - радиус i -го годичного кольца;

b - коэффициент.

Коэффициент b находился исходя из связи «длина рыбы - радиус чешуи». При этом в координатной системе линия, проведенная по точкам «длина рыбы - радиус чешуи», пересекаясь с осью абсцисс, дает численное значение коэффициента b , которое для рыбаца Волгоградского водохранилища равно 2.3 см (рис. 2.3).

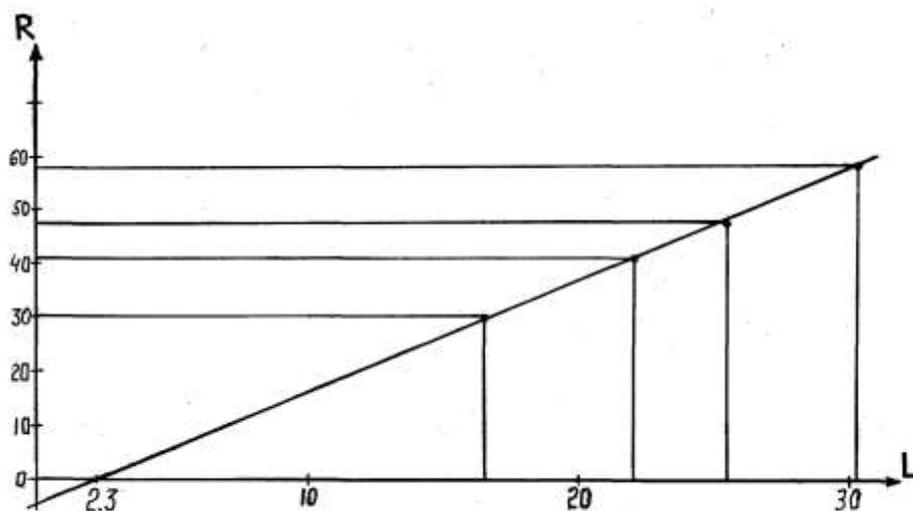


Рисунок 2.3 – График зависимости «длина рыбы - радиус чешуи»
(L – промысловая длина рыбы; R - дорсальный радиус чешуи)

При найденном коэффициенте b формула (2.1) примет следующий вид:

$$L_i = (L-2.3)r_i/R+2.3 \quad (2.2)$$

Численность рыба в водохранилище определена по данным траловых уловов (Методические указания..., 1990).

Материал для исследования состава пищи собирался из уловов рыбы тралом в течении пяти лет (2003-2005 гг., 2009, 2010 г.). Сбор и обработка материала проводились в соответствии с принятыми методами (Методическое пособие..., 1974).

Состав пищи рыба устанавливался на основании изучения содержимого кишечника. При этом содержимое кишечника анализировалось по отделам пищеварительного тракта (I, II, III). Состав пищи устанавливался на основании веса ее отдельных компонентов (Методическое пособие..., 1974). Определение кормовых организмов, за исключением олигохет, велось до вида. Не пищевые компоненты (песок, грунт) учитывались отдельно.

Годовой рацион (годовое потребление корма) определялся методом баланса энергии (Винберг, 1956) согласно уравнению:

$$C_I = \frac{I}{\text{ЭЭП} \cdot U} (R + P_s + P_q), \quad (2.3)$$

где- C_I -рацион I особи;

P_s - траты на энергетический обмен (дыхание);

P_q -траты энергии на генеративный рост;

U - Усвояемость пищи;

ЭЭП- энергетический эквивалент пищи;

Количество корма, потребляемое популяцией, находилась как сумма рационов возрастных групп.

Величина R в формуле (2.3) определялась по схеме:

$$R = \frac{24 \cdot \text{Об} \cdot \text{ЭЭК} \cdot \text{П} \cdot a}{q} \cdot w^k, \quad (2.4)$$

где 24 – часы суток;

Об – принятое соотношение средней скорости обмена в природных условиях и стандартного (индекс трат на обмен по отношению к стандартному);

ЭЭК - энергетический эквивалент кислорода;

П - период для которого рассчитывается рацион (дни);

а- коэффициент, равный обмену при $W=I$ (мл O_2 г/час при 20 $^{\circ}C$), принят равным 0.3 (Винберг, 1956);

W -масса рыбы (г сырой биомассы);

K - показатель степени, принят равным 0.8 (Винберг, 1956);

q - температурная поправка (коэффициент для проведения обмена к температурным условиям среды).

Данные по соматическому приросту получены на основании фактических наблюдений, генеративному - по фактическим наблюдениям, а также расчётом по максимальному коэффициенту зрелости гонад (Биология и промысловое ..., 1970; Рыбец, 1976).

При определении индекса трат на обмен по отношению к стандартному (*Об*), учитывалось, что траты же на активный обмен будут укладываться в интервал от одного до двух стандартных обменов (Винберг, 1956). Реальный уровень активного обмена может быть найден путем сравнения фактических трат со стандартным обменом.

В.П. Ермолиным (1984) на основании материалов суточной станции по исследованию питания леща Саратовского водохранилища показано, что уровень активного обмена леща равен 1.4-1.5 стандартного. Близкие результаты (1.4 раза) были получены Е.П. Сказкиной и В.П. Костюченко (1968) при изучении уровня активного обмена у бычка-кругляка.

Совпадение рационов, рассчитанных балансовым методом при полуторном стандартном обмене и фактически наблюдаемых в естественных условиях, отмечается и у хищников. По данным К.Р. Фортунатовой и О.А. Поповой (1973), годовой рацион промысловой части стада сома (3+ и старше) в дельте Волги равен 2.2, судака – 2.0, жереха – 1.74 от веса тела. Годовые рационы этих же хищников, рассчитанные методом баланса энергии при полуторном стандартном обмене оказались очень близкими: сом – 1.9, судак – 2.0, жерех – 1.96 (Ермолин, 1984). Л.Г. Мельничук (1975) отмечает, что активный обмен молоди карповых и др. рыб водохранилищ Днепра близок к 1.5 стандартного

обмена. Указанный уровень активного обмена был рекомендован для расчета рационов молоди рыб методом баланса энергии (Методические рекомендации по применению ..., 1980).

Учитывая вышесказанное, мы приняли, что уровень активного обмена всех возрастных групп рыба равен 1.5 стандартного обмена.

Энергетический коэффициент кормовых организмов, растительности и детрита заимствован из литературных данных (таблица 2.2). Коэффициент усвояемости малоцетинковых червей принят равным 0,9 (Яблонская, 1935), других животных организмов – 0.8 (Винберг, 1956), растительной пищи и детрита – 0.5 (Боруцкий, 1952, 1955; Щербина, Казлаускене, 1971). Средняя энергоёмкость и усвояемость пищевого комка рассчитывалась методом В.П. Барановой с соавторами (1974).

Интенсивность выедания кормовых организмов рыбом определялось по формуле (Методические рекомендации по применению..., 1980):

$$I = \frac{c \cdot 100}{P_k}, \quad (2.5)$$

где I- интенсивность выедания, %;

c- рацион популяций рыб;

P_k- продукция кормовых организмов.

Для определения разности различий между самцами и самками, которые исследовались в разных количествах, применяли t-критерий Стьюдента:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (2.6)$$

где M₁ - средняя арифметическая первой сравниваемой совокупности (группы), M₂ - средняя арифметическая второй сравниваемой совокупности (группы), m₁ - средняя ошибка первой средней арифметической, m₂ - средняя ошибка второй средней арифметической

Различия морфологических признаков считали существенными, когда t, полученная из формулы, больше t_{табл.} (t_{табл.} ≈ 1.98) при достоверности 0,95 со степенями свободы n₁+n₂-2.

Энергоемкость кормовых организмов и детрита

Группы кормовых организмов	Энергетический эквивалент в сухом веществе	Содержание влаги, %	Энергетический эквивалент по сырому весу	
			Ккал/г	КДж/г
Фитопланктон и макрофиты	3.0-4.0 (Сущеня, 1975)	80-90 (Виноградов, 1939; Михеева, 1970)	0.5	2.1
Зоопланктон	-	-	0.5 (Шерстюк, 1971, 1973; Богатова, 1973)	2.1
Моллюски	-	-	0.3 (Константинов, 1977)	1.26
Олигохеты	5.1-5.3 (Ивлев, 1939)	85-86 (Бокова, 1946)	0.75	3.14
Высшие ракообразные	2.91-4.7 (Сущеня, 1975)	75-80 (Бокова, 1946; Маликова, 1953)	0.9	3.77
Поденки, стрекозы и др. насекомые	-	-	0.8 (Винберг, 1970)	3.35
Хирономиды	5.5-6.2 (Каширская, 1973)	80-85 (Каширская, 1973)	1,0	4.19
Детрит (растительный)	3.59-4.62 (Сущеня, 1975)	85-90	0.5	2.1

Статистическую обработку материала проведена с использованием методов биологической статистики с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics 23.

Построение кривых роста рассчитывались с использованием формулы Людвиг фон Берталанфи (Мина, Клевезаль, 1976).

Для определение экологического положения рыба в новом водоеме обитания применяли подход, позволяющий проанализировать какое место

(экологическую нишу) занимает вид с точки зрения функционального значения (Шашуловский, 2006; Шашуловский, Мосияш, 2010).

Для рассмотрения пищевых взаимоотношений рыба с другими видами Волгоградского водохранилища использовался соответствующий показатель – индекс пищевого сходства (Шорыгин, 1952).

Особенность популяции рыба в Волгоградском водохранилище и малое время ее промысловой эксплуатации, не позволяли применять современные аналитические модели описания популяции. Поэтому были применены наиболее подходящие методы расчетов.

Часть методических вопросов, не вошедших в настоящую главу, были освещены в соответствующих разделах работы.

ГЛАВА 3. ДЕМЭКОЛОГИЯ РЫБЦА В ВОЛГОГРАДСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

При появлении в водоеме нового вида большой практический и теоретический интерес вызывает вопрос о механизмах адаптации и роли его в сообществе.

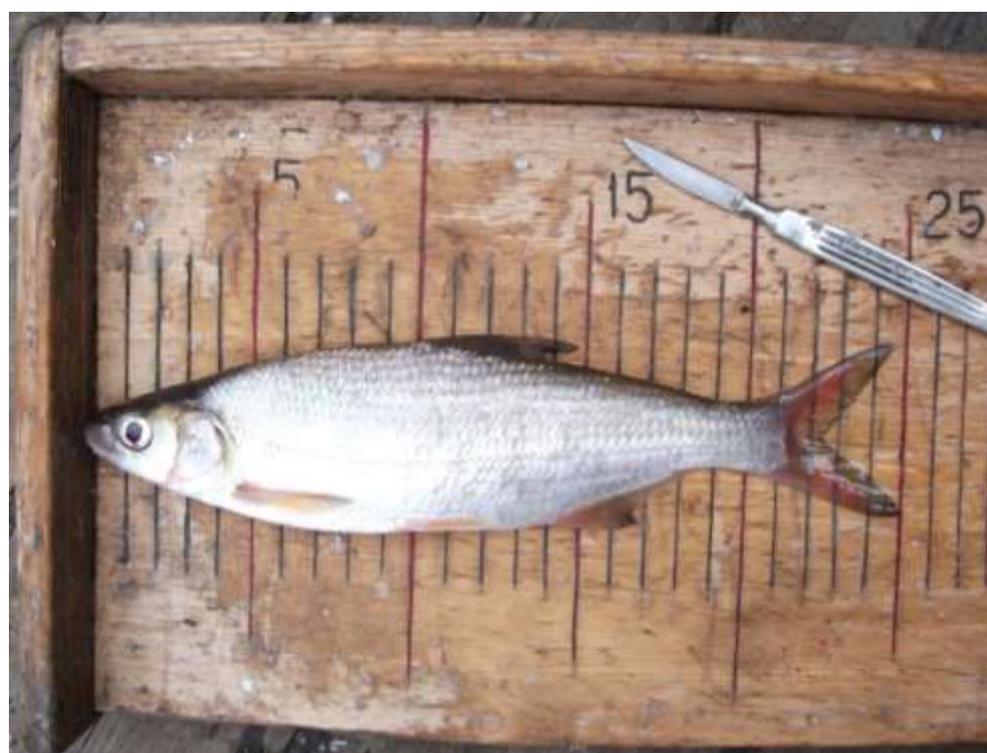


Рисунок 3.1. Рыбец Волгоградского водохранилища
(сверху самка, снизу самец)

3.1. Морфологические признаки

Пластические признаки – это экстерьерные показатели, зависящие от условий среды обитания, в частности от таких её параметров как плотность и вязкость среды, скорость движения водного потока, наличие и доступность пищи и др. (Никольский, 1974; Правдин, 1956).

Хорошо известно, что при акклиматизации рыб происходят изменение и расширение варьирования их пластических признаков, что может рассматриваться как приспособление к новым условиям обитания (Берг, 1949а; Правдин, 1956; Биология и промысловое..., 1970; Никольский, 1974; Рыбец, 1976; Касьянов, 2005 и др.). С другой стороны, если условия обитания в новом водоеме соответствуют требуемым, или близки к ним, то пластические (меристические) признаки укладываются в пределы колебаний, наблюдаемые в естественном ареале обитания. То есть реализация пластических признаков вселенца в водоеме интродукции может рассматриваться как индикатор его условий обитания.

Нами проанализированы 22 пластических признака, полученные на основании промеров 144 экз. рыбка длиной тела (туловища) от 15 до 33 см в Волгоградском водохранилище. На основании литературных данных (Биология и промысловое..., 1970) были установлены наибольшие (max) и наименьшие (min) индивидуальные и групповые значения некоторых пластических признаков, присущих рыбку в пределах ареала (Белянин, Ермолин, 2008). Сравнение размаха вариаций индивидуальных и групповых значений пластических признаков рыбка в ареале и исследуемом водоеме позволяют оценить его статус в водоеме вселения (Белянин, Ермолин, 2008).

Исследование рыбка в Волгоградском водохранилище показало, что статистически значимы половые различия всех линейных пластических признаков ($p < 0.05$), кроме горизонтального диаметра глаза и длины брюшного плавника ($p > 0.05$). При этом самцы по всем признакам меньше самок (см. таблицу 3.1). Горизонтальный диаметр глаза, как у самок, так и у самцов примерно одинаковы. Длина брюшного плавника самок и самцов тоже не имеет

значимых различий. Следует отметить, что обнаруженные различия являются характерным видовым свойством рыбка, отмеченным в большинстве водоемов ареала (Биология и промысловое..., 1970).

Таблица 3.1

Некоторые пластические признаки рыбка
Волгоградского водохранилища, мм

Признаки	♀♀ (74 экз.)	♂♂ (70 экз.)	♀♀ и ♂♂ (144 экз.)	Значения Т-критерия Стьюдента
ad — длина туловища	222.55±4.36	205.86±4.13	214.44±3.08	2.773
Вес, г	201.22±15.25	146.64±11.57	174.69±9.88	1827.0*
ab — длина всей рыбы	265.42±4.97	244.93±4.56	255.46±3.48	3.028
ac — длина по Смиуту	238.46±4.61	217.21±5.06	228.13±3.52	3.109
ap — длина рыла	14.68±0.28	13.72±0.28	14.22±0.20	2.412
np — диаметр глаза (горизонтальный)	11.63±0.20	11.30±0.38	11.47±0.21	0.771
po — заглазничный отдел головы	22.43±0.44	20.69±0.40	21.58±0.31	2.923
ao — длина головы	48.19±0.86	44.66±0.88	46.47±0.63	2.861
lm — высота головы у затылка	35.41±0.68	32.67±0.61	34.08±0.47	2.972
gh — наибольшая высота тела	64.31±1.54	58.56±1.49	61.52±1.10	2.675
ik — наименьшая высота тела	21.90±0.44	20.03±0.43	20.99±0.32	3.058
aq — антедорсальное расстояние	116.00±2.40	104.38±2.94	110.35±1.94	3.076
rd — постдорсальное расстояние	88.28±1.70	80.88±1.93	84.68±1.31	2.886
fd — длина хвостового стебля	32.41±0.64	30.33±0.62	31.40±0.46	2.313
qs — длина основания спинного плавника	24.25±0.46	22.36±0.48	23.33±0.34	2.829
tu — наибольшая высота спинного плавника	49.67±0.87	47.04±0.85	48.39±0.62	2.155
уу ₁ — длина основания анального плавника	44.83±0.91	41.41±0.85	43.17±0.64	2.734
ej — наибольшая высота анального плавника	27.22±0.47	24.96±0.56	26.12±0.37	3.115
vx — длина грудного плавника	37.54±0.74	35.31±0.77	36.46±0.54	2.105
zz ₁ — длина брюшного плавника	33.24±0.55	31.98±0.64	32.63±0.42	1.488
vz — расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников	56.64±1.34	50.87±1.14	53.83±0.91	3.276
зу — расстояние между основаниями брюшного и анального плавников	51.74±1.22	45.98±0.96	48.94±0.82	3.679

Примечание: * - значение критерия Манна-Уитни

Сравнение пропорций признаков в процентах от длины головы и тела показали статистически равное и пропорциональное их развитие вне зависимости от пола (при $p < 0.05$) (таблица 3.2).

Таблица 3.2

Относительные значения ряда пластических признаков рыбка
Волгоградского водохранилища

Признаки	Единицы измерения	♀♀ (74 экз.)	♂♂ (70 экз.)	♀♀ и ♂♂ (144 экз.)	Значения Т-критерия Стьюдента
an — длина рыла	В % от длины головы	30.49±0.25	30.89±0.41	30.68±0.24	0.844
np — диаметр глаза (горизонт.)		24.27±0.23	25.40±0.63	24.82±0.33	1.732
ao — длина головы	В % от длины тела	20.30±0.12	23.13±2.8	21.67±1.36	1.038
lm — высота головы у затылка		14.89±0.10	16.86±2.0	15.85±0.98	1.007
gh — наибольшая высота тела		26.85±0.24	29.87±3.34	28.32±1.63	0.926
ik — наименьшая высота тела		9.19±0.10	10.34±1.26	9.75±0.62	0.940
aq — антедорсальное расстояние		48.54±0.19	53.69±6.44	51.04±3.12	0.821
rd — постдорсальное расстояние		37.09±0.19	37.29±0.17	37.19±0.13	0.747
fd — длина хвостового стебля		13.65±0.13	15.63±0.17	14.61±0.84	1.176
qs — длина основания D		10.24±0.12	11.56±0.14	10.88±0.07	0.981
tu — наибольшая высота D		20.93±0.16	24.39±3.00	22.66±0.67	1.183
уу ₁ — длина основания А		18.80±0.22	21.57±2.75	20.15±1.34	1.033
ej — наибольшая высота А		11.49±0.11	13.16±1.74	12.30±0.85	0.988
vx — длина Р		15.80±0.09	18.27±2.27	17.00±1.11	1.118
zz ₁ — длина V		14.04±0.10	16.67±2.14	15.32±1.04	1.264
vz — расстояние между Р и V		23.68±0.17	25.84±2.69	24.73±1.31	0.827
zy — расстояние между V и А		21.59±0.15	23.47±2.58	22.51±1.25	0.748

Согласно литературным данным (Биология и промысловое..., 1970), рыбец - пластичный вид, характеризующийся высокой изменчивостью (вариабельностью) всех признаков, что хорошо прослеживается при

исследованиях его в разных водоемах в пределах ареала (таблица 3.3). По показателям относительной индивидуальной вариабельности (отношение исследуемого показателя к длине головы и длине тела) к наиболее изменчивым признакам следует отнести: относительную длину рыла, длину хвостового стебля, расстояние между брюшным и анальными плавниками, длину основания и наибольшую высоту дорзального плавника, длину брюшного плавника. Наиболее консервативными являются относительные параметры антедорсального расстояния и высота анального плавника.

Групповые относительные пластические признаки рыба Волгоградского водохранилища укладываются в пределы *min* и *max* значения данного вида в ареале (таблица 3.4).

Таблица 3.3

Индивидуальная вариабельность признаков в ареале, % от среднего значения

Признаки		Вариабельность	Признаки		Вариабельность
an	От длины головы	69.2	tu	От длины тела	46.0
np		39.0	yy ₁		34.6
ao	От длины тела	33.7	ej		21.8
gh		36.8	vx		29.2
ik		35.6	zz ₁		48.6
aq		23.0	vz		50.4
fd		51.6	zy		43.8
qs		54.0			

Групповые пластические признаки рыбца в Волгоградском водохранилище и других водоемах в пределах ареала

Признак		<i>В. в-ще</i>	<i>Min</i> и <i>max</i> групповых пластических признаков в ареале			
			<i>min</i>	водоем	<i>max</i>	водоем
ad		214.44	140.0	низовье р. Дунай	282.9	низовье р. Днестр
an	%	30.68	30.3	р. Днепр	43.0	р. Днестр
np	ДГ	24.83	18.81	Псковско-Чудское оз.	25.5	р. Днепр
ao	% ДТ	21.75	21.0	р Нямунас	26.6	бассейн р. Эльба
gh		28.64	24.5	р. Западная Двина	30.8	Азовское море
ik		9.80	9.02	р. Муреш	11.0	р. Днестр
aq		51.35	50.2	р. Днепр	54.0	р. Муреш
fd		14.70	12.9	р. Днепр	16.27	низовье р. Днепр
qs		10.94	10.04	Низовье р. Днестр	11.8	бассейн р. Эльба
tu		22.66	18.1	р. Западная Двина	22.0	р. Днепр
yy ₁		20.19	18.3	Азовское море	21.97	бассейн р. Эльба
ej		12.33	10.6	р. Криш	13.2	низовье р. Днестр
vx		17.01	15.82	залив Куршю-Марёс	18.9	р. Сирет
zz ₁		15.27	14.1	Азовское море	16.38	верховье р. Дунай
vz		25.03	22.9	р. Западная Двина	26.57	залив Куршю-Марёс
zy		22.76	21.3	верховье р. Днестр	23.62	залив Куршю-Марёс

Примечание. Условные обозначения: %ДГ – процент от длины головы; %ДТ – процент от длины тела. ***В. в-ще*** – Волгоградское водохранилище.

Таким образом, пластические признаки рыбца Волгоградского водохранилища укладываются в пределы индивидуальных и групповых вариаций значений признаков его в естественном ареале, что может рассматриваться подтверждением наличия для рыбца условий в новом местообитании, при которых реализация пластических признаков проходит в типичном для вида режиме, с сохранением характерного для вида экстерьера.

3.2 Возрастной и размерный состав популяции

Возрастной состав является одним из важнейших показателей, характеризующих стадо рыб. Он отражает его «самочувствие», продукционные свойства, устойчивость и др. Для рыбака характерна разновозрастная структура популяции. Однако максимальный отмеченный в литературе возраст в разных водоемах существенно различается. Согласно литературным данным в реках, озерах, эстуарных и морских водах бассейнов Балтийского, Черного и Каспийского морей вылавливаются особи рыбаков в возрасте от 2-х до 13-14 лет (Биология и промысловое ..., 1970). Наибольшее число возрастных групп характерно для рыбака водоемов бассейна Балтийского моря (в уловах в р. Нямунас отмечены рыбы в возрасте до-14 лет), существенно меньше в бассейне Черного моря (р. Днепр – до 7 лет; в дельте Днепра – до 6 лет), еще менее в оз. Разим – до 5 лет.

Основной улов в р. Нямунас приходится на 6-11 леток, в Днепре (в реке и в дельте) 3-5 леток, в о. Разим – 3-4 леток (Вольскис, Каминскене, 1976).

В водоемах вселения рыбака (Каунасском, Сенгилеевском и Ткибульском водохранилищах) в целом эти показатели ниже. В Каунасском водохранилище при максимальном возрасте 10 лет в уловах преобладают рыбы в возрасте 4-7 лет, в Сенгилеевском – соответственно 9 и 3-6 лет, Ткибульском – 5 и 2-3 года (таблица 3.5).

Максимальный возраст рыбака в Волгоградском водохранилище равен 9-10 лет, в уловах доминируют трех-шестилетки, что близко к аналогичным показателям в Сенгилеевском, Каунасском и Цимлянском водохранилищах.

Одним из показателей популяции является также средний возраст популяции. В качестве сравнения рассматривали эксплуатируемые популяции рыбака Каунасского, Сенгилеевского, Цимлянского и Ткибульского водохранилищ (Рыбец, 1976). Рыбец указанных водохранилищ характеризуется относительно коротким возрастным рядом (см. таблицу 3.2.1), при этом популяция рыбака Волгоградского водохранилища занимает промежуточное положение между ткибульской и цимлянской. Средний возраст волгоградской

популяции равен 3.7 года, в то время как ткибульской – 2.3, а цимлянкой - 4.3 года. В тоже время средний возраст нерестовых популяций во всех рассматриваемых водоемах очень близок и колеблется в пределах 3.7-4.4 года (Вольскис и др., 1985). Средний возраст нерестовой популяции рыба в Волгоградском водохранилище 4.5 года, что близко к таковому в других водоемах.

При сравнении размерного состава популяций (таблица 3.6) обнаруживается, что волгоградская популяция занимает промежуточное положение между каунасской и ткибульской. Средний размер рыб волгоградской популяции равен 19.8 см, в то время как ткибульской – 12.2, а каунасской – 25.1 см.

Таблица 3.5

Возрастной состав рыба в ряде водохранилищ, %

Водохранилища	Возрастные группы, годы								Источник
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Каунасское	-	-	-	10,0	34,0	35,0	18,5	2,5	Рыбец, 1976
Сенгилеевское	-	-	19,8	27,6	15,5	19,0	14,7	3,4	
Цимлянское	-	-	18,1	40,1	36,2	5,6	-	-	
Ткибульское	0,7	75,6	19,7	3,5	0,7	-	-	-	
	Возрастные группы, годы								
Волгоградское	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	Наши данные
	2,2	19,6	35,4	27,0	10,8	4,0	0,8	0,2	

Размерный состав рыба в ряде водохранилищ, %

Водохранилища	Размерные группы, см										
	8.1	11.1	14.1	17.1	20.1	23.1	26.1	29.1	32.1	35.1	38.1
	-11	-14	-17	-20	-23	-26	-29	-32	-35	-38	-41
Каунасское	-	-	-	-	16.3	50.4	31.3	2.0			
Сенгилеевское	-	-	-	-	-	14.7	15.5	19.8	29.3	19.0	1.7
Цимлянское	-	-	-	-	-	14.0	37.2	35.2	13.3	0.3	-
Ткибульское	23.4	63.9	12.7	-	-	-	-	-	-	-	
Волгоградское	-	1.5	11.5	50.0	23.5	9.0	3.0	1.0	0.5	-	-

Приведенные данные свидетельствуют о сложившейся разновозрастной структуре популяции рыба Волгоградского водохранилища.

3.3. Питание

Как показали наши исследования спектр питания рыба в Волгоградском водохранилище включает моллюсков, ракообразных, олигохет, личинок хирономид и др. (таблица 3.7 и рисунок 3.2). Пищей сеголетков является зоопланктон, двухлеток – организмы мягкого бентоса, преимущественно олигохеты и гаммариды (более 80%). С третьего года жизни рыбац начинает потреблять моллюсков, доля которых с возрастом рыб увеличивается, при уменьшении роли мягкого бентоса. У старших рыб возрастных групп моллюски составляют более 80%, в то время как мягкий бентос - менее 20%.

Высшие ракообразные в пище рыбац представлены *Dikerogammarus haemobaphes*, *Pontogammarus obesus*, *P. sarsi* и *P. abbreviatus*; моллюски - *Dreissena bugensis* и *D. polymorpha*.

Касаясь интенсивности питания, следует отметить относительно равномерные индексы наполнения кишечника (далее ИНК), при среднем для популяции значении 80⁰/₀₀₀. Согласно литературным данным (Биология и промысловое..., 1970), ИНК у рыбац в заливе Куршю-Марес составляет 87⁰/₀₀₀

(при колебаниях 8-195), Пярнуской бухте - 50 (9-103), Днестровском лимане – 54 (33-101), Таганрогском заливе и Азовском море – 44 ‰ (при размахе вариант от 23 до 115). Исходя из приведенных материалов, следует признать ИНК рыба Волгоградского водохранилища высоким, а условия откорма и обеспеченность пищей хорошими.

Таблица 3.7

Состав пищи рыба Волгоградского водохранилища, % по массе

Группы кормовых организмов	Возрастные группы рыб							В среднем
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	
Зоопланктон	98.1	2.0	-	-	-	-	-	26.3
Олигохеты	0.5	38.7	23.5	4.5	0.6	3.3	16.8	7.2
Гаммариды	0.1	50.4	53.8	37.1	32.6	23.6	-	21.9
Мизиды	-	-	0.1	0.3	-	-	-	0.1
Корофииды	-	-	-	-	-	-	1.0	0.1
Хирономиды	1.0	-	0.1	3.4	1.4	1.0	1.5	1.2
Моллюски	-	1.0	19.0	53.1	65.1	71.1	81.7	41.8
Пр. беспозвоночные	-	1.1	0.5	0.3	0.2	-	-	0.2
Макрофиты	-	5.7	0.7	0.8	-	-	-	0.7
Детрит	0.3	1.0	2.3	0.5	0.1	1.0		0.5
К-во кишечников	25	9	26	58	25	13	2	158
ИНК, ‰	79.9	62.8	67.7	78.6	93.0	85.2	84.1	80.2

Полученные материалы позволили проследить сезонные изменения в питании. Основная масса рыба нагуливается на участке от с. Иловатка до Учхозовских островов (нижняя зона Волгоградского водохранилища), где летом питается преимущественно моллюсками (таблица 3.8), в то время как осенью – организмами мягкого бентоса (78%) при доминировании гаммарид. Такой характер питания связан с сезонной динамикой биомассы кормовых организмов, в первую очередь мягкого бентоса (ракообразных). Многолетние исследования

показали, что для гаммарид на рассматриваемом участке характерны высокие биомассы весной, снижение летом до величин, свойственных малокармным водоемам, и подъем осенью до уровня выше средней кормности (Нечваленко, 1976; Рыбохозяйственное освоение..., 1980; Небольсина, 1980). Соответственно летом, в период недостатка мягкого бентоса, рыба в массе поедает моллюсков, численность которых постоянно высока, и они доступны для потребления. Осенью при существенном повышении биомассы организмов мягкого бентоса переходит на питание последними.

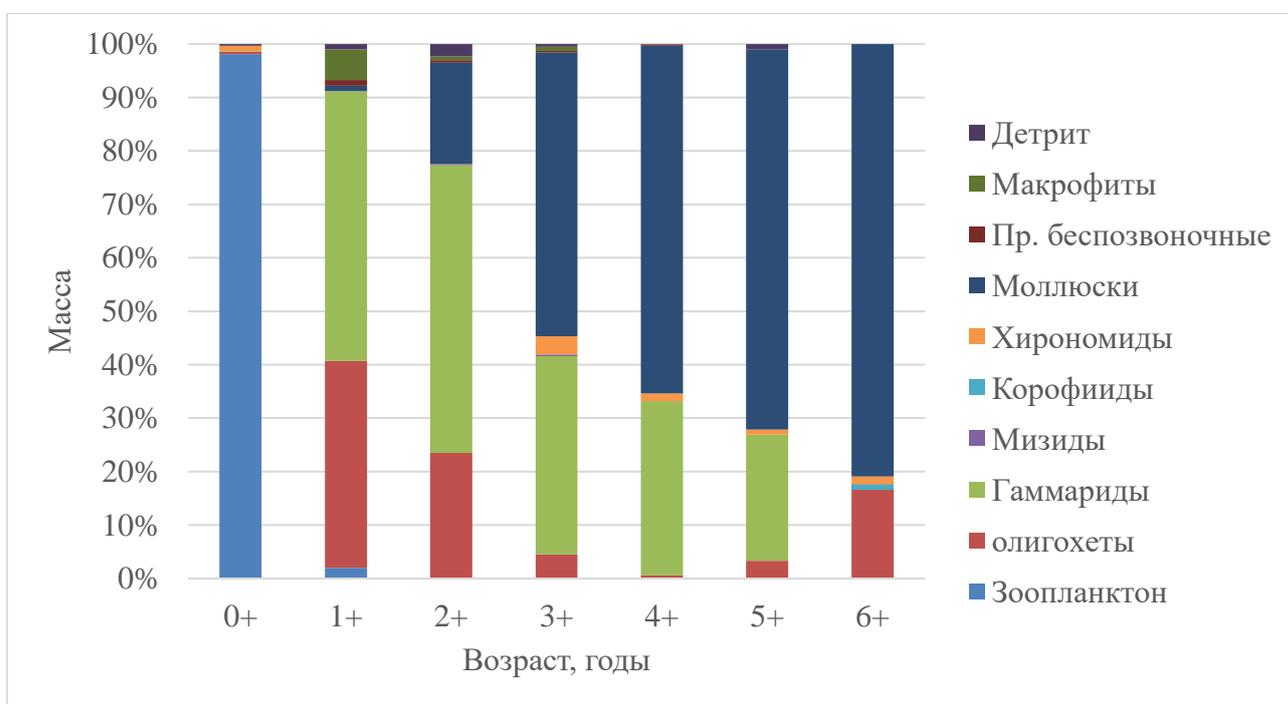


Рисунок 3.2 - Состав пищи рыба Волгоградского водохранилища

Локальные изменения в составе пищи хорошо прослеживаются в период миграций рыб. Так, при переходе рыба с нижнего участка на средний (Саратов-Ровное) в составе пищи происходит замена мягкого бентоса моллюсками (см. таблицу 3.8). Изменение в питании рыб объясняются относительно низкой на последнем участке численностью мягкого бентоса и наличием в большом количестве моллюсков. Смена кормовых объектов не отражается на интенсивности питания, о чем свидетельствуют высокие ИНК.

Приведенные выше материалы свидетельствуют о том, что вселение рыба в Волгоградское водохранилище следует считать позитивным. Рыбец, питаясь свойственной для своего вида пищей, сохранил жизненную стратегию в трофическом плане. Потребляя, как и предполагалось, резервные корма данный вид способствует повышению продуктивности водоема.

Таблица 3.8

Состав пищи рыба по сезонам и участкам водохранилища, % по массе

Кормовые организмы	Сезоны		Участки	
	Лето	Осень	Саратов - Ровное	Иловатка-Учхозовские острова
Олигохеты	1.0	8.3	7.4	3.5
Гаммариды	9.2	69.0	24.7	76.8
Мизиды	0.3	0.3	0.1	0.5
Корофииды	-	0.1	0.1	0.1
Хирономиды	0.1	0.7	0.2	-
Моллюски	85.8	19.7	64.8	18.9
Пр. беспозвоночные	2.2	0.1	0.2	0.1
Макрофиты	1.3	1.5	1.0	0.1
Детрит	0.1	0.3	1.5	-
Кол-во кишечников	29	63	58	34
ИНК, ‰	106.6	66.5	81.9	68.4

Состав пищи дает представление о том, за счет каких видов корма удовлетворяются пищевые потребности рыб. Однако, не менее актуально является знание рациона. То есть, сколько и какого корма потребляют особи популяции в целом и отдельные её категории (в частности возрастные группы). За основу принимали годовой рацион рыб.

Рацион определен для 2007-2010 годов, в качестве примера приведен расчет годового рациона рыба в 2009 году (таблица 3.9). По нашим оценкам в 2007 г. популяция рыба потребила 360 т корма, в 2008 г. – 430 т, в 2009 г – около 500 т.

Таблица 3.9

Годовой рацион популяции рыба в 2009 г.

Наименование	Возрастные группы								Всего	Доля, %
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+ и >		
Рацион одной рыбы, г	36	79	220	561	1102	1195	4319	6331		
Численность рыба, тыс. экз	3700	555	200	112	85	34	13	4		
Рацион рыб популяции, т	133.2	43.8	44.0	62.8	93.7	40.6	56.1	25.3	499.5	100
В том числе по видам корма:										
Зоопланктон	130.8	1.0	-	-	-	-	-	-	131.8	26.3
Олигохеты	0.7	17.0	10.3	2.8	0.6	1.3	3.3	-	36.0	7.2
Хирономиды	1.3	-	0.1	2.1	1.3	0.4	0.8	-	6.0	1.2
Высшие ракообразные	0.1	22.1	23.8	23.5	30.5	9.6	0.6	-	110.2	22.1
Моллюски	-	0.4	8.3	33.4	61.0	28.9	51.4	25.3	208.7	41.8
Прочие беспозвоночные	-	0.4	0.2	0.2	0.2	-	-	-	1.0	0.2
Макрофиты	-	2.5	0.3	0.5	-	-	-	-	3.3	0.7
Детрит	0.3	0.4	1.0	0.3	0.1	0.4	-	-	2.5	0.5

На долю основных групп кормовых организмов, потребляемых рыбцом (моллюски, зоопланктон и высшие ракообразные (преимущественно гаммариды) в совокупности приходится более 90% рациона.

Данные по рационам рыб позволяют получить представление о степени воздействия вида на кормовую базу. Многолетний опыт показал необходимость такого подхода (Фортунатова, Попова, 1973; Мельничук, 1975; Небольсина, 1980; Ермолин, 1984 и др.)

Как показали наши расчеты, воздействие рыбца на кормовую базу Волгоградского водохранилища незначительно. Так, популяция рыбца в 2009 г. потребила 0.004 г/м³ зоопланктона, 0.048 г/м² зообентоса мягкого и 0.067 г/м² моллюсков. В пересчете доли от продукции это составило 0.04% продукции организмов зоопланктона, 0.12% – мягкого бентоса, и 0.0013% – моллюсков (таблица 3.10). В связи с малым потреблением продукции кормовых организмов, особенно моллюсков, можно заключить, что кормовая база не является лимитирующим фактором наращивания численности исследуемого вида.

Таблица 3.10

Использование рыбцом отдельных видов корма в 2009 г.

Группы кормовых организмов	Наименование		
	Потребление	Продукция	Использование, %
Зоопланктон, г/м ³	0.004	10,08	0,04
Мягкий бентос, г/м ²	0.048	39.5	0.12
Моллюсков, г/м ²	0.067	5021.3	0.0013

3.4. Особенности роста

Рост рыб является важнейшим из показателей успеха жизненной стратегии вида. Рост является ответом на условия существования и обуславливается влиянием различных факторов. К важнейшим абиотическим

факторам относятся температурный режим, освещенность, солевой состав воды и др. Из биотических факторов первостепенное значение имеет обеспеченность пищей, ее сбалансированность, наличие ингибиторов или стимуляторов роста и ряд других.

По отношению к рыбаку, рост - это показатель успеха приживания и реализации жизненной стратегии в новом водоеме обитания. Рост отдельных поколений рыбака в Волгоградском водохранилище, установленный по данным обратных вычислений, представлен в таблицах 3.11-3.12.

Следует из представленных данных, рост рыбака отдельных поколений существенно различается. Рыбы поколений 1997-1999 гг. рождения, при относительно малой численности их в водоеме, в достаточной степени обеспечены пищей и хорошо росли. Численность последующих поколений (2000-2005 гг.) увеличивалась, одновременно наблюдалось снижение массы зоопланктона и мягкого бентоса (см. раздел 1.2), что незамедлительно негативно отразилось на темпе роста до уровня роста рыбака в рр. Волхов, Нямунас и Западная Двина (см. таблицу 3.12).

Необходимо отметить, что во второй половине XX века рыбац (*Vimba vimba vimba*) был интродуцирован также в ряде других водоемов с различными условиями нагула (Ткибульское, Сенгилеевское и Каунасское водохранилища). В Ткибульском водохранилище, где кормовая база недостаточна (биомасса бентоса около 0,43 г/м²), рыбац в возрасте 5 лет достигает длины 16.5 см и массы тела до 83 г. В Каунасском водохранилище, где условия нагула средние, эти показатели составляют соответственно 25 см и 275 г. В благоприятных условиях Сенгилеевского водохранилища (биомасса мягкого бентоса до 18 г/м²) рыбац к пяти годам достигает длины 31 см и массой 600 г. Как следует из приведенных примеров, темп роста рыбака очень динамичен и обусловлен условиями нагула, в первую очередь обеспеченностью пищей.

Таблица 3.11

Рост отдельных поколений рыба в Волгоградском водохранилище, см

Поколения годов рождения	Возраст, годы							Количество рыб, экз.
	1	2	3	4	5	6	7	
1997-1999	7.3	14.3	20.6	24.6	29.4			11
2000	6.8	12.3	16.9	21.3	23.2	26.5	30.6	38
2001	6.6	12.2	16.9	20.8	23.0	26.0		60
2002	6.4	11.9	16.3	18.4	21.5			68
2003	5.5	9.6	14.5	19.4				86
2004	6.2	11.7	17.8					48
2005	7.2	14.8						6

Таблица 3.12

Линейный рост рыба в разных водоемах, см

Водоем	Возрастные группы					
	1	2	3	4	5	
р. Волхов	5.7	11.0	16.1	21.2	25.3	
р. Нямунас	3.4	6.9	15.0	19.6	22.1	
р. Западная Двина	5.1	10.2	14.7	19.1	23.4	
р. Неман	6.3	12.3	17.9	22.7	26.6	
р. Кубань	8.5	16.5	22.1	26.9	29.3	
р. Днепр (среднее течение)	7.5	15.0	20.4	26.3	28.3	
р. Днепр (низовье)	-	20.0	23.0	26.1	29.4	
р. Дунай	8.7	15.7	21.5	25.2	30.0	
р. Терек	5.9	9.8	13.9	16.0	19.4	
Волгоградское водохранилище, поколения годов рождения	1997-1999	7.3	14.3	20.6	24.6	29.4
	2000-2005	6.5	12.1	16.5	20.0	22.6

Примечание: Волгоградское водохранилище - наши данные, остальные водоемы (по Биология и промысловое..., 1970).

Сравнительная оценка роста рыб в разных водоемах широко распространена. Однако в этом случае мы имеем относительную характеристику в двух категориях: больше или меньше. Вместе с тем, в нашем веке продолжена, начавшаяся в прошлом веке (Jarnfelt, 1921; Laskar, 1948; Bernatowicz, 1953; Backiel, Zawisza, 1968; Stasgenberg, 1968; Шапошникова, 1949; Щербовски, 1981; Wilkonska, 1975 и др.) разработка типовой шкалы оценки роста рыб (ТШОР) (Сметанин, 2003; Ермолин, 2004, 2006, 2007; Ермолин, Белянин, 2007; Белянин, 2007 и др.). Следует отметить, что было предложено 2 шкалы: 1) трехбалльная (Сметанин, 2003), 2) пятибалльная (Ермолин, 2004, 2006, 2007; Ермолин, Белянин, 2007; Белянин, 2007 и др.).

Суть пятибалльной ТШОР заключается в том, что находятся граничные значения классов роста Y_i (- Y_4 - Y_2 - Y_1 - Y_3 -). Все значения менее Y_4 характеризуют очень медленный рост, между Y_2 - Y_4 – медленный, между Y_1 - Y_2 – средний, между Y_1 - Y_3 – быстрый, все значения более Y_3 – очень быстрый темп роста (принятое название классов роста (по Щербовски, 1981)). При этом Y_2 - Y_1 укладывается в интервал $\bar{x} \pm 0.67\sigma$, а Y_4 - Y_3 – в интервал $\bar{x} \pm 1.56\sigma$.

Используя данные по росту рыбы в ТШОР, достаточно легко охарактеризовать рост (Белянин, 2007; Ермолин, 2007).

Построение типовой шкалы роста базируется на большом объеме материала, что, безусловно, является необходимым условием подобных исследований. Однако, по мере накопления материала, появляется возможность установления общих закономерностей роста, что облегчает решение задачи построения ТШОР при малом числе вариантов (Ермолин, 2010).

Для построения ТШОР рыба в ареале было использовано наименьшее, из ранее рассматриваемых видов рыб, число популяций - 21. Рыбец созревает на 3-5-м годах жизни. Отсюда, для построения типовой шкалы оценки роста необходимы данные по росту рыб до 7-8 лет. Нами использован возрастной ряд из семи возрастных групп.

Основные показатели роста рыба в пределах ареала приведены в таблице 3.13, из которой следует, что максимальное значение стандартного отклонения попадает на возрастную группу в 3 года, что составляет менее 40% заданного возрастного ряда. В последующих группах наблюдается прогрессирующее снижение σ . Строить ТШОР на основе трех возрастных групп для оценки роста популяции не представляется возможным.

Наши исследования показывают, что величины q ($q = \sigma / \bar{x}$) у разных видов рыб, относительно стабильны (таблица 3.14). Очевидно, мы вправе полагать, что динамика q в возрастном ряду рыба будет близка к средней, характерной для рыб, указанных в таблице 3.15. По известному значению \bar{x} и q можно с достаточной степенью точности определить σ по выражению:

$$\sigma = q \cdot \bar{x}, \quad (3.1)$$

При таком подходе увеличение \bar{x} сопровождается пропорциональным увеличением σ . Далее, по модели (3.2) можно найти Y_i :

$$Y = \bar{x} \pm t\sigma, \quad (3.2)$$

где Y - граничные значения соответствующих классов ($Y_1 - Y_4$);

t – нормированное отклонение.

Таблица 3.13

Основные показатели роста рыба в пределах современного ареала

Виды рыб	Возрастные группы						
	1	2	3	4	5	6	7
Среднее \bar{x} , см	8.2	14.2	18.8	25.3	26.8	29.0	30.1
Стандартное отклонение σ , см	3.3	4.2	4.36	3.7	3.38	2.93	3.2

Таблица 3.14

Значения q для рыб

Виды рыб	Возрастные группы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лещ	0.33	0.29	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.18
Щука	0.31	0.27	0.22	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	
Окунь	0.27	0.26	0.24	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
Среднее	0.30	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18

То есть, используя \bar{x}_i и соответствующие q можно построить ТШОР для оценки роста рыбка в ареале. Расчетные значения $\bar{x} \pm t\sigma$ представлены в табл. 3.15, значения коэффициентов в формуле Бергаланффи для рыбка в пределах ареала – в табл. 3.16, граничные значения Y_i – в табл. 3.17.

Таблица 3.15

Средний размер, σ и расчетные значения $\bar{x} \pm t\sigma$ рыбка, см

Показатели	Возрастные группы						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{x}	8.2	14.2	18.8	25.3	26.8	29.0	30.1
q	0.3	0.27	0.25	0.23	0.22	0.21	0.20
σ	2.5	3.8	4.7	5.1	5.9	6.1	6.0
Расчетные значения $\bar{x} \pm t\sigma$							
$\bar{x} - 1.56\sigma$	4.3	8.3	11.5	17.3	17.6	19.5	20.7
$\bar{x} - 0.67\sigma$	6.5	11.7	15.7	21.9	22.8	24.9	26.1
$\bar{x} + 0.67\sigma$	9.9	16.7	21.9	28.7	30.8	33.1	34.1
$\bar{x} + 1.56\sigma$	12.1	20.1	26.1	33.3	36.0	38.5	39.5

Таблица 3.16

Значения коэффициентов в формуле Бергаланффи для рыба

Границы	Коэффициенты			Средняя ошибка аппроксимации, %
	L_{∞}	K	t_0	
y_4	24.9	0.2631	0.2330	5.7
y_2	30.8	0.2763	0.0756	4.6
y_1	39.6	0.2885	-0.0138	5.0
y_3	44.3	0.2997	-0.1770	4.3

Таблица 3.17

Граничные значения Y_i для рыба по уравнению Бергаланффи

Возрастные группы	Y_i				$Y_3 - Y_4$
	Y_4	Y_2	Y_1	Y_3	
1	4.6	6.9	10.8	13.2	8.6
2	9.3	12.7	18.0	21.5	12.2
3	12.9	17.1	23.4	27.6	14.7
4	15.7	20.4	27.5	32.2	16.5
5	17.8	22.9	30.5	35.6	17.8
6	19.4	24.8	32.8	38.1	18.7
7	20.7	26.2	34.5	40.0	19.3
8	21.7	27.3	35.8	41.4	19.7
9	22.4	28.2	36.8	42.4	20.0
10	23.0	28.8	37.5	43.2	20.2

Анализ полученных данных, представленных табл. 3.15 и 3.17 показал увеличение стандартного отклонения от младших возрастов к старшим и расширение границ классовых промежутков в последовательном ряду значений

У₃-У₄. То есть, данный подход обеспечивает достижение однородности материала в большом возрастном интервале.

Оценка роста рыба в ряде водоемов ареала проведена по материалам его роста в Волгоградском водохранилище (наши данные), Пярнуской бухте и Дубоссарском водохранилище (Биология и промысловое значение..., 1970).

В сравнительном плане, рыба в Волгоградском водохранилище растет средне; в Дубоссарском – на первом году – очень быстро, более старшие – быстро. В Пярнуской бухте молодь (сеголетки и двухлетки) растет очень медленно; с трех до шести лет – медленно; более старшие рыбы - средне (рисунок 3.3).

Анализ темпов роста рыба в Волгоградском водохранилище, что на первом году жизни рыба растет медленно. В дальнейшем наблюдается ускорение роста рыба. На втором году рост средний, с третьего - быстрый.

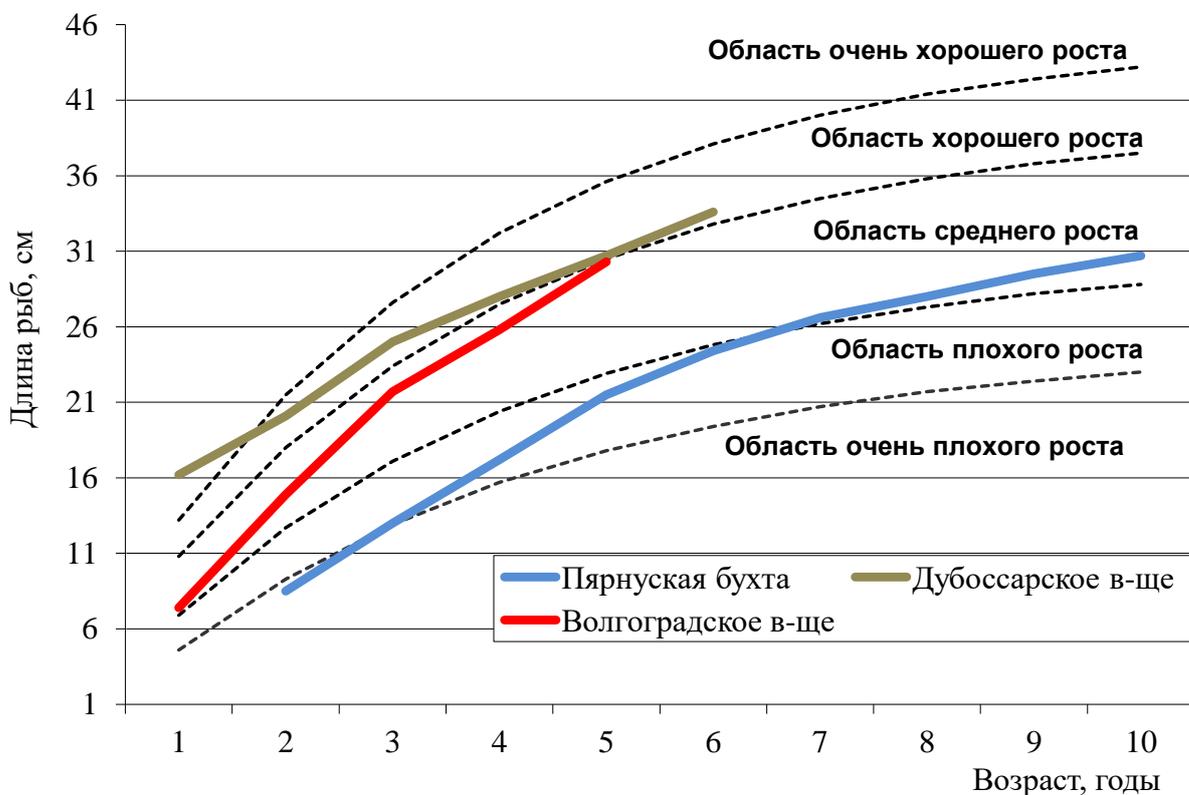


Рисунок 3.3. Характеристика роста рыба ряда водоемов в пределах ареала

Рыбец типичный бентофаг с широким спектром питания. На ранних этапах (личинки, мальки) питается мелкими формами зоопланктона, затем крупными. Со второго года жизни значительную часть пищевого комка составляют бентосные организмы, в начале - мягкого, затем - моллюсков. Взрослый рыбец в массе использует моллюсков, ракообразных, червей, хирономид и др. насекомых (Биология и промысловое значение ..., 1970).

В Волгоградском водохранилище рыбец переходит на питание бентосом на втором году жизни. Пища двухлеток состоит в основном из организмов мягкого бентоса (более 90%, преимущественно олигохет и гаммарид). С третьего года жизни рыбец начинает потреблять моллюсков, доля которых с возрастом рыб увеличивается (Ермолин, Белянин, 2006). Соответственно, в этом возрасте наблюдается ускорение роста (см. рисунок 3.3). Моллюсков можно считать физиологически соответствующей пищей данного вида, обеспечивающей потребности организма в корме и относительно высокий рост рыб. Исходя из сказанного, условия нагула рыба в Волгоградском водохранилище следует признать благоприятными.

3.5 Размножение

Биология размножения рыба довольно подробно исследована в местах коренного его местообитания, частности в р. Нямунас (Неман), Днепр, Кубань (Биология и промысловое ..., 1970; Рыбец..., 1976). Что касается размножения в новых водоемах обитания, то здесь имеются лишь разрозненные сведения. Биология размножения рыба в Волгоградском водохранилище представлена впервые.

Согласно литературным данным, рыбец в Дону и Кубани становится половозрелым на 4-5 году жизни. Нерест порционный. Икру откладывает на каменистые грунты, в мае- июне при температуре воды на нерестилищах 14-16°C. Инкубационный период длится 4-5 суток. Однако, при высокой температуре (20-23°C) инкубационный период сокращается до 2-3 суток. Размер

предличинки при выклеве – около 6 мм. Рассасывание желточного мешка происходит при длине тела 7-8.5 мм в возрасте 8-12 суток. С этого момента личинка начинает активно питаться. Чешуя закладывается при достижении длины 20-22 мм, момент с которого личинка превращается в малька (Коблицкая, 1981).

Как показали наши исследования, в Волгоградском водохранилище созревание рыбца происходит в возрасте 3-5 лет. Нерестовое стадо состоит из 5-ти возрастных групп (3-7 годов), при среднем возрасте самок 4.8 года. Все перечисленные показатели, за исключением возрастного состава, не выходят за пределы колебаний, присущих для обыкновенного рыбца (Биология и промысловое..., 1970). Возрастной ряд нерестового стада несколько короче по сравнению с таковым в водоемах бассейнов Черного и Балтийского морей. Такая картина обычно наблюдается, когда в нерестовом стаде преобладают молодые половозрелые особи (Биология и промысловое..., 1970).

Состав нерестового стада

Соотношение полов в популяции является видовым признаком и отражает многовековую историю взаимоотношения организмов и среды, соответствие последней требованиям рассматриваемого вида, возможности определенного типа размножения и его эффективности. Для рыбца в водоемах первичного ареала характерным является колебания в соотношении самок и самцов от 50/50 в сторону снижения доли самцов и увеличения – самок. Соотношение 50/50 отмечено в Аракумских водоемах и р. Чарна Орава (Польша), во всех других водоемах наблюдается преобладание самок над самцами (таблица 3.18), что связано с неоднократным участием в нересте одного самца с несколькими самками.

Наиболее резкое различие доли самок и самцов в коренных местах обитания наблюдается у рыбца Ладожского озера. Доля самцов в этом водоеме составляет одну треть нерестового стада (см. таблица 3.18).

Таблица 3.18

Размерно-половая структура популяции рыбца в разных точках ареала вида
(1975-1985 гг.) (по Вольскис, Абдурахманов, Попова и др., 1985)

№ п.п	Водоем	Пол	Средние величины и ошибка средней			Доля, %
			Возраст, годы	Длина, см	Вес, г	
1	Ладожское озеро	Самки	5.7±0.13	23.0±0.40	226±11.68	67.7
		Самцы	5.5±0.20	22.2±0.53	207±16.90	32.3
2	Р. Пярну	Самки	8.4±0.17	30.8±0.34	584±21.25	45.4
		Самцы	7.1±0.08	27.4±0.23	386±11.09	54.6
3	Балтийское море (у г. Паланга)	Самки	7.0±0.08	29.8±0.19	494±8.88	69.1
		Самцы	6.5±0.12	32.6±4.79	408±11.84	30.9
4	Зал. Куршю-Марес	Самки	6.3±0.15	27.5±0.25	412±15.54	56.0
		Самцы	6.3±0.14	27.4±0.25	398±10.41	44.0
5	Р. нярис	Самки	6.6±0.10	28.7±0.31	398±12.34	62.8
		Самцы	6.1±0.12	27.2±0.31	333±11.01	37.2
6	р. Висла (ПНР)	Самки	7.7±0.07	31.3±0.12	514±6.34	59.4
		Самцы	7.4±0.10	30.6±0.19	492±9.53	40.6
7	Р. Чарна Орава (ПНР)	Самки	7.5±0.14	32.0±0.26	515±10.43	50.0
		Самцы	6.2±0.10	28.7±0.24	343±5.32	50.0
8	Р. Днепр (низовье)	Самки	5.6±0.08	25.8±0.20	359±8.49	61.9
		Самцы	5.3±0.08	24.6±0.22	280±8.56	38.1
9	Р. Дунай (низовье)	Самки	4.0±0.10	26.8±0.70	379±25.67	66.7
		Самцы	4.2±0.22	26.9±0.86	390±29.79	33.3
10	Цимлянское вдхр.	Самки	4.0±0.07	25.9±0.27	324±9.19	59.3
		Самцы	3.7±0.08	24.1±0.26	247±7.84	40.7
11	Р. Дон	Самки	3.6±0.06	28.8±0.24	410±7.96	45.3
		Самцы	3.3±0.05	27.5±0.18	336±5.13	54.7
12	Сенгилеевское вдхр.	Самки	4.2±0.08	29.9±0.19	451±8.25	71.6
		Самцы	4.0±0.14	28.4±0.18	404±8.17	28.4
13	Ткибульское вдхр.	Самки	4.4±0.06	15.0±0.07	64±0.84	57.3
		Самцы	4.4±0.05	14.8±0.08	61±0.79	42.7
14	Аракумские водоемы	Самки	4.7±0.12	21.8±0.29	223±9.75	50.0
		Самцы	3.2±0.10	16.6±0.35	84±5.62	50.0
15	Кызыл-Агачский залив	Самки	4.1±0.09	19.7±0.24	125±4.86	54.8
		Самцы	3.5±0.06	17.8±0.20	83±3.15	45.2
16	Волгоградское вдхр. *	Самки	4.8±0.12	26.3±0.22	367.5±7.89	61
		Самцы	-	-	-	39

Примечание * - ниши данные

В двух водоемах случайного и целенаправленного зарыбления, а именно в Ткибульском и Сенгилеевском водохранилищах в нерестовой популяции преобладают самки: в Ткибульском водохранилище - 57.3%, в Сенгилеевском – 71.6%.

В нерестовом стаде рыба Каунасского водохранилища, образованного на р. Нямунас (Неман), преобладают самцы - 55% (Биология и промысловое ..., 1970).

В целом, по результатам наблюдений доля самцов в нерестовом стаде рыба может колебаться от 28 до 55%, самок – от 45 до 72%.

По нашим данным, в Волгоградском водохранилище доля самцов в нерестовом стаде равна 39, самок 61%. Таким образом, вселение рыба в Волгоградское водохранилище не вызвало изменения нормы соотношения самок и самцов в нерестовом стаде.

Плодовитость

Результаты исследования рыба Волгоградского водохранилища показали короткий возрастной ряд самок нерестового стада – от 3 до 7 лет, при средних показателях: возраст - 4.8 года, длина – 26.3 см, вес – 367.5 г, плодовитость (по количеству икры в гонадах) - 55.1 тыс. икринок. В гонадах четко различается три размерных фракции икры: крупная - соответствующая первой порции нереста, средняя – вторая порция и мелкая – третья порция нереста. Наибольшее количество икры приходится на первую порцию – 66.6%, значительно меньше на вторую – 27.2%. Доля третьей порции на порядок меньше по сравнению с первой – 6.2%.

Наблюдается линейная зависимость плодовитости от веса и возраста рыба, соответственно:

$$U = 174w - 8500 \quad (3.3)$$

$$U = 22405t - 51532 \quad (3.4)$$

где U – плодовитость самок, икринок;

w – вес рыба, граммы;

t – возраст рыб, годы.

Сравнение полученных данных с аналогичными из других водоемов (Рыбец..., 1976) показывает, что средние значения плодовитости рыба Волгоградского водохранилища в зависимости от веса относительно высокие, по возрастным группам – укладываются в пределы колебаний, присущих для вида в пределах ареала (рисунок 3.4).

В целом, положительный результат интродукции рыба, возможно, связан с наличием в водоеме условий для нереста в соответствии с требованиями вселенца и возможностью реализации его репродуктивного потенциала.

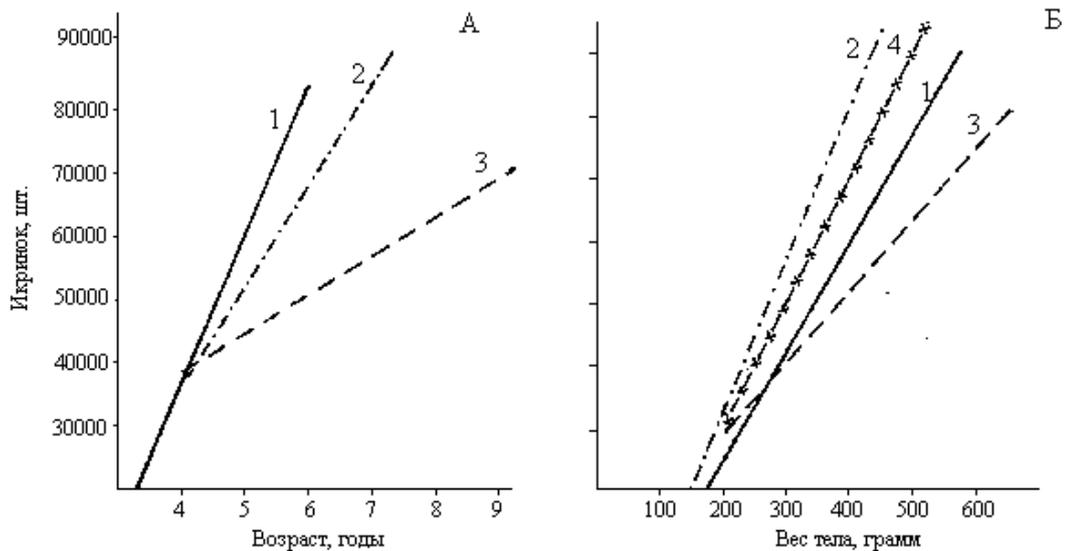


Рисунок 3.4. Плодовитость рыба в зависимости от возраста (А) и веса (Б).

Условные обозначения: 1 – Волгоградское водохранилище; 2 – Днепр;
3 – Нямунас; 4 – Кубань

Нерестовый миграционный цикл

Согласно литературным данным (Биология и промысловое..., 1970; Рыбец..., 1976), рыба повсеместно является полупроходной рыбой, которая поднимается на нерест в реки, а остальную часть жизни проводит в солоноватых водах прибрежной зоны моря. В начале осени рыба, обитающий в эстуариях

Азово-Черноморского и Балтийского бассейнов, поднимается на нерест в крупные и мелкие реки и их притоки. Нерест проходит в апреле-июне. Производители после нереста в одних случаях скатываются на нагул сразу после окончания нерестового периода, в других - остаются на некоторый срок в реке, где интенсивно питаются.

В ряде крупных озер (Ладога, Ильмень, Псковско-Чудское) рыбец всю жизнь обитает в пресной воде, на нерест поднимается в их притоки. После зарегулирования стока крупных рек и создания водохранилищ местные формы перестали скатываться в море, и весь жизненный цикл их стал осуществляться в пределах вновь образованных водоемов. Этот процесс был подробно описан для днестровского и донского рыбцов (Лапицкий, 1970; Биология и промысловое..., 1970; Чепурнова, 1972; Рыбец, 1976).

В Волгоградском водохранилище рыбец, будучи вселен уже после его создания, также образовал жилую форму. При этом наблюдается расхождение мест нагула и нереста. Нагул рыбца в июне-сентябре происходит в средней и нижней зонах водохранилища. Нерест – в верхней зоне водохранилища.

Суждение о миграционном цикле основано на данных уловов рыбца тралом в разных участках водохранилища. Материал собирался с 2003 по 2010 гг. За этот период было проведено 584 учетных траления. Отмечено 219 случаев поимки рыбца. Миграция половозрелых рыб на нерест анализировалась на основании распределения особей в уловах по месяцам в разных точках водохранилища.

В июле-августе рыбец концентрируется в основном на участке Иловатка-Учхозовские острова (таблица 3.18). В сентябре отмечается движение вверх по продольной оси водохранилища, которое усиливается в октябре-ноябре. В ноябре рыбец достигает г. Саратова и движется дальше. В апреле-мае рыбец завершает миграцию в районе населенных пунктов Усовка-Березняки-Маркс-Плотина Саратовской ГЭС, где и нерестится. Протяженность миграционного пути составляет 250-300 км.

Нерестилища рыба расположены на каменистых осыпях правого берега на участке Вольск-Березняки, в р. Терешка и в р. Большой Иргиз. Кроме того, наблюдается нерест рыба в нижней зоне водохранилища, в частности в Песковатском заливе, расположенном примерно в 40 км от плотины Волгоградского гидроузла, но уровень воспроизводства в Песковатской воложке низкий. Основное размножение наблюдается в верхней зоне водохранилища.

Таблица 3.18

Распределение рыба по участкам водохранилища, % от выловленных

Месяцы года	Участки водоема		
	Березняки-Саратов	Саратов-Ровное	Иловатка-Учхозовские острова
Апрель	50	50	-
Май	36	29	35
Июнь	-	50	50
Июль	-	23	77
Август	-	-	100
Сентябрь	-	5	95
Октябрь	-	44	56
Ноябрь	12	56	33

Нерест рыба проходит в мае-июне. После нереста производители рыба скатываются в среднюю и нижнюю зоны водоема. С осени миграционный цикл повторяется. Схема миграционных путей рыба представлена на рисунке 3.5.

Неполовозрелая часть стада движется в направлении миграции половозрелых рыб, но на короткие расстояния. Так в апреле-мае на участке Саратов-Березняки ловятся только половозрелые особи, в то время как в расположенном ниже участке (Саратов-Ровное) – смешанно. Однако, большая часть неполовозрелых рыб, видимо, не совершает миграций и нагуливается на одном кормовом участке. Так на нижнем участке (Иловатка-Учхозовские острова) улов рыба в мае состоит только из неполовозрелых рыб. Аналогичная картина наблюдается и в ноябре

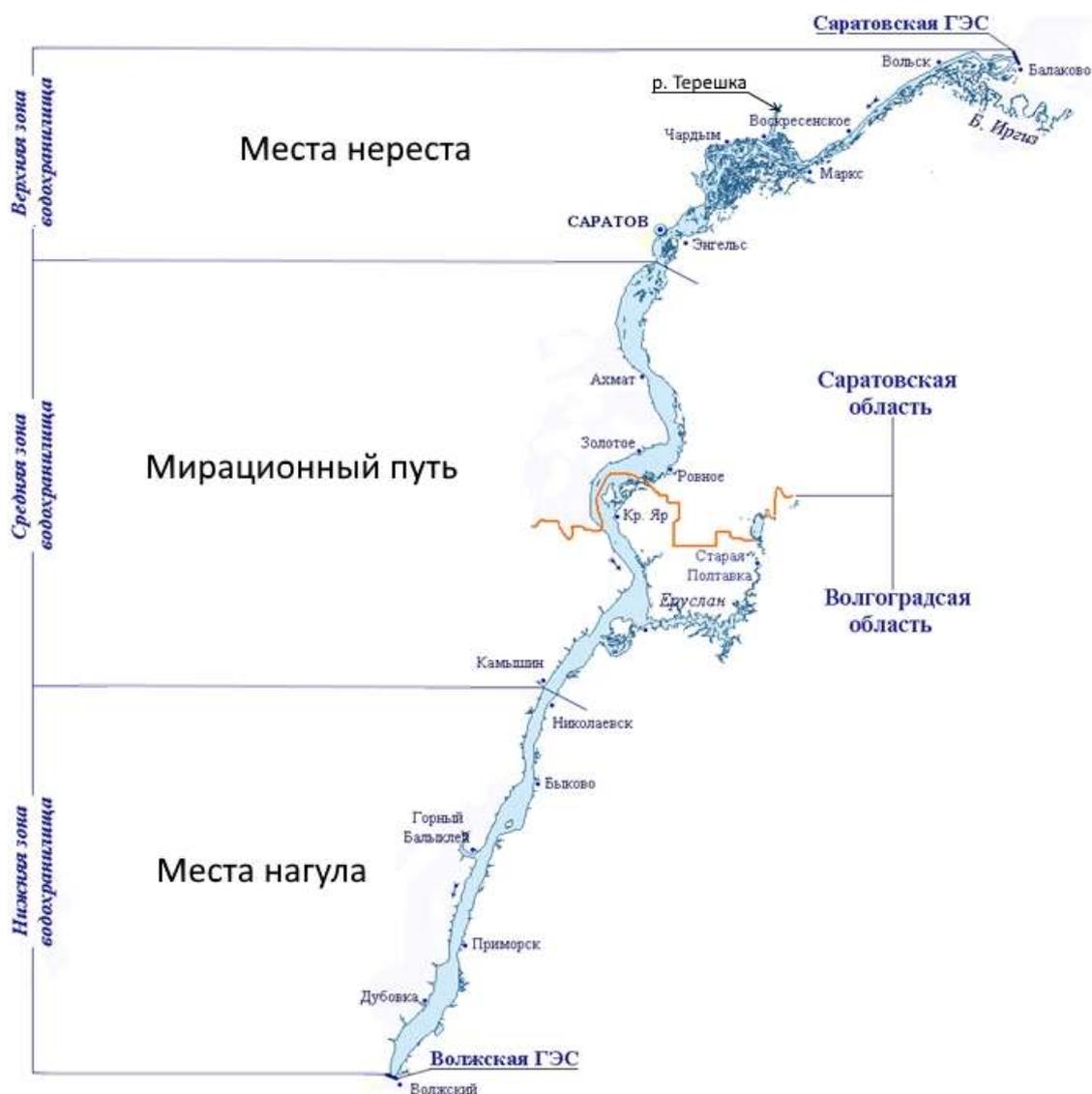


Рисунок 3.5. Миграционные пути рыба в Волгоградском водохранилище

Таким образом, у рыба Волгоградского водохранилища сложился определенный миграционный цикл, связанный с нагулом и размножением. Нагул происходит в нижней зоне водохранилища. Для нереста он поднимается в верхнюю зону, проходя при этом 250-300 км.

По данным траловых уловов, рыба встречается более чем на половине площади водоема. Освоение водохранилища вселенцем продолжается. К настоящему времени отмечены массовые концентрации рыба под плотиной Саратовской ГЭС и в левобережном притоке реки Большой Иртыш под плотиной Сулакского водохранилища. В нижней части водохранилища отмечено его

обитание до плотины и скат из водохранилища, распространение в р. Волге ниже плотины Волжской ГЭС и Волго-Ахтубинской поймы (Вехов, Горский, 2010).

3.6. Экологическое положение рыба в водохранилище и перспективы расширения его ареала в бассейне реки Волги.

Процесс акклиматизации обычно проходит в 3 фазы (интродукцию, адаптацию к новым условиям – формирование новой экологической ниши или вживание в экологическую нишу местных видов, натурализацию).

Ниша – это многомерный объем в экологическом пространстве, ограниченный свойствами вида или популяции и факторами, лимитирующими существование вида, по часто используемому образному выражению, его «экологическая профессия». Такая трактовка ниши, до известной степени контринтуитивная («свободных» ниш в этом смысле не бывает), стала общепринятой после работ И. Хатчинсона (Hutchinson, 1965). Применительно к экологическому пространству, потенциально способному заполняться нишами, следует говорить о существующих в сообществе лицензиях (Левченко, 1993). Ниши в лицензии могут перекрываться или быть полностью разделенными по тем или иным измерениям. Число измерений ниши бесконечно, но в первом приближении их можно свести к трем обобщениям: 1) ресурсы (пища, кислород, необходимый субстрат и т.д.); 2) нересурсные лимитирующие факторы (температура, влажность, хищники, паразиты и т.д.); 3) организация носителя ниши (способы питания, передвижения, защиты от врагов; органы чувств, пищеварение и т.д.) (Арманд, Люри, Жерихин и др., 1999).

Другие авторы описывают экологическую нишу как положение вида (видов) в системе факторов и ресурсов среды. Не являясь характеристикой ни собственно вида, ни собственно среды его обитания, она отражает их взаимодействие (Азовский, 1989; Шашуловский, 2006; Шашуловский, Мосияш, 2010 и др.).

Из всей многомерности взаимоотношений вида со средой для рыба в Волгоградском водохранилище были выделены три основных компонента: 1) предпочтительное местообитание в водоеме, 2) отношение к определенному нерестовому субстрату и 3) характер питания, складывающиеся в некую элементарную нишу, которая определяется как «условная экологическая ниша» (далее УЭН) (Шашуловский, 2006; Шашуловский, Мосияш, 2010) и по смысловому содержанию сходна с «частной нишей» (Никольский, 1971). Описание УЭН осуществлено с помощью кодировки выделенных ихтиоэкоморф (таблица 3.19).

Таблица 3.19

Кодировка ихтиоэкоморф (по Шашуловский, 2006)

Ихтиоэкоморфы	Код	Ихтиоэкоморфы	Код
Предпочтительное местообитание (а)		Отношение к нерестовому субстрату (б)	
Лимнофилы	1	Фитофилы	1
Реофилы	2	Литофилы	2
Лимно-реофилы	3	Псаммофилы	3
Рео-лимнофилы	4	Пелагофилы	4
Характер питания (в)		Псаммо-литофилы	5
Бентофаги	1	Промежуточные	6
Планктофаги	2	Индифферентные	7
Фитофаги	3	Остракофилы	8
Фито-бентофаги	4	Вынашивающие и антофилы	9
Эврифаги	5		
Хищники	6		

Символьное отображение условной экониши вида представляет собой трехзначный код, на основе которого виды ранжированы по условным нишам.

Так, например, УЭН под кодом 231 заполнена двумя видами (пескарем и усатым гольцом), ниша 376 – судаком и бершом, ниша 371 – ершом.

В свете этих представлений, условная экологическая ниша (УЭН) рыба может быть охарактеризована как «лимнофил-литофил-бентофаг». Ранее в рыбном сообществе Волгоградского водохранилища отсутствовали виды с такой характеристикой, что указывает на высокую экологическую специализацию рыба и формирование относительно узкой УЭН. Начало ее формирования связано с вселением рыба в 1988-1990 гг. С 2000-х гг. средняя скорость нарастания численности в первые пять лет наблюдений (2003-2007 гг.) составляла около 40% в год, при постоянном пространственном расширении зоны обитания.

Описание экологических ниш рыбного населения Волгоградского водохранилища по трем осям (предпочитаемому местообитанию, отношению к нерестовому субстрату, характеру питания) позволило выделить 29 «условных экологических ниш» по вероятности модификаций. Рассматривая выделенные ниши можно предположить конкурентные взаимосвязи отдельных видов рыб в этом водоеме.

Данные показывают, что по отношению к нерестовому субстрату конкурентами рыба могут быть: стерлядь, подуст, голавль, осетр русский, шип, севрюга, минога каспийская, белуга, ряпушка европейская, пелядь, снеток, белорыбица, белоглазка, жерех. Однако, эти виды рыб нерестятся в поймах водохранилища, а рыба нерестится преимущественно в верхней зоне водохранилища с речным характером и в падающих реках водоема. То есть у рассматриваемых видов и рыба отмечаются разные места нереста. Следует так же подчеркнуть, что рассматриваемые виды рыб и рыбообразных крайне малочисленны, большинство из них включены в Красную книгу РФ (2001) и Красную книгу Саратовской области (2006), поэтому конкуренция с их стороны возможна в незначительной степени.

Рассматривая пищевые взаимоотношения разных видов, прежде всего, важно выяснить, расходятся ли они в выборе кормовых объектов или их «запросы» совпадают. Для анализа был использован соответствующий показатель – индекс пищевого сходства (Шорыгин, 1952).

К наиболее распространённым и многочисленным мирным рыбам в Волгоградском водохранилище относятся такие бентофаги, как лещ, густера и плотва. На их долю в совокупности приходится около 45% от общей численности промысловых рыб водохранилища. В этой связи рассматривалась степень совпадения пищи для рыбца и этих видов рыб. Данные по составу пищи леща, густеры, плотвы Волгоградского водохранилища взяты из диссертационной работы Т. К. Небольсиной (1980).

Индекс пищевого сходства рыбца с лещом, густерой, плотвой довольно высок и составляет 40.9, 49.5 и 67.2% соответственно. Наибольшее сходство в питании у данных видов рыб наблюдается по моллюскам (таблица 3.20). Как отмечалось выше, резерв бугской дрейссены достаточно велик в Волгоградском водохранилище и не может рассматриваться в качестве ресурса конкуренции.

При взаимодействии рыбца со средой сформировалась новая условная экологическая ниша в Волгоградском водохранилище, в которой на данный момент конкуренция со стороны других видов незначительная.

Естественный ареал обыкновенного рыбца – *V. v. vimba* (Linnaeus, 1758) включает бассейны рек Черного и Балтийского морей. За пределы его он распространён в 2-х направлениях: южном и восточном. Примером южного направления расселения является Ткибульское водохранилище (Грузия), куда рыбец был завезен случайно. В восточном направлении вселён в 1988-1990 гг. в Волгоградское водохранилище с целью использования имеющихся резервных кормов и повышения рыбопродуктивности водоема. Здесь сформировалась самовоспроизводящаяся популяция.

Предварительное исследование ряда его биологических параметров в новом водоеме обитания показало, что рыбец полностью вписался в структуру

рыбного сообщества Волгоградского водохранилища. Успешное освоение рынком Волгоградского водохранилища, во многом сходного с другими водохранилищами каскада, свидетельствует о наличии необходимых для вида условий обитания в других водоемах Волжского каскада. В настоящее время Волгоградское водохранилище является водоемом-резерватом из которого возможно саморасселение рыба в северном, южном и восточном направлениях.

Таблица 3.20

Степень (индекс) пищевого сходства рыб в Волгоградском водохранилище

Группы кормовых организмов	Рыбец-лещ	Рыбец-густера	Рыбец-плотва
Зоопланктон	11.1	2.5	0.1
Олигохеты	7.2	-	0.1
Гаммариды	0.5	2.9	-
Мизиды	-	-	-
Корофииды	0.1	-	-
Хирономиды	1.2	1.2	0.3
Моллюски	19.4	41.8	65.3
Пр. беспозвоночные	0.2	-	0.2
Макрофиты	0.7	0.7	0.7
Детрит	0.5	0.5	0.5
рыба	-	-	-
Индекс пищевого сходства	40.9	49.5	67.2

Естественный ареал обыкновенного рыба – *V. v. vimba* (Linnaeus, 1758) включает бассейны рек Черного и Балтийского морей. За пределы его он распространен в 2-х направлениях: южном и восточном. Примером южного направления расселения является Ткибульское водохранилище (Грузия), куда рыба был завезен случайно. В восточном направлении вселён в 1988-1990 гг. в Волгоградское водохранилище с целью использования имеющихся резервных

кормов и повышения рыбопродуктивности водоема. Здесь сформировалась самовоспроизводящаяся популяция.

Предварительное исследование ряда его биологических параметров в новом водоеме обитания показало, что рыбец полностью вписался в структуру рыбного сообщества Волгоградского водохранилища. Успешное освоение рыбцом Волгоградского водохранилища, во многом сходного с другими водохранилищами каскада, свидетельствует о наличии необходимых для вида условий обитания в других водоемах Волжского каскада. В настоящее время Волгоградское водохранилище является водоемом-резерватом из которого возможно саморасселение рыба в северном, южном и восточном направлениях.

В литературе имеются сведения как о скате рыба из водохранилищ, так и проникновение его в них из нижнего бьефа плотины (Биология и распространение ..., 1970; Рыбец, 1976). Учитывая, что рыбец стал отмечаться под плотинной Саратовской ГЭС, мы вправе ожидать, что в ближайшее время возможно проникновение половозрелых рыбцов в Саратовское водохранилище и естественный нерест в этом водоеме. Дальнейшее естественное распространение будет приурочено к более северным водоемам, в частности к Куйбышевскому водохранилищу. В целом, северное направление распространения обширное и включает все крупные водохранилища Волжского каскада.

Западное, и особенно восточное, направления распространения менее вероятны, по крайней мере, на ближайшую перспективу, поскольку на прилегающих к Волге территориях Саратовской, Волгоградской и Самарской областей далеко не везде имеются условия, удовлетворяющие требованиям размножения рыба как литофила. Вместе с тем, если в дальнейшем будет реализовано северное направление, нельзя исключить возможности освоения рыбцом крупных волжских притоков, например, р. Камы с ее водохранилищами.

Восточное направление распространения так же имеет широкий потенциальный ареал. В Саратовской и Самарской областях распространение

рыбца вероятно будет связано с левобережными притоками и системой оросительно-обводнительных каналов Саратовского и Самарского Заволжья, куда, вместе с подаваемой водой могут быть занесены, как молодь, так и взрослые рыбы. При этом в Саратовском Заволжье не исключено проникновение рыбца в систему рек бессточного бассейна Камыш-Самарских озер – Большой и Малый Узени и их водохранилища. В Самарском Заволжье восточное направление расширится за счет возможного проникновения рыбца в реки – Чапаевка, Самара, Кинель, Сок. Из других левобережных притоков следует указать р. Каму с ее водохранилищами, а также р. Вятку, Белую и др.

Южное направление распространения связано со скатом молоди и взрослых рыб через судоходный канал Волгоградского гидроузла в расположенные ниже участки Волги, возможно, до дельты Волги и Северного Каспия и далее по опресненной зоне Северного Каспия на восток в р. Урал.

Приведенная схема возможного саморасселения рыбца, вследствие недостаточной изученности вопроса, условна. Однако успешное вселение рыбца в Волгоградское водохранилище может на практике оказаться вселением его в Волго-Каспийский бассейн. По предварительным данным, в новых условиях обитания (Волгоградское водохранилище) рыбец реализует лишь часть популяционного приспособительного биологического потенциала.

Успешное вселение рыбца в Волгоградское водохранилище практически оказывается вселением его в Волго-Каспийский бассейн. Учитывая огромный возможный ареал расселения рыбца, становится очевидной и актуальность проблемы – необходимость продолжения исследований в плане более углубленного изучения адаптивных механизмов вселенца в трансформированных экосистемах.

ГЛАВА 4. РЫБЕЦ – НОВЫЙ ОБЪЕКТ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ БИОРЕСУРСОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Акклиматизация ценного вида – рыбака, несмотря на малые объемы вселения, прошла успешно. К настоящему времени сменилось как минимум четыре водохранилищных поколения. Определились места нагула, зимовки, нереста, миграционные пути и сроки. В водохранилище рыбац не изменился и в экологическом плане и сформировал свою естественную экологическую нишу. Рыбац вошел в состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища, став неотъемлемым её компонентом.

4.1 Состав промысловой части популяции, запас и возможный вылов

Сроки достижения промысловых концентраций вселенца определяются конкретными условиями водоема. В Ткибульском водохранилище, где отсутствуют хищные рыбы и имеются благоприятные условия размножения, промысловые концентрации были достигнуты через 4 года с момента обнаружения случайного вселения. В Сенгилеевском водохранилище от начала вселения до открытия промышленного лова прошел 21 год, в том числе латентный период - 7 лет. Формирование промыслового стада рыбака в Цимлянском водохранилище происходило с момента образования водоема (1952 г.). Исходная популяция проходного азовского рыбака, за счет которой формировалось цимлянское стадо, была малочисленна. Латентный период оказался равным 6-ти годам. Промысел был открыт на 14-ый год, при этом уловы рыбака, постоянно возрастая, достигли максимальной величины на 25-ый год существования водоема.

В Волгоградском водохранилище промышленный лов рыбака был начат в 2009 г. При этом от начала вселения (1988 г) до начала промышленного лова прошел 21 год, что полностью совпадает с таковой в Сенгилеевском водохранилище. Однако латентный период оказался более длительным – 12 лет.

В промысловых уловах в отдельных водоемах акклиматизации доля рыба различна. В Ткибульском водохранилище на долю рыба приходится до половины улова, в Сенгилеевском – до 10%, Цимлянском – 0.1-0.7%, Каунасском - менее 1%. Промысловый лов рыба в Цимлянском водохранилище был начат, когда доля его в уловах была равна 0.04%, Сенгилеевском – 0.4-0.6%. В Ткибульском водохранилище рыба вошел в статистику уловов на второй год после обнаружения (вылов первого экземпляра в 1966 г.). На четвертый год (1969), согласно статистике, составил более 50% улова (Рыбец..., 1976).

Согласно контрольным наблюдениям, доля рыба в общем улове в Волгоградском водохранилище в 2008 г. достигла значения 0.2-0.3%. Учитывая, что промысловые биологические показатели не выходят за пределы, характерные для уже эксплуатируемых популяций, было рекомендовано начать его промышленное освоение.

С 2009 г. рыба включен в список промысловых рыб Волгоградского водохранилища. Поскольку рыба новый объект промысла в Волгоградском водохранилище, то состав промыслового стада (возраст, размер, состав стада и др.) лучше рассмотреть в сравнение с таковыми облавливаемых популяций других водоемов.

Как отмечалось ранее, рыба Каунасского, Сенгилеевского, Цимлянского и Ткибульского водохранилищ характеризуется коротким возрастным рядом (Рыбец..., 1976), при этом популяция рыба Волгоградского водохранилища занимает промежуточное положение между ткибульской и цимлянской. Средний возраст (по уловам) волгоградской популяции равен 3.7 года, в то время как ткибульской – 2.3, а цимлянской - 4.3 года. Следует отметить, что несмотря на различие промысловых характеристик, средний возраст нерестовых популяций во всех рассматриваемых водоемах очень близок и колеблется в пределах 3.7-4.4 года (Вольскис и др., 1985).

При сравнении линейного размерного состава популяций обнаруживается, что популяция рыба Волгоградского водохранилища занимает промежуточное

положение между каунасской и ткибульской. Средний линейный размер рыб волгоградской популяции равен 19.8 см, в то время как ткибульской – 12.2, а каунасской - 25.1 см.

В целом, размерные и возрастные показатели промысловой популяции рыба Волгоградского водохранилища характеризуются средними величинами по сравнению с таковыми в других водоемах.

Рыбец повсеместно является ценным видом. Тем не менее, в состав промысловых видов, на которые устанавливается общий допустимый улов (ОДУ) в Волжском каскаде он не вошел. В соответствии с новым положением, для него рассматривается рекомендованный (прогнозный) вылов (РВ).

Для установления РВ нами использованы сборы из уловов рыбы учетным тралом в 2003-2010 г. Запас по категориям (молодь, резерв, пополнение и остаток) приведен для 2010 г. Промысловый запас в 2010 г. составлял 206.4 тыс. экз. массой 53.6 т, который складывается из пополнения и остатка (таблица 4.1).

При определении величины запаса с упреждением в два года исходят из предполагаемой численности рыб на интересующий год, рассчитанной по величине смертности (Небольсина, 1980; Методические указания по оценке ..., 1990). В отношении рыб с существенным нарастанием численности указанный подход затруднителен. Однако, располагая динамикой нарастания численности, можно получить достаточно корректные результаты, используя математическую модель наиболее адекватно её отражающую.

При определении РВ рыба следует учитывать, что начало эксплуатации не должно сдерживать дальнейшее нарастание его численности. Очевидно, что объем изъятия не может определяться коэффициентом естественной смертности ($K_{e.см}$), как это принято для эксплуатируемых промысловых рыб с относительно стабильной численностью (Вольскис, 1973). РВ должен быть ниже $K_{e.см}$.

$K_{e.см}$ рыба в средних возрастах равен 40%. Мы полагаем, что в первые годы доля промыслового освоения запаса не должна превышать 50-70% $K_{e.см}$, или 25%

от промыслового запаса. Исходя из величины запаса рыбца, РВ на 2012 г. был определен в объеме 15 т.

Таблица 4.1

Структура стада рыбца Волгоградского водохранилища в 2010 г.

Возраст	Численность, тыс. экз.	Биомасса, т
1+	10.5	0.2
2+	94.5	3.6
Молодь	105.0	3.8
3+	170.7	14.6
Резерв	170.7	14.6
4+	130.2	22.1
Пополнение	130.2	22.1
5+	52.1	16.5
6+	19.3	10.9
7+	3.9	3.2
8+	0.9	0.9
Остаток	76.2	31.5
Всего	482.1	72.0

Довольно подробные исследования Р.С. Вольскис (1973) показали, что при многовидовом составе рыбного населения водоемов средней полосы Европы, доля рыбца в стабильных ихтиоценозах составляет 2-8%. Однако, для акклиматизантов возможно иное соотношение. Так, доля рыбца в промысловом улове в Ткибульском водохранилище превышает 50%.

В 2010 г. промысловый запас рыбца составлял около 0.5% от промыслового запаса рыб водохранилища. Доля рыбца в промысле рыб в Волгоградском водохранилище может быть определена лишь по пришествию

определенного периода времени, порядка 35-40 лет после вселения (к 2025-2030 гг.).

4.2 Оценка воздействия основных лимитирующих факторов на рост численности популяции рыба

Водные биоресурсы – это один из видов природных ресурсов и, в соответствии с принятой в настоящее время классификацией, они являются исчерпаемыми, но возобновляемыми. Прогнозирование РВ является важнейшей задачей рыбохозяйственной науки (Шибяев, 2007).

Как уже неоднократно отмечалось выше, вселение рыба в Волгоградское водохранилище проводилось с целью оптимального рыбохозяйственного использования кормовых ресурсов водоема, главным образом, моллюсков, потребление которых рыбами туводной ихтиофауны крайне незначительно (Ермолин, Белянин, 2009). Предполагалось, что образовавшаяся пищевая ниша сможет обеспечить увеличение численности популяции вселенца до уровня, позволяющего ежегодно вылавливать из водоема до 200-500 т рыба (Небольсина, Загора, 1985). Фактически уже в первом десятилетии текущего века в водохранилище сформировался промысловый запас рыба, позволивший в 2009 г. начать его промышленный лов, РВ на 2009 г. – 5 т, на 2010 г. – 8 т, на 2011 г. – 10 т, на 2012 г. – 15 т и т.д. Поскольку тенденция роста численности очевидна, актуальной представляется задача оценки возможных пределов этого роста, с тем, чтобы получить ориентировочный прогноз для практики промышленного рыболовства и принятия управленческих решений.

Для определения тенденций изменения численности рыба использовали уравнение логистического (лимитированного) роста популяции Ферхюльста-Пирла (Одум, 1975; Дедю, 1990; Ризниченко, Рубин, 1993; Информационная система..., 2012). Графическое отображение этой модели носит характер S-образной кривой роста. С увеличением численности популяции уменьшаются

потребные ей ресурсы, в связи с чем рост замедляется и численность приближается к верхнему пределу (асимптоте).

Основной задачей при построении логистической модели численности рыба является оценка параметров уравнения r и K . Показатель мгновенной удельной скорости роста популяции r нередко определяется как репродуктивный потенциал популяции или ее биотический потенциал. Экспоненциальный рост популяции возможен лишь при условии неизменного, независимого от численности значения коэффициента r . Естественный рост популяции никогда не реализуется в форме экспоненциальной модели; в крайнем случае следует ей в течение относительно короткого отрезка времени. Объясняется это тем, что рост численности ограничен комплексом факторов внешней среды и реально складывается как результат соотношения меняющихся значений рождаемости и смертности. В таких условиях коэффициент r не остается постоянным, а изменяется в зависимости от численности популяции (плотности населения). Наиболее близко естественный рост численности отражает логистическая модель роста популяции, в которой изменения численности во времени выражаются S -образной кривой, форма которой определяется зависимой от численности величиной соотношения рождаемости и смертности в условиях ограничения верхнего порога численности внешними условиями (Шилов, 1998).

В прогнозных целях для нас наиболее важным является параметр K , отражающий некую предельно возможную величину в существующих условиях величину численности популяции, экологическую «емкость угодий». В соответствии с логистической моделью рост популяции некоторое время идет замедленно, затем кривая численности круто возрастает и, наконец, выходит на плато, определяемое емкостью угодий. Этот конечный уровень отражает уравновешенность процессов рождаемости и смертности в соответствии с наличными ресурсами среды (Шилов, 1998).

При прогнозировании верхнего предела численности рыба, в качестве гипотезы принято, что основными ресурсами, лимитирующими рост

численности популяции, являются 1) ресурсы пригодных для нереста площадей и 2) пищевые ресурсы. Исходя из этого, была сделана попытка построения двух вероятных вариантов модели асимптотического роста популяции. Первый вариант предполагает, что рост лимитируется наличием мест для размножения, второй – кормовой базой рыбака.

Чтобы оценить, как меняется удельная скорость роста с увеличением численности, представим данные изменения относительной численности популяции рыбака в полупологарифмических координатах, где по оси абсцисс отложено время t (годы наблюдений), по оси ординат – логарифм относительной численности $\ln(x)$ (рисунок 4.1). Отклонение от прямой линии с течением времени указывает на то, что удельная скорость роста популяции уменьшается с увеличением ее численности. Данное обстоятельство может свидетельствовать в пользу того, что происходящее нарастание численности соответствует правой части S-образной кривой и лимитирование роста популяции уже имеет место. В соответствии с принятой нами гипотезой, это лимитирование может быть отнесено на счет ресурса пригодных для нереста угодий. В этой связи остановимся вначале на первом варианте модели роста популяции.

Уравнение Ферхюльста-Пирла имеет следующий вид:

$$\frac{dx}{dt} = x \cdot r \cdot \left(1 - \frac{x}{K}\right), \quad (4.1)$$

где x – численность популяции, t – время, r – показатель специфической скорости роста популяции, K – показатель предельной численности, который в разных интерпретациях носит название «емкость среды» или «емкость экологической ниши», выражается в единицах численности и определяется рядом факторов, ограничивающих рост популяции.

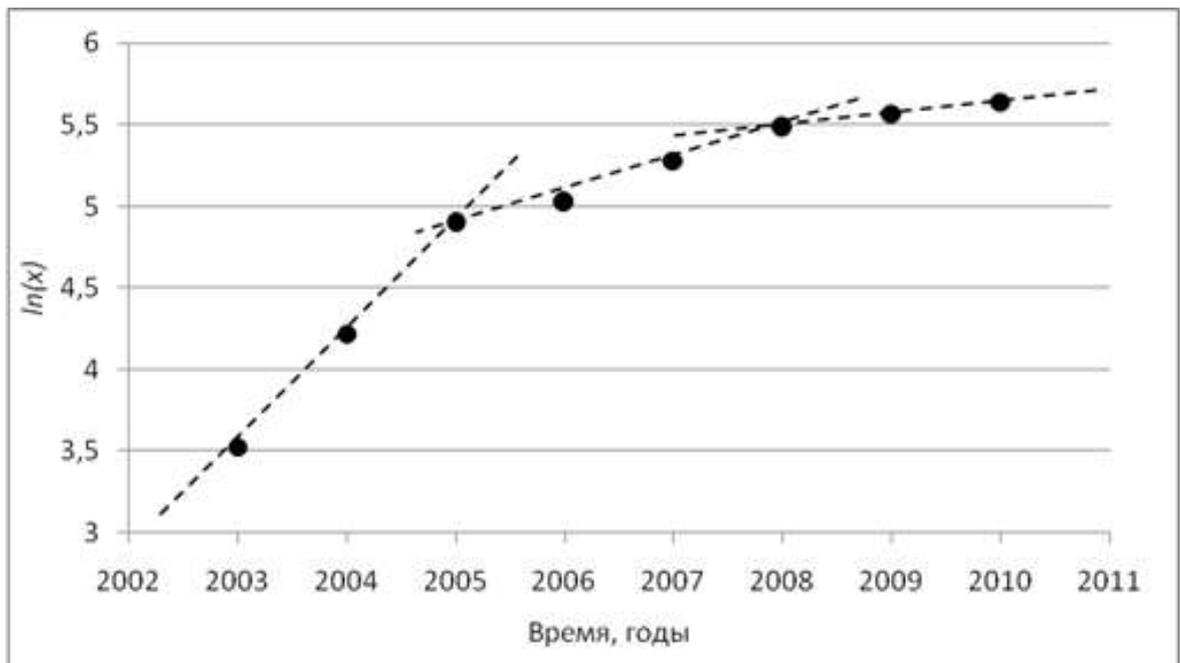


Рисунок 4.1 - Изменение относительной численности популяции рыбца в полулогарифмических координатах

Уравнение Ферхюльста-Пирла имеет аналитическое решение:

$$x(t) = \frac{x_0 K e^{rt}}{K - x_0 + x_0 e^{rt}}, \quad (4.2)$$

где x_0 – начальная численность популяции.

Для построения прогнозной модели сформируем таблицу с исходными показателями относительной численности рыбца и дополнительными переменными, которые потребуются в ходе определения параметров модели (таблица 4.2).

Основной задачей при построении логистической модели численности рыбца является оценка параметров уравнения r и K . Причем в прогнозных целях для нас наиболее важным является последний параметр, отражающий некую предельно возможную в существующих условиях величину численности популяции.

Таблица 4.2

Исходные и дополнительные переменные для определения параметров уравнения Ферхюльста-Пирла (пояснения в тексте)

Время (t), годы	Относительная численность (x), экз.	\tilde{x}	$\frac{\Delta x}{\Delta t}$	$\frac{1}{\tilde{x}} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$\ln \frac{x}{K-x}$
2003	34	51,0	34	0,667	-2,06
2004	68	101,0	66	0,653	-1,23
2005	134	143,0	18	0,126	-0,21
2006	152	174,0	44	0,253	0,03
2007	196	218,0	44	0,202	0,63
2008	240	251,0	22	0,088	1,39
2009	262	271,5	19	0,070	1,93
2010	281	140,5	0,14	0,001	2,69

Оценка параметра K основана на приближенном выражении, получаемом из уравнения (4.1):

$$\frac{1}{\tilde{x}} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \approx r - \frac{r}{K} \cdot \tilde{x}, \quad (4.3)$$

где $\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{i+1} - x_i}{t_{i+1} - t_i}$ и $\tilde{x} = \frac{x_{i+1} + x_i}{2}$.

На основе первичных данных по относительной численности рыба рассчитаем дополнительные переменные $\frac{1}{\tilde{x}} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t}$ и \tilde{x} (см. таблицу 4.2), и представим их в виде графика, где по оси абсцисс отложена \tilde{x} , а по оси ординат - $\frac{1}{\tilde{x}} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (рисунок 4.2). Проведя прямую линию через крайние точки, продолжим её до пересечения с осью абсцисс. Согласно выражению (4.3), точка пересечения с осью приблизительно соответствует величине K . В данном случае, найденная асимптота равна 300 экземплярам относительной численности рыба. Иными словами, по прогностической модели, предельная численность популяции приблизительно будет соответствовать этой величине.

Как следует из первичных данных (см. таблица 4.2), в последние годы относительная численность рыбака (около 280 экз.) уже достаточно близка к прогнозируемой предельной величине.

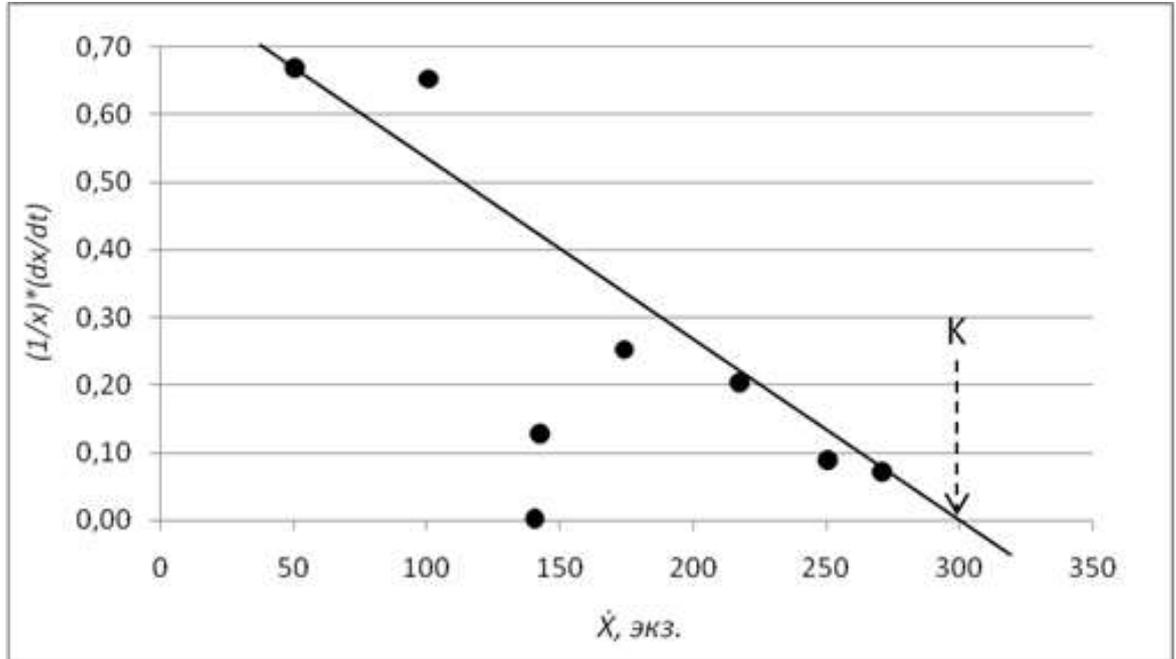


Рисунок 4.2 – Определение параметра K в уравнении Ферхюльста-Пирла по дополнительным переменным

Для нахождения параметра r воспользуемся интегральной формой уравнения Ферхюльста-Пирла в логарифмическом виде:

$$\ln \frac{x}{K-x} = \ln \frac{x_0}{K-x_0} + rt. \quad (4.4)$$

На основе ряда x рассчитаем дополнительную переменную $\ln \frac{x}{K-x}$ (см. таблица 4.1) и построим график её зависимости от времени t (рисунок 4.3). Как видно, экспериментальные точки группируются около прямой линии, тангенс угла которой с осью абсцисс, согласно выражению (4.4), дает значение r . В данном случае, это значение равно угловому коэффициенту регрессионного уравнения отражающего зависимость дополнительной переменной от времени. Таким образом, в нашей модели параметр r равен 0.716.

Как указывается в одном из источников (Информационная система..., 2012), в случае достаточно больших r динамика численности может демонстрировать хаотические изменения. При невысоких значениях r (менее 3), численность популяции стремится к устойчивому равновесию. В нашем примере низкая величина r свидетельствует о стремлении популяции рыбца к некой устойчивости.

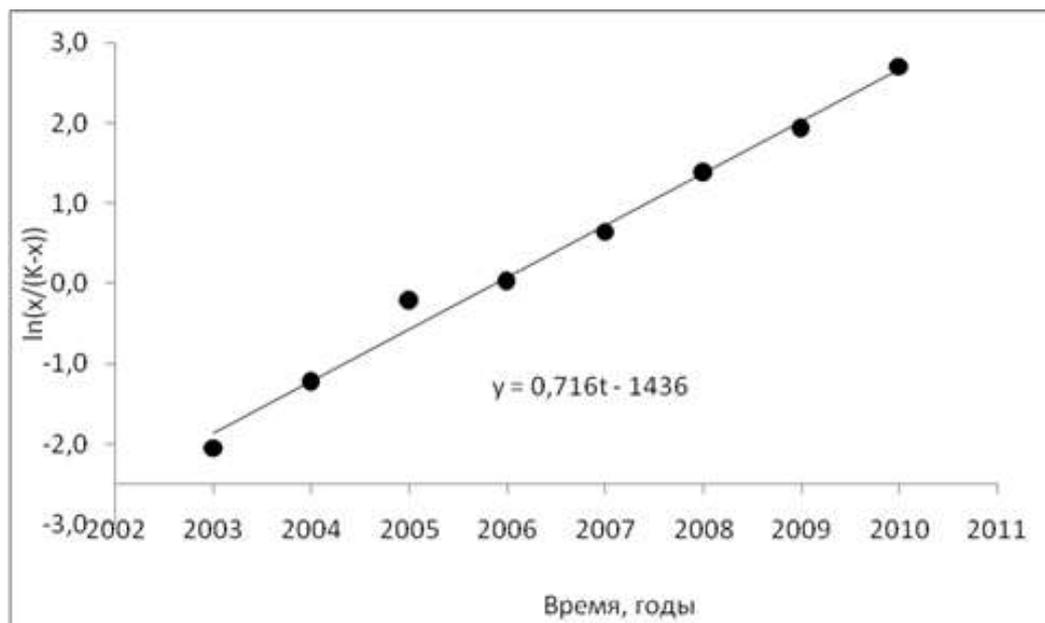


Рисунок 4.3 – Определение параметра r в уравнении Ферхюльста-Пирла

Чтобы убедиться в корректности рассчитанных параметров K и r , используем для их оценки другой алгоритм расчета, который может быть реализован в виде итерационной процедуры «Поиск решения» в программной среде Microsoft Excel. Это процедура в последнее время находит применение как для оценки параметров регрессионных моделей в экологии (Коросов, 2002), так и при рыбохозяйственном прогнозировании (Мосияш, Шашуловский, 2003; Шашуловский, Мосияш, 2004). Общие принципы работы с процедурой «Поиск решения» подробно описаны в справочной литературе (Штайнер, 2006).

Расчеты строятся на рабочем листе Microsoft Excel (рисунок 4.4). Диапазоны ячеек B2:B9 и C2:C9 содержат соответственно показатели расчетного времени t и наблюдаемых значений относительной численности рыбца x . В

ячейках D2:D9 занесены формулы для вычисления относительной численности по аналитической форме уравнения (4.2) Ферхюльста-Пирла. Значения параметров K и r для вычисления по этим формулам берутся соответственно из ячеек D12 и D13. Разность между наблюдаемыми и модельными значениями численности и её квадрат рассчитываются в ячейках E2:E9 и F2:F9.

Задача работы процедуры «Поиск решения» сводится к тому, чтобы минимизировать сумму квадратов разности (ячейка F10), итерационно изменяя параметры K и r в ячейках D12 и D13, исходные значения которых берутся произвольно, как это показано на рисунке 4.4.

Перечисленные условия отражены в диалоговом окне процедуры «Поиск решения» (рисунок 4.5). Фрагмент листа с окончательными результатами итерационного моделирования показан на рисунке 4.6, из которого следует, что параметр K по данному алгоритму оценен величиной 285 экз. относительной численности, а показатель специфической скорости роста $r = 0,743$. Таким образом, значения указанных параметров весьма близки к тем, которые были получены аналитическим методом. В целом оба алгоритма расчетов показывают, что значения верхней асимптоты близки к наблюдаемой относительной численности рыба в последние годы.

	A	B	C	D	E	F
1	Календарный год	Расчетный год	Наблюдаемая относительная численность	Численность по уравнению Ферхюльста	Разность	Квадрат разности
2	2003	0	34	34,0	0,0	0,0
3	2004	1	68	48,9	19,1	365,9
4	2005	2	134	66,5	67,5	4554,2
5	2006	3	152	85,2	66,8	4466,8
6	2007	4	196	102,6	93,4	8720,2
7	2008	5	240	117,2	122,8	15084,1
8	2009	6	262	128,2	133,8	17897,0
9	2010	7	281	136,0	145,0	21028,0
10	Сумма					72116,3
11						
12			K=	150,0		
13			r=	0,500		

Рисунок 4.4 – Фрагмент листа Microsoft Excel с таблицей для оценки параметров K и r в уравнении Ферхюльста (1-ый вариант модели) до проведения процедуры «Поиск решения»

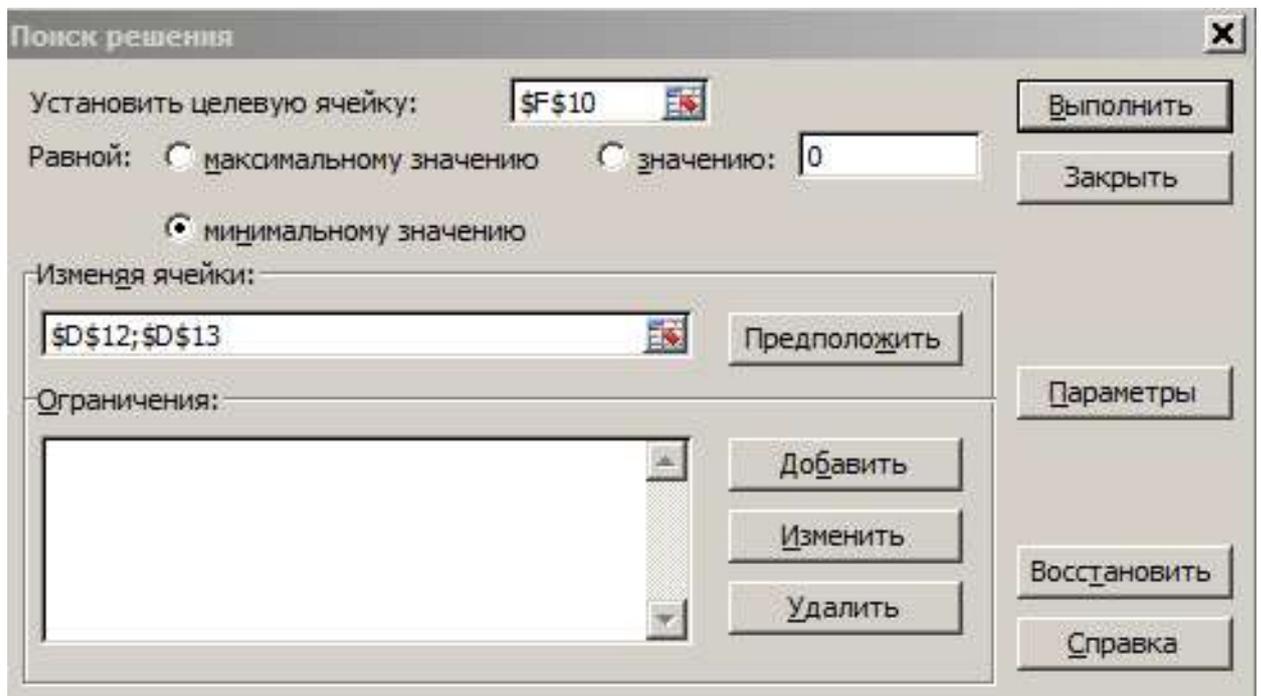


Рисунок 4.5 – Заполненное окно диалога процедуры «Поиск решения»

	A	B	C	D	E	F
1	Календарный год	Расчетный год	Наблюдаемая относительная численность	Численность по уравнению Ферхюльста	Разность	Квадрат разности
2	2003	0	34	34,0	0,0	0,0
3	2004	1	68	63,2	4,8	23,3
4	2005	2	134	106,8	27,2	742,0
5	2006	3	152	158,9	-6,9	47,6
6	2007	4	196	207,0	-11,0	120,8
7	2008	5	240	241,8	-1,8	3,2
8	2009	6	262	262,8	-0,8	0,7
9	2010	7	281	274,2	6,8	46,7
10	Сумма					984,4
11						
12			K=	285,3		
13			r=	0,743		

Рисунок 4.6 – Фрагмент листа Microsoft Excel с результатами оценки параметров K и r (1-ый вариант модели) после проведения процедуры «Поиск решения»

Принимая для 2003 г. наблюдаемую относительную численность рыбака за x_0 при $t=0$, по уравнению (4.2) рассчитываем прогнозируемую численность за прошедший период и на несколько лет вперед (рисунок 4.7).

Таким образом, первый вариант модели, поддерживающий гипотезу о лимитировании численности рыбака условиями естественного размножения (ограниченность нерестовых угодий), показывает, что прекращение роста популяции уже практически наступило или наступит в самые ближайшие годы.

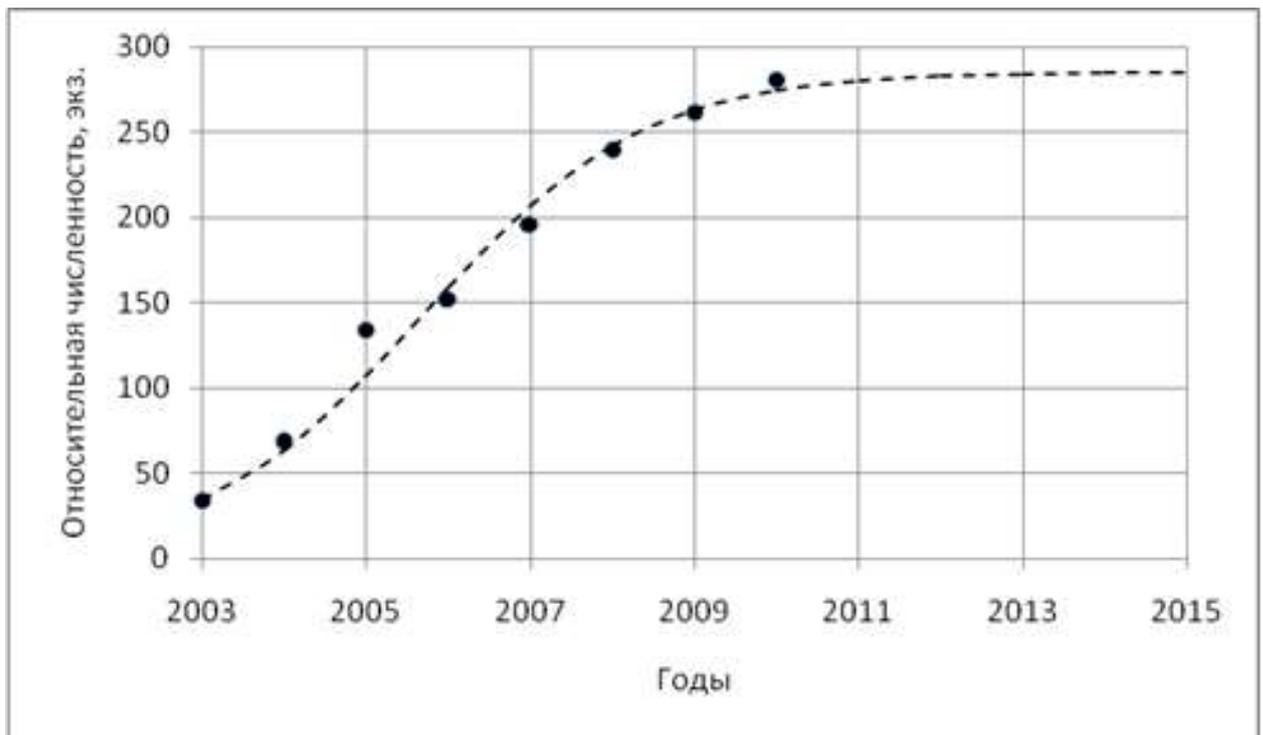


Рисунок 4.7 – Сравнение наблюдаемых (точки) и модельных (пунктирная линия) значений относительной численности рыбца (1-й вариант модели при $K=285, r=0,743$)

Несмотря на то, что полученная модель в первом варианте весьма удовлетворительно аппроксимирует эмпирические данные, мы отдаем себе отчет в том, что восьмилетнего периода наблюдений не вполне достаточно, чтобы однозначно подтвердить гипотезу о лимитировании численности условиями размножения.

Как указано выше, при разработке биологического обоснования на вселение рыбца в водохранилище, исходя из кормовой базы, было рассчитано, что промысловый возврат, т.е. возможный вылов, может достигать 200-500 т.

Если ориентироваться на минимальную из этих цифр (200 т) и учитывать, что возможный вылов составляет около 25% от промыслового запаса, то последний можно оценить величиной 800 т. В 2010 г. промысловый запас рыбца (пополнение и остаток) инструментально оценен нами величиной порядка 53 т и численностью 205 тыс. экз. (см. таблица 4.1). Допустим, что в перспективе при асимптотической величине запаса 800 т возрастная структура промыслового

стада останется приблизительно такой же, как в настоящее время. Тогда предельная численность должна возрасти примерно в 15 раз по сравнению с настоящим временем. Таким образом, асимптотическая величина относительной численности, т.е. параметр K в уравнении логистического роста популяции, может составлять около 4200 экз. ($281 \cdot 15$).

Для оценки показателя специфической скорости роста популяции r во втором варианте модели воспользуемся описанной выше процедурой «Поиск решения» в среде Microsoft Excel. В данном случае известный нам параметр K не подвергается итерационным изменениям, которые действуют лишь в отношении показателя r .

Результаты процедуры приведены на рисунке 4.8, а графическое отображение второго варианта модели – на рисунке 4.9, из которого следует, что при лимитировании численности только пищевыми ресурсами рост популяции может продолжиться еще в течение двух десятков лет.

Таким образом, приведенные материалы показывают, что основным лимитирующим фактором является недостаток нерестовых угодий для рыбака, в то время как резервы корма позволяют увеличить его численность и массу многократно.

Следует отметить, что данное несоответствие вполне разрешимо в рамках управленческих решений. Примеры устранения несоответствия между недостатком нерестовых угодий для отдельных групп рыб имеются. Так в нижней зоне Волгоградского водохранилища в 80-ых и 90-ых годах прошлого века ощущался недостаток нерестовых площадей для фитофильных рыб (леща, плотвы, густеры), в тоже время в этой зоне был существенный резерв зоопланктона, мягкого бентоса и моллюсков (Небольсина, 1980). Для решения этого вопроса были применены искусственные нерестилища. В 1981-1990 гг. в этой зоне устанавливались искусственные нерестилища (до 600 тыс. усл. гнезд), в результате объем промышленного вылова (добычи) к 1988-1990 гг. увеличился

более 1 тыс. т (Разработать биологические и...,1989; Комплексная программа опытно-производственного..., 1990).

	A	B	C	D	E	F
1	Календарный год	Расчетный год	Наблюдаемая относительная численность	Численность по уравнению Ферхюльста	Разность	Квадрат разности
2	2003	0	34	34,0	0,0	0,0
3	2004	1	68	47,6	20,4	415,5
4	2005	2	134	66,6	67,4	4542,8
5	2006	3	152	93,0	59,0	3483,2
6	2007	4	196	129,5	66,5	4424,1
7	2008	5	240	179,7	60,3	3636,7
8	2009	6	262	248,2	13,8	190,8
9	2010	7	281	340,6	-59,6	3548,7
10	Сумма					20241,7
11						
12			K=	4200		
13			r=	0,340		

Рисунок 4.8 – Фрагмент листа Microsoft Excel с результатами оценки параметра r (2-ый вариант модели) после проведения процедуры «Поиск решения»

В Сингилеевском водохранилище рыбец нереститься на строительном щебне, заливаемом в весенне-летний период (Биология и промысловое..., 1970). На рр. Дон и Днепр для улучшения условий нереста рыба, формируют специальные гребли (Биология и промысловое...,1970). На Волгоградском водохранилище в заливе у с. Песковатка имеются места со строительным щебнем, попавшем в воду в период разгрузки его с барж, на котором нереститься рыбец. Приведенные примеры показывают, что применение искусственных нерестилищ может быть эффективной мерой увеличения численности рыба.

В настоящее время существует 2 метода искусственного воспроизводства рыба: 1) создание искусственных нерестилищ в водоеме, путем формирования каменисто-галечных перекатов, 2) получение подращаемого потомства заводским способом и последующий выпуск его в водоем.

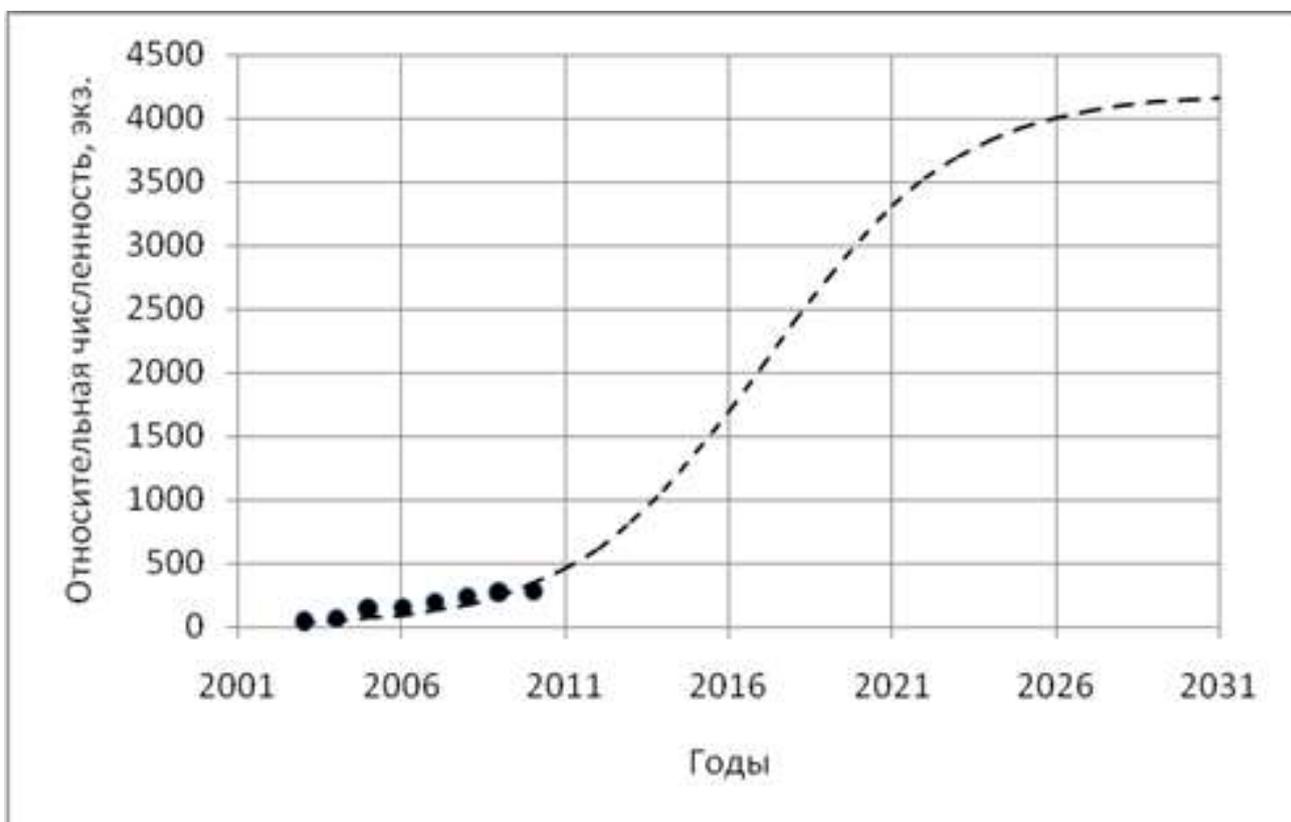


Рисунок 4.9 – Сравнение наблюдаемых (точки) и модельных (пунктирная линия) значений относительной численности рыба (2-й вариант модели при $K=4200$, $r=0,340$)

Для рыба искусственные нерестилища строят в русле рек на перекатах и ниже их, устраивая насыпи из нерестового субстрата, в качестве которого используются гравийно-песчаный, гравийно-каменистый грунты (Сабанеев, 2015). При создании искусственных нерестилищ для рыба можно использовать бетонные панели, поверхность которых имитирует нерестовый субстрат в виде гальки и крупного гравия. нерестовые поля устанавливаются на глубине от 0,2 до 2 м при скорости течения 0,6-0,7 м/с.

Искусственные нерестилища устанавливаются в обводненных каналах, в местах где естественные нерестилища утратили свое прежнее значение или они отсутствовали. Эти нерестовые каналы имеют длину от 100 до 500 м и ширину 5-10 м. Дно каналов покрывается галькой при скорости течения воды 0,7-1 м/с.

Эффективность размножения рыбка на искусственных нерестилищах (в частности в нерестовых каналах) не только не уступает таковой на естественных нерестилищах, но и значительно может ее превосходить.

При заводском способе воспроизводства может быть получено любое заданное количество молоди, осуществлено ее подращивание до заданной навески с последующим выпуском в объеме, соответствующему приемной емкости водоема.

Таким образом лимитирующий фактор – недостаток естественных нерестилищ может быть снят путем организации искусственных нерестилищ или заводским воспроизводством. Возможно применение обоих способов одновременных. Объемы применения искусственных нерестилищ и выпуска от заводского воспроизводства обусловлены приемной емкостью водоема и развитием инфраструктуры воспроизводства.

4.3 Регулирование промысла

Рыбец практически повсеместно относится к объектам промысла, на которые устанавливается промысловая мера и процент прилова молоди (Биология и промысловое..., 1970, Рыбец..., 1976; Правила рыболовства ..., 2009). Для рыбка Волгоградского водохранилища в настоящее время промысловая мера и процент прилова молоди не определены. Вместе с тем, этот вопрос имеет практическое значение.

Следует отметить, что до настоящего времени нет убедительных аргументов теоретического подхода и практических методов определения промысловой меры. В 19-ом веке и первой половине 20-го века многие исследователи придерживались мнения, что рыба хотя бы раз в жизни должна

отнереститься (Бэр, 1860, 1861, 1867; Данилевский, 1875 и др.). Промысловая мера устанавливалась в соответствии с данным постулатом.

Однако, во второй половине 20-го века, в связи с необходимостью оптимизации использования сырьевых ресурсов крупных водоемов (в частности водохранилищ) и накоплением материала, эта точка зрения была изменена. Упор был сделан на эколого-биологический принцип (Баранов, 1925; Бойко, 1934; Никольский, 1958; Тюрин, 1963, 1967, 1972; Бердичевский, 1969; Лапицкий, 1970; Небольсина, 1980; Кожевников, Негоновская, 1984 и др.), теоретические предпосылки и основа которого заключаются в том, что вылову подлежит рыба такого размера и возраста, при котором обеспечивается наибольшая продукция высокого товарного качества и наиболее рационально используются кормовые ресурсы водоема. При этом учитываются продолжительность жизни рыб, темп естественной смертности, сроки созревания популяции и темп роста (Никольский, 1950; Тюрин, 1963; Кожевников, Негоновская, 1984).

Согласно П.В. Тюрину (1963), наименьший промысловый размер должен предшествовать кульминационной точке ихтиомассы примерно на 1-2 года. Кульминация ихтиомассы рыбца Волгоградского водохранилища приходится на размерные группы 25-26 см (рисунок 4.10). Учитывая, что рыбец длиной 21-22 см в Волгоградском водохранилище прирастает за год на 4 см, промысловая мера в 22 см соответствует упреждению в один год достижения максимума ихтиомассы.

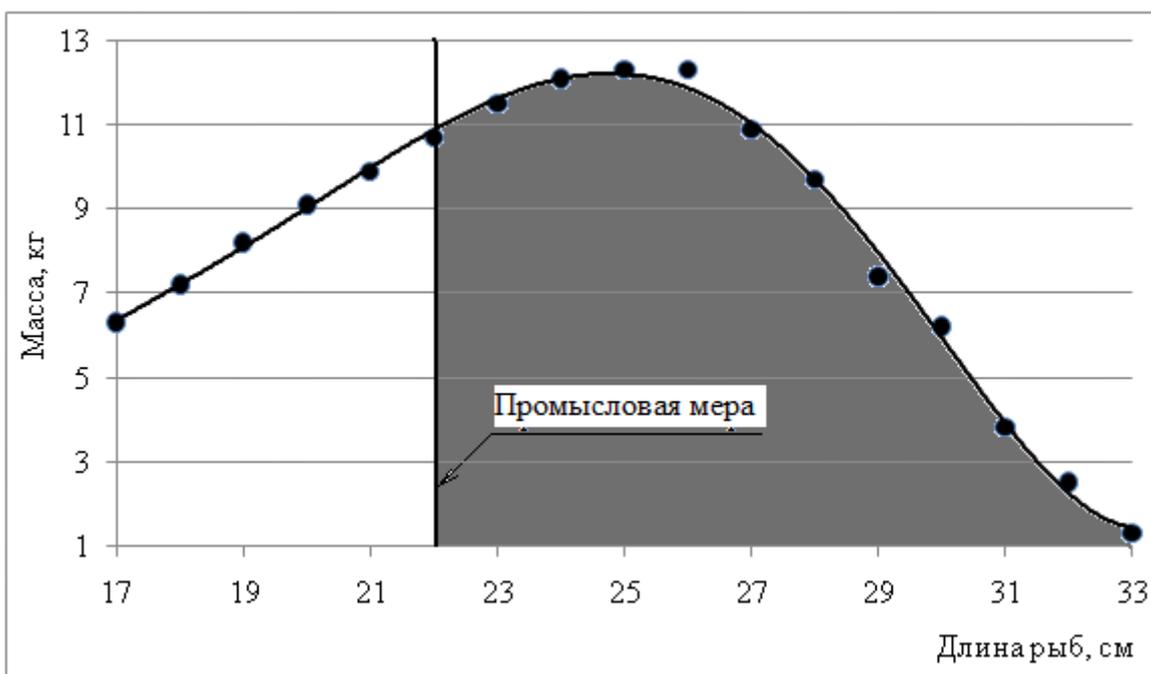


Рисунок 4.10. Модель зависимость ихтиомассы рыба от размера (проба 738 экз.)

Для определения минимальной промысловой меры рыба также использовали модель У.Е. Рикера (1979), которая основывается на дискретном подходе к анализу динамики эксплуатируемой популяции рыба. При этом популяция разбивается на отдельные возрастные или иные группы, для которых можно принять за постоянную величину основные динамические характеристики – скорость весового роста и коэффициенты смертности (Шибаяев, 2007). В нашем случае применялось разбиение на возрастные группы (таблица 4.3).

Для восстановления численности популяции в младших возрастных группах использовали аппроксимацию по известной формуле (Баранов, 1918), основанной на допущении, что убыль численности поколения (N) за небольшой промежуток времени пропорциональна самой численности. Аппроксимирующее выражение может быть записано в следующем виде:

$$N_t = N_0 e^{-Zt}, \quad (4.5)$$

где t – возраст; Z – мгновенный коэффициент общей смертности.

Порядок расчетов основных динамических характеристик популяции рыба

Возраст, годы	Средняя длина особи (L), см	Средняя масса особи (W), г	Численность (N), тыс. экз.		Мгновенный коэффициент общей смертности (Z)	Мгновенный коэффициент весового роста (G)
			Оценённая	Восстановленная		
1	6.5	2.2	11	1708*		
2	12.1	20.5	95	663*	0.947	2.232
3	16.5	62.3	171	257*	0.947	1.111
4	20.0	124.2	130	130	0.680	0.689
5	22.6	192.5	52	52	0.916	0.438
6	26.3	331.5	19	19	0.993	0.543
7	30.6	570.4	4	4	1.599	0.541

Примечание: * - восстановленные значения

Преобразованное выражение использовали для оценки дискретных значений Z в старших возрастных группах:

$$Z_t = \ln \frac{N_{t+1}}{N_t}, \quad (4.6)$$

Мгновенный коэффициент весового роста (G), вычисляли на основе данных о средней массе одной особи (W) в соответствующих возрастных группах с использованием формулы:

$$G_t = \ln \frac{W_{t+1}}{W_t}, \quad (4.7)$$

Как было отмечено выше, вычисления значений Z и G производили дискретно для каждой возрастной группы (таблица 4.3).

Биомассу возрастной группы (B) можно оценить по формуле:

$$B_{t+1} = B_t e^{G-Z}, \quad (4.8)$$

В жизни любого поколения существует период длительностью от одного до нескольких лет, в течении которого величина $G-Z$ из формулы (4.8) будет положительна (т.е. $Z < G$) и общая биомасса увеличивается (Рикер, 1979). Затем наступает период, когда $G-Z$ становится отрицательной, а биомасса уменьшается. Таким образом, максимальная биомасса поколения имеет место при $G=Z$, когда рост компенсируется смертностью (см. табл. 4.3). Средний размеры рыб соответствующего возрастного класса У.Е. Рикер (1979) называется «критическими» или «оптимальными» размерами для использования рыб в промысле.

На основе полученных значений Z и G (см. таблицу 4.3) построены графики зависимости мгновенных коэффициентов смертности и весового роста от размерно-возрастных параметров рыбака (рисунок 4.11), на которых отмечены точки оптимального для начала промысла возраста и размера.

Расчеты по второму варианту показывают, что минимальная промысловая мера рыбака в Волгоградском водохранилище может быть принята равной 20 см, что в среднем соответствует возрасту 4 года.

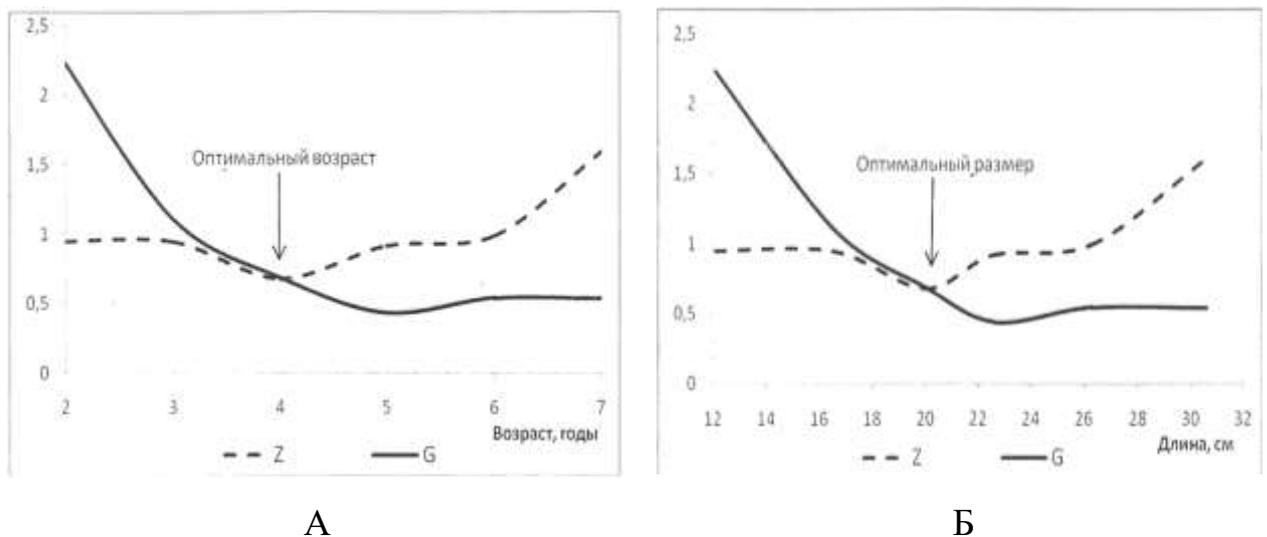


Рисунок 4.11. Мгновенные коэффициенты смертности и весового роста рыбака в разных возрастах (А) и размерных группах (Б)

Для окончательного решения промыслового размера обратимся к данным установленной промысловой меры рыба в других в других бассейнах. Так в Правилах рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна промысловый размер рыба (сырти) равен 22 см (Пункт 19.1 Приказа Минсельхоза РФ №234 от 09.06.2015 г.). Учитывая, что исходной популяцией рассматриваемого вида являлся водоем Азово-Черноморского бассейна, целесообразно установить промысловый размер (промысловую меру) рыба, добываемого в Волгоградском водохранилище, в 22 см.

Промысловая мера неразрывно связана с определением процента прилова немерных (менее промыслового размера) рыб. Согласно пункту 27.1 статьи 27 «Правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна» (приказ Минсельхоза РФ от 18.11.2014 г. №453) «При осуществлении добычи (вылова) крупноячейными орудиями добычи (разноглубинными травами, закидными неводами, ставными и плавными сетями, ловушками) не допускается прилов водных биоресурсов менее промыслового размера (видов, на которые установлен промысловый размер в следующих объемах: 27.1.2 – более 30% по счету от общего улова видов рыб, на которые установлен промысловый размер, за одну операцию по добыче (вылову) – при осуществлении добычи (вылова) крупночастиковых рыб в Волгоградском водохранилище».

Для решения вопроса, насколько подходит данный норматив для рыба, используем условную модель с начальной численностью рыба в 10 тыс. экз. рыб в возрасте 1+ (таблица 4.4).

На основании работ П.В. Тюрина (1963, 1972) величина допустимого изъятия близка к коэффициенту естественной смертности (далее $K_{e.с.}$) рыб средних возрастов (Небольсина, 1975, 1980). Наименьший $K_{e.с.}$ рыба в средних возрастах близок к 40%. Полагая, что рыба в возрасте 4+ и старше составит промысловую часть численностью 2274 экз. (табл. 4.5), к вылову (40%) – 910 экз., разрешенный прилов молодежи (30%) – 273 экз.

Таблица 4.4

Модель популяции рыба Волгоградского водохранилища

Возрастные группы	Длина, см	$K_{e.см.},\%$	Численность, экз.
1+	10.5	64	10000
2+	14.3	44	3600
3+	18.0	39	2016
4+	22.0	42	1230
5+	26.2	64	713
6+	30.5	75	257
7+	34.0	85	64
8+			10

Данные таблицы 4.5 показывают, что прогнозируемый процент прилова молоди не выходит за норматив, определенный Правилами рыболовства ... (2009). Фактическое влияние промысла на рыба менее промыслового размера (по отношению к его численности в водоеме) будет намного ниже $K_{e.см.}$, что позволяет ориентироваться на установленный приказом Росрыболовства от 1 января 2009 г. № 1.

Таблица 4.5.

Прогнозируемая модель влияния промысла на рыба менее промыслового размера

Возраст, годы	Численность, экз.	Состав прилова по числу, экз.	Степень влияния промысла, %	
			Прогнозируемый прилов	По отношению к численности
1+	10000	8	0.7	0.08
2+	3600	87	7.3	2.4
3+	2016	173	14.6	8.6
Всего	15616	273	22.6	1.8

Таким образом, для рыбака Волгоградского водохранилища рекомендуем наименьший промысловый размер в 22 см, процент прилова рыб непромысловой меры в размере не более 30% по счету ко всему улову рыб, на которые установлена промысловая мера.

ВЫВОДЫ

Рыбец (сырть) в Волжско-Каспийском бассейне является результатом целенаправленной интродукции, широко практиковавшейся в прошлом веке в СССР с целью использования резервных кормов, в частности самого многочисленного, широко распространенного в водоемах бассейна Волги корма - моллюсков рода Дрейссена. Вселение было произведено в один из многочисленных водоемов Волги – Волгоградское водохранилище. Этот акт следует считать опытным, поскольку Волжско-Каспийский бассейн один из крупнейших в России (5-е место после бассейнов Енисея, Лены, Оби и Амура), с довольно плотным населением, развитой промышленностью и сельским хозяйством. Вселение произведено в 1/450 часть этого бассейна. Рыбец – важный рыбохозяйственный объект. Результаты вселения его могут служить основой принятия ряда управленческих рыбохозяйственных решений.

Основные результаты опытного вселения рыба в Волгоградское водохранилище следующие:

Рыбец (сырть) в Волгоградском водохранилище сформировал самовоспроизводящуюся популяцию, реализовал свою жизненную стратегию с сохранением морфологических и экологических признаков, характерных для вида. Внешний вид, экстерьер, морфометрические признаки и их пропорции (индивидуальные и групповые по отношению к длине головы и длине тела), полностью соответствуют таковым в естественном ареале обитания.

Для рыба характерна многовозрастная структура популяции. Максимальный возраст рыба в Волгоградском водохранилище – 9-10 лет. В уловах доминируют трех-шестилетки. Средний возраст популяции равен 3.7 года, нерестовой популяции - 4.5 года, что укладывается в пределы колебаний указанных признаков сырты в естественном ареале.

При сравнении размерного состава популяций обнаруживается, что волгоградская популяция занимает промежуточное положение между

каунасской и ткибульской. Средний размер рыб волгоградской популяции равен 19.8 см, в то время как ткибульской – 12.2, а каунасской – 25.1 см.

Рост рыба отдельных поколений существенно различается. Рыбы поколений 1997-1999 гг. рождения, при относительно малой численности их в водоеме, были в достаточной степени обеспечены пищей и быстро росли. Численность последующих поколений (2000-2005 гг.) увеличивалась, одновременно наблюдалось снижение массы зоопланктона и мягкого бентоса, что незамедлительно негативно отразилось на темпе роста до уровня роста рыба в рр. Волхов, Нямунас и Западная Двина. Изучение роста в отдельных возрастах по типовой шкале оценки роста показало, что на первом году жизни рыбец растет медленно. Со второго года - средне.

Спектр питания рыба в Волгоградском водохранилище включает моллюсков, ракообразных, олигохет, личинок хирономид и др. Пищей сеголетков является зоопланктон, двухлеток – организмы мягкого бентоса, преимущественно олигохеты и гаммариды (более 80%). С третьего года жизни рыбец начинает потреблять моллюсков, доля которых с возрастом рыб увеличивается, при уменьшении роли мягкого бентоса. У старших рыб возрастных групп рыб (6+ и старше) моллюски составляют более 80%, в то время как мягкий бентос - менее 20%. ИНК рыба Волгоградского водохранилища высокий, а условия откорма и обеспеченность пищей хорошие.

Годовой рацион рыба определен для 2007-2010 годов. В 2007 г. популяция рыба потребила 360 т корма, в 2008 г. – 430 т, в 2009 г – около 500 т. На долю основных групп кормовых организмов, потребляемых рыбом (моллюски, зоопланктон и высшие ракообразные (преимущественно гаммариды) в совокупности приходится более 90% рациона.

Воздействие рыба на кормовую базу Волгоградского водохранилища незначительно. Так, популяция рыба в 2009 г. потребила 0.004 г/м³ зоопланктона, 0.048 г/м² зообентоса мягкого и 0.067 г/м² моллюсков. В пересчете на доли от продукции это составило: 0.04% продукции организмов

зоопланктона, 0.12% – мягкого бентоса, и 0.0013% – моллюсков. В связи с малым потреблением продукции кормовых организмов, особенно моллюсков, можно заключить, что кормовая база не является лимитирующим фактором наращивания численности исследуемого вида.

Для рыба в водоемах первичного ареала характерным является колебания в соотношении самок и самцов. Доля самцов в нерестовом стаде рыба может колебаться от 28 до 55%, самок – от 45 до 72%. В Волгоградском водохранилище доля самцов в нерестовом стаде равна 39, самок 61%. То есть, вселение рыба в Волгоградское водохранилище не вызвало изменения нормы соотношения самок и самцов в нерестовом стаде.

Возрастной ряд самок нерестового стада относительно короткий, при средних показателях: возраст - 4.8 года, длина – 26.3 см, вес – 367.5 г, плодовитость (по количеству икры в гонадах) - 55.1 тыс. икринок. В гонадах четко различается три размерных фракции икры: крупная - соответствующая первой порции нереста, средняя – вторая порция и мелкая – третья порция нереста. Наибольшее количество икры приходится на первую порцию – 66.6%, значительно меньше на вторую – 27.2%. Доля третьей порции на порядок меньше по сравнению с первой – 6.2%. Прослеживается линейная зависимость плодовитости от веса и возраста рыб.

Рыбец повсеместно является полупроходной рыбой. В крупных водохранилищах образует жилые формы. Для нереста поднимается в притоки. В Волгоградском водохранилище рыбец также образовал жилую форму. При этом наблюдается расхождение мест нагула и нереста. Нагул рыба в июне-сентябре происходит в средней и нижней зонах водохранилища (на участке Саратов-Учхозовские острова), нерест в мае-июне- преимущественно в верхней зоне водохранилища (на каменистых осыпях правого берега, притоках: Большой Иргиз и Терешка). Нерестовые миграции начинаются осенью и заканчиваются весной. Протяженность нерестовой миграции 250-300 км.

Рыбец полностью вписался в структуру рыбного сообщества Волгоградского водохранилища заняв условную экологическую нишу (УЭН) «лимнофилы-литофилы-бентофаги». Ранее в рыбном сообществе Волгоградского водохранилища отсутствовали виды с такой характеристикой, что указывает на высокую экологическую специализацию рыба и формирование относительно узкой УЭН. Начало ее формирования связано с вселением рыба в 1988-1990 гг. Средняя скорость нарастания численности рыба в первые пять лет наблюдений после его обнаружения (2003-2007 гг.) составляла около 40% в год, при постоянном пространственном расширении зоны обитания.

В Волгоградском водохранилище промышленный лов рыба был начат в 2009 г. При этом от начала вселения (1988 г) до начала промышленного лова прошел 21 год, что полностью совпадает с таковым показателем в Сенгилеевском водохранилище, где рыбец также является акклиматизантом. На момент принятия решения о начале промышленного лова доля рыба общем контрольном улове в Волгоградском водохранилище достигла значения 0.2-0.3% (промысловый лов рыба в Цимлянском водохранилище был начат, когда доля его в контрольных уловах была равна 0.04%, Сенгилеевском – 0.4-0.6%). В целом, размерные и возрастные показатели промысловой популяции рыба Волгоградского водохранилища характеризуются средними величинами по сравнению с таковыми в других водоемах. Учитывая, что промысловые биологические показатели не выходят за пределы, характерные для уже эксплуатируемых популяций, было рекомендовано начать его промышленное освоение.

Факторами, играющим важную роль в дальнейшей судьбе рыба (в частности промыслового стада) являются условия питания и размножения. Обилие основного вида корма взрослого рыба – моллюсков рода дрейссена позволяет утверждать, что условия откорма не являются лимитирующими, в то время как вследствие недостатка нерестовых угодий условия размножения –

лимитирующими. Для увеличения численности, с целью достижения более полного использования резервного корма, рекомендуется использовать (формировать) искусственные нерестилища и заводское получение, подращивание потомства и последующий выпуск подрощенной молоди в водохранилище.

Рыбец ценный промысловый объект. Рекомендуется установить для него наименьший промысловый размер в 22 см, процент прилова рыб непромыслового размера в объеме не более 30% по счету ко всему улову рыб, на которые установлен промысловый размер.

Вселение рыбца в Волгоградское водохранилище показало, что в Волжско-Каспийском бассейне есть все условия для успешного его приживания и широкого распространения по водоемам бассейна. В настоящее время наблюдается активное его расселение (саморасселение) в южном направлении – в Волге ниже плотины Волгоградского гидроузла и в водоемы Волго-Ахтубинской поймы. Северное направление расселения (в водохранилища расположенные севернее Волгоградского – Саратовское, Куйбышевское и т.д.) может быть успешным при участии человека.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Установить минимальный размер добываемого (вылавливаемого) рыбца (промысловый размер) в Волгоградском водохранилище - 22 см, процент прилова рыбца непромысловой меры в размере не более 30% по счету ко всему улову рыб, за одно промысловое усилие.

2. Продолжить исследования за распространением рыбца в Волжско-Каспийском бассейне и изучению адаптивных механизмов вселенца в трансформированных экосистемах.

3. Успешное зарыбление Волгоградского водохранилища во многом сходного по основным показателям (гидрологическим, гидробиологическим, температурным, качеству воды и др.) с прочими водохранилищами каскада позволяет рекомендовать данный вид к вселению в водохранилища Волго-Каспийского бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Фортунатов М.А., Шарапов В.А. Классификация и типология водохранилищ // Водохранилища мира. – М.: Наука, 1979. – С. 63-83.
2. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища мира. – М.: Мысль, 1987. – 327 с.
3. Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. – М.: Энергия, 1977. – 399 с.
4. Азовский А.И. Нишевая структура сообщества морских псаммофильных инфузорий. 1. Расположение ниш в пространстве ресурсов // Журн. общ. биологии. - 1989. - Т. 50. - № 3. – С. 329-341.
5. Александров А.К., Карпевич А.Ф., Строганова Н.З. 1995. Основные итоги и перспективы акклиматизации гидробионтов в водоемах страны // Результаты работ по акклиматизации водных организмов. СПб. С. 15-27.
6. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. 1998 М.: Наука, 220 с.
7. Антипова О.П. Основные сведения о существующих, строящихся и проектирующихся водохранилищах СССР // Изв. ГосНИОРХ. – 1961. – Т.50. – С. 261-269.
8. Антонов П.И. О проникновении двустворчатого моллюска *Dreissena bugensis* в воджские водохранилища / Экологические проблемы в бассейнах крупных рек: Тез. междунар. конф. Тольтти: ИЭВБ РАН, 1993. С. 52-53.
9. Антонов П.И., Козловский С.В. О самопроизвольном расширении ареалов некоторых понто-каспийских видов по каскадам водохранилищ. // Материалы Американско-российского симпозиума по инвазивным видам. Тез. докладов, Ярославль, 2001. С. 18-20.
10. Антонов П.И., Хохлова С.В. Личиночные стадии развития моллюсков рода *Dreissena* в водоемах Средней Волги // Сборн. матер. VIII

Всеросс. попул. Семинара «Популяции в пространстве и времени» - Нижний Новгород, 2005 - С. 15-17.

11. Атлас единой глубоководной системы Европейской части РФ. Река Волга от Самарского Гидроузла до Волгоградского гидроузла. ГБУ «Волго-Балт». 2006. Т. Ч. 2. 84 с.

12. Атлас пресноводных рыб России. М.: Наука, 2002а. Т. I, 379 с.

13. Атлас пресноводных рыб России. М.: Наука, 2002б. Т. II, 253 с.

14. Баранов И.В. Опыт биогидрохимической классификации водохранилищ европейской части СССР // Изв. ГосНИОРХ. – 1961. – Т.50. – С. 279-322.

15. Баранов Ф.И. О наиболее рентабельном размере рыб. – Бюл. рыбн. хоз-ва. – 1925. – 11 с.

16. Баранова В.П., Максимова П.П., Сахаров А.М. Определение количества потребленного рыбами естественного и искусственного корма на уравнение энергетического баланса.- Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 88, с. 47-63.

17. Бахтиаров В.А. Эксплуатационные параметры водохранилищ СССР // Тр. Координационных совещаний по гидротехнике. – 1969. - Вып. 53. – С. 17-33.

18. Башкин В.Н. Вымывание азота и фосфора природными водами // Круговорот и баланс азота в системе почва – удобрение – растение – вода. – М.: Наука, 1979. - С. 229-296.

19. Белявская Л.И. Прогноз и фактическое развитие бентоса в Волгоградском водохранилище // Тр. комплексной экспедиции Саратовского госуниверситета по изучению Волгоградского и Саратовского водохранилищ. - 1975. - Вып. 4. - С. 73 – 77.

20. Белявская Л.И. Состав и распределение зообентоса на участке Куйбышев – Сталинград // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. - 1960. - Т. 6. - С. 232 - 238.

21. Белявская Л.И. Формирование донной фауны Волгоградского водохранилища в первые годы его существования (1959-1961 гг.) // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1962. – Т. 7. – С. 51-73.
22. Белявская Л.И., Вьюшкова В.П. Донная фауна Волгоградского водохранилища // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. - 1971. - Т. 10. - С. 93-106.
23. Белянин И. А. Методические основы построения типовой шкалы оценки роста рыб / Биоразнообразии и роль животных в экосистемах: Материалы IV Международной научной конференции. – Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2007. – С. 131 – 133
24. Белянин И.А., Ермолин В.П. Реализация пластических признаков рыбца в Волгоградском водохранилище / Всероссийской конференции, Вологда, 24–28 ноября 2008 г.: Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований, Вологда. 2008. С. 248-250.
25. Берг Л.С. Рыбы пресных вод Российской империи. М. 1916. 563 с.
26. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М. - Л.: 1948. Изд-во АН СССР. С. 3-466.
27. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М. - Л.:Изд-во АН СССР. – 1949б. Ч. 3. С. 930-1370.
28. Берг. Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М. - Л.:Изд-во АН СССР.- 1949а. Ч. 2. С. 469-925.
29. Бердичевский Л.С. Биологические основы эксплуатации рыбных запасов. – Труды ВНИРО. – Т. 67. – 1969.
30. Билько В.П. Промысловые бычки Днепровско-Бугского лимана. Автореф. Дисс, канд. биол. наук. Киев, 1966, 22с.
31. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / Под ред. акад. РАН А.Ф. Алимова и Н.Г. Богущкой. - М - СПб.: Тов. науч. изд-ний КМК, 2004. - 428 с.
32. Биология и промысловое значение рыбцов (*Vimba*) Европы. Вильнюс, «Минтис». 1970. 516 с.

33. Бобров Г.П., Волков С.А., Скоробогатова Э.Ф. Микроклиматы Волгоградского водохранилища и прилегающих участков суши в пределах Саратовской области. – Саратов: Изд-во СГУ, 1983. – 32 с.
34. Богатова И.Б. Новые методы культивирования Cladocera- В кн.: Трофология водных животных. М., наука, 1973, с. 340-360.
35. Бойко Е.Г. Оценка запасов кубанского судака. Работы Дон.-Куб. научно-рыбохоз. станции. – № 1. – Ростов-на-Дону, 1934.
36. Бокова Е.Н. Кормовая ценность бентоса Северного Каспия.- Зоол.ж.,1946,т.25, вып.6, с. 523-528.
37. Боруцкий Е.В. Методика изучения питания растительноядных рыб. Труды совещания по методике изучения кормовой базы и питания рыб. М.: Изд-во АН СССР. 1955. С. 54-61.
38. Боруцкий Е.В. Сестон бассейна Амура и его роль в питании амурских рыб. –Тр. амурской ихтиол. экспед. 1945-1949 гг., 1952, т.3, с.141-328.
39. Бруевич С.В. Распределение вещества среди отдельных групп организмов Каспийского моря.- Тр. Компл. изуч. Каспийского моря. 1946, т.14, с.76-86.
40. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам.- Киев: Изд-во Наукова думка, 1969.- 188 с.
41. Буторин Н.В. Абиотические факторы продуктивности водохранилищ // Биологические ресурсы водохранилищ. – М.: Наука, 1984. – С. 8-23.
42. Буторин Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. – Л.: Наука, 1969. – 322 с.
43. Буторин Н.В., Успенский С.М. Значение мелководий в биологической продуктивности водохранилищ // Биологические ресурсы водохранилищ. – М.: Наука, 1984. – С. 23-41.
44. Буторин Н.В., Фортунатов М.А. Водохранилища Волги и особенности их гидрологического режима как фактора, обуславливающего

биологические процессы // Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. – Л.: Наука, 1976. – С. 11-18.

45. Бычек Е.А. Распространение *Cornigerius maeoticus maeoticus* (Rengo, 1879) в Куйбышевском водохранилище // Тез. докл. Второго межд. Симпоз. по изучению инвазийных видов «Чужеродные виды в Голарктике (Борок – 2). - Борок, 2005. - С. 71.

46. Бэр К.М. Исследования о состоянии рыболовства в России. – Т. II. – Спб., 1860.

47. Бэр К.М. Исследования о состоянии рыболовства в России. – Т. III. – Спб., 1861.

48. Бэр К.М. Исследования о состоянии рыболовства в России. – Т. IV, V. – Спб., 1867.

49. Вендров С.Л. Эволюция берегов и дна водохранилищ // Инженерно-географические проблемы: Проектирование и эксплуатация крупных водохранилищ. – М: Наука, 1972. – С. 7-49.

50. Вехов Д. А., Горский К. Состав ихтиофауны водоемов северной части Волго-Ахтубинской поймы / ООПТ Нижней Волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: итоги, проблемы и перспективы: материалы научно-практической конференции. – Волгоград, 2010. – С.58-64.

51. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск, изд. Беларусского гос.ун-та, 1956, 250с.

52. Винберг Г.Г. Общие особенности экологической системы оз. Древяты. Труды Всесоюзного гидробиологического общества. 1970. Т. 15. 195 с.

53. Виноградов А.П. Химический состав планктона. - Тр. биохим. лаб. Ан СССР, 1939, т.5, с. 45-62.

54. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. – М.: Наука, 1986. – 368 с.

55. Вольскис Р.С. К методике исследования продуктивности промыслового вида рыб в пределах ареала. // Типовые методики

исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 5. – Вильнюс, 1985. С. 112-129.

56. Вольскис Р.С. Продуктивность вида и ее исследование в пределах ареала (на примере представителей семейства карповых). – Вильнюс: «Минтис», 1973. – 160 с.

57. Вольскис Р.С., Абдурахманова Ю.А., Попова М.С. и др. Обобщение результатов многолетних исследований *Vimba vimba* L. и *Abramis brama* L. В пределах их ареалов // Материалы 15 (23) заседания Рабочей группы по проекту № 8б «Вид и его продуктивность в ареале». Вильнюс: 1985. – С. 26-81.

58. Вольскис Р.С., Каминскене Б.А. Зависимость плодовитости рыбцов разных популяций от некоторых биологических параметров. // Рыбец (Комплексные исследования в нескольких точках ареала). – Вильнюс: Изд-во «Мокслас», 1976.- С. 147-158.

59. Вольскис Р.С., Подгорный М.И., Скура С. и др. Обобщенные данные по видам *Vimba vimba* (L). и *Abramis brama* (L). За 1977 г. и весну 1978 г. // Материалы VII-VIII заседаний Рабочей группы по проекту № 8б (18) «Вид и его продуктивность в ареале». Вильнюс: 1978. – С. 31-53.

60. Вьюшкова В.П. Зоопланктон Волгоградского водохранилища по материалам 1062-1964 гг. // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1965. – Т. 8.

61. Вьюшкова В.П. Зоопланктон мелководий Волгоградского водохранилища. // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 89.

62. Вьюшкова В.П. Распределение и динамика численности зоопланктона Волгоградского водохранилища в первые годы его существования (1959-1961 гг.) // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1962. – Т.7. – С. 29-50.

63. Вьюшкова В.П. Распределение и динамика численности зоопланктона Волгоградского водохранилища в первые годы его существования (1959-1971 гг.) // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. 1975. – Т.14.

64. Вьюшкова В.П., Белова И.В. Коловратки, веслоногие и ветвистоусые // Волгоградское водохранилище (население, биологическое продуцирование и самоочищение) / Под ред. А.С. Константинова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. – 1977. - С. 71-83.

65. Вьюшкова В.П., Белявская Л.И. Формирование кормовой базы Волгоградского водохранилища // Волга-I: Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов. – Куйбышев, 1971. – С. 185-189.

66. Вьюшкова В.П., Лахнова В.А. Зоопланктон Волгоградского водохранилища // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. - 1971. - Т.10. - С.60-78.

67. Гавлена Ф.К. Бычок – головач *Neogobius kessleri* (Gunther) в Волгоградском водохранилище. // Вопр. ихтиологии. - 1977. - Т.17, вып.2(103). - С. 359-360.

68. Гавлена Ф.К. Звездчатая пуголовка *Bentophilus stellatus* (Sauvage) в Куйбышевском водохранилище. // Вопр. ихтиологии. - 1973. - Т. 13, вып. 1(78). - С. 174-175.

69. Гавлена Ф.К. Черноморская пухлощекая игла-рыба *Syngnathus nigrolineatus* Eichwald – новый элемент ихтиофауны волжских водохранилищ // Вопросы ихтиологии. 1974. Т. 14. Вып. 5. С. 919-920.

70. Гаврилова Л.И.. Характеристика гидрологического режима, состава и свойств воды Волгоградского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1987. - Вып. 268. - С. 22-32.

71. Герасимова Н.А. Фитопланктон Саратовского и Волгоградского водохранилищ. – Тольятти, 1996. – 200 с.

72. Герасимова Н.А. Фитопланктон и первичная продукция Волгоградского водохранилища в 1968-1971 гг. Волгоградское водохранилище // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. - 1976. - Т. 14. - С. 32-54.

73. Голубева И.Д., Панченков В.Г., Шпак Т.Л. Растительность островов и мелководий Куйбышевского водохранилища. – Казань, 1990. – 128 с.

74. Гордеев Н.А., Ильина Л.К. Особенности естественного воспроизводства популяций рыб в водохранилищах Волжско-Камского каскада // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. – Л.: Наука, 1978. – С. 8-21.

75. Государственный водный кадастр. Разд. 1. Поверхностные воды. Сер.3. Многолетние данные. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч.2. Озера и водохранилища. Т.1. РСФСР. Вып.24. Бассейны рек Волги (среднее и нижнее течение) и Урала. – Л., 1985. – 517 с.

76. Далечина И.Н. Исследования продуктивности фитопланктона пойменных участков Волгоградского водохранилища // Тез. докл. международ. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3». – Тольятти, 2003. – С. 71.

77. Далечина И.Н. Фитопланктон Волгоградского водохранилища в 1963-1967 гг. // Тр. Саратов. отд. Гос.НИОРХ. – 1971. – Т.10.- С. 30-46.

78. Далечина И.Н. Фитопланктон мелководий Волгоградского водохранилища // Тезисы докладов IX Съезда Гидробиологического общества РАН (г.Тольятти, Россия, 18-22 сентября 2006 г.) / Под ред.акад. РАН, д.б.н. А.Ф. Алимов, чл.-корр. РАН, д.б.н. Г.С. Розенберг. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2006. – Т. I. – С. 127.

79. Далечина И.Н., Волков С.А. Морфология и гидрологический режим // Волгоградское водохранилище (население, биологическое продуцирование и самоочищение) / Под ред. А.С. Константинова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1977. – С. 5-14.

80. Далечина И.Н., Герасимова Н.А. Итоги исследования альгофлоры и ее продуктивности в Волгоградском водохранилище в 1979-1986 гг. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1987. – Вып.268. – С. 33-43.

81. Далечина И.Н., Герасимова Н.А. Фитопланктон и его продукция // Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища / Под ред. Т.К. Небольсиной. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1980. – С. 31-48

82. Данилевский Н.Я. Исследования о состоянии рыболовства в России. – Т. 9. – Спб., 1875.

83. Дгебуадзе Ю.Ю. Национальная стратегия, состояние, тенденции, исследования, управление и приоритеты в отношении инвазий чужеродных видов на территории России. // Американско-российский симпозиум по инвазионным видам. 27-31 августа 2001г., Борок, Россия: Тез. докл. - Ярославль, 2001. - С. 38-40.

84. Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов // Сб. мат-лов круглого стола Всеросс. конф. по экологической безопасности (4-5 июня 2002) «Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов». - Москва, 2002. - С. 11-14.

85. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Глав. ред. МСЭ, 1990. - 408 с.

86. Денисова А.И., Нахшина Е.П. Основные направления в изучении круговорота биоэлементов в Днепровских водохранилищах // Гидробиол. журн. - 1981. №2. - С. 114-115.

87. Дзюбан Н.А. Северные вселенцы в Куйбышевском водохранилище. // атер. 1-го научно – техн. совещ. по изучению Куйбышевского водохранилища. - Куйбышев, 1963. - Вып.3 - С. 48-59.

88. Доклад о состоянии окружающей природной среды Саратовской области.- Саратов: Изд-во ГУПР МПР по Саратовской области, 2002.- 180 с.

89. Доклад о состоянии окружающей природной среды Саратовской области.- Саратов: Изд-во ГУПР МПР по Саратовской области, 2003.- 195 с.

90. Донецкая В.В. Бактериопланктон Волгоградского водохранилища: Автореферат дисс. на соиск. ученой степени канд. биол. наук.- М., 1980.- 24 с.

91. Дьяченко Т.Н. Высшая водная растительность речного участка Кременчугского водохранилища и ее участие в процессах самоочищения // Актуальные проблемы водохранилищ: Тез. докл. Всероссийской конф. – Ярославль, 2002. – С. 94-95.

92. Евланов И.А., Козловский С.В. Антонов П.И. Кадастр рыб Самарской области. - Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. - 222 с.
93. Егоров Ю.Е., Ахметзянова Н.Ш. Мелководья Куйбышевского водохранилища и их значение в воспроизводстве биоресурсов // Актуальные проблемы водохранилищ: Тез. докл. Всероссийской конф. – Ярославль, 2002. – С. 99-101.
94. Елисеев А.И. Изменение скоростного режима Волги в зоне подпора Волгоградской ГЭС // Динамика водных масс водохранилищ: Тр.ИБВВ АН СССР. – 1965. – Вып.7(10). – С. 65-70.
95. Ермолин В. П., Белянин И. А. К вопросу моделирования типовой шкалы оценки роста рыб / Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Материалы IV Международной научной конференции. – Днепропетровск: Изд-во ДНУ, 2007. – С. 146 – 148.
96. Ермолин В.П. Вариационно-статистический метод типизации роста и его использование для оценки условий нагула рыб. // Материалы международной научно-практической конференции «Экономические механизмы реализации национального проекта «Развитие АПК на региональном уровне»». Саратов: 2006. С. 51-53.
97. Ермолин В.П. Коэффициент уловистости 20-ти метрового четырехпластного трала. Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. – Ленинград, 1987. Вып. 268. С. 138-143.
98. Ермолин В.П. Рост рыб – элемент исследований с целью нормирования рыболовства – Тез. докл. IX Всеросс. Конф. по пробл. Рыбопром. прогнозирования. Мурманск, Изд. Пинро: 2004. – С. 58-59.
99. Ермолин В.П. Рыбец (*Vimba vimba* (Cyprinidae), потенциальный адаптивный компонент в Волго-Каспийском бассейне / IV Международная научная конференция «Биоразнообразие и роль животных в экосистемах» 10-12 октября 2007. - Днепропетровск. - 2007.

100. Ермолин В.П. Экология питания рыб и пути повышения рыбопродуктивности Саратовского водохранилища: Дис. ... канд. биол. наук / В.П. Ермолин. – Саратов, 1984. – 342 с.

101. Ермолин В.П., Белянин И.А. Использование коэффициента вариации для построения типовой шкалы оценки роста рыб / Сб. научных трудов «Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов (К 50-летию образования Куйбышевского водохранилища). – Ульяновск: 2007. – С. 233-237.

102. Ермолин В.П., Белянин И.А. О питании рыбака *Vimba vimba* (Cyprinidae), вселенного в Волгоградское водохранилище / Поволжский экологический журнал.- 2006. - № 2-3. С. 180-182.

103. Ермолин В.П., Белянин И.А. Первые результаты и перспективы вселения рыбака в Волгоградское водохранилище / Рыбное хозяйство. – 2009. - №1. – С. 74-77

104. Ермолин В.П., Белянин И.А. Типовая шкала оценки роста рыбака / Экологические системы: Фундаментальные и прикладные исследования. Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции 24-27 марта 2008 г. - Нижний Тагил. – 2008. - С.134-137.

105. Ермолин В.П., Белянин И.А. Экологический статус рыбака в Волгоградском водохранилище / Всероссийской конференции, Вологда, 24–28 ноября 2008 г.: Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований, 2008 г.

106. Ермолин В.П., Белянин И.А. Экология рыбака Волгоградского водохранилища / Аграрная наука в XXI веке: Проблемы и перспективы: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции // Под ред. А.В. Голубева. – Саратов: Научная книга, 2008 г. – С. 43-47

107. Ермолин В.П., Мосияш С.С., Матвеев М.П. Особенности воспроизводства рыб в Волгоградском водохранилище // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 2007. – Вып. 336. – С. 67-78.

108. Ермолин В.П., Мосияш С.С., Матвеев М.П. Современные особенности воспроизводства рыб в Волгоградском водохранилище. Сб. научн. трудов ГосНИОРХ, С-Пб.: 2007, Т. 336, С. 67-78.

109. Ермолин. В.П. Типовая шкала оценки роста рыб. С.-П. 2010 (в печати)

110. Ефимова Т.А. Угличское водохранилище // Изв. ГосНИОРХ. – 1975. – Т.102. – С. 26-38.

111. Животный мир Саратовской области. 2002. Книга 2 (рыбы) Саратов: Изд-во Саратовского гос. ун-та, 98 с.

112. Загора Л.П. Биологическая продуктивность мелководной зоны Волгоградского водохранилища и перспективы ее использования в целях рыбоводства // Сб. науч. тр/ ГосНИОРХ. – 1983. - Вып.199. - С. 83-101.

113. Загора Л.П. Мелиоративно-акклиматизационные работы как основа повышения рыбопродуктивности Волгоградского водохранилища. // Сб. научн. тр. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1995. Вып. 315, С. 61-76.

114. Загора Л.П., Синицина Е.М. Морфологическая характеристика и зарастаемость мелководной зоны Волгоградского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1983. - Вып.199. - С. 4-15.

115. Зенин А.А. Гидрохимия Волги и ее водохранилищ.- Л., 1965.- 259с.

116. Зенкевич Л.А. Об акклиматизации в Каспийском море новых кормовых (для рыб) беспозвоночных и теоретические к ней предпосылки. Бюллетень МОИП, 1940. XLIX, 1. С 19-30.

117. Зинченко Т.Д., Антонов П.И. Биоинвазивные виды макрозообентоса в поверхностных водах бассейна Средней и Нижней Волги и возможные пути их проникновения // Тез. докл. Второго межд. Симпоз. по изучению инвазивных видов «Чужеродные виды в Голарктике (Борок – 2). - Борок, 2005. - С. 78-79.

118. Зубенко Ф.С., Широков В.М. Изучение формирующихся берегов Куйбышевского водохранилища с применением методов стационарных

наблюдений и аэросъемки // Сб. работ Комсомольской ГМО. – 1962. – Вып.2. – С. 111-172.

119. Ивлев В.С. Метод определения калорийности гидробиологических проб.-Научно метод. записки Главн. управ.по заповедникам,1939в,вып.5, с.65-72.

120. Информационная система «Динамические модели в биологии». Реестр моделей [Электронный ресурс]: / Руководитель проекта Ризниченко Г. Ю. URL: <http://www.dmb.biophys.msu.ru/registry?article=32> (дата обращения: 16.01.2012).

121. Иоганзен Б.Г. Научные основы акклиматизации животных // Мат-лы конф. по акклиматизации животных в СССР. – Алма-Ата, 1963. – С. 9-19.

122. Исаев А.И., Карпова Е.И. Рыбное хозяйство водохранилищ: Справочник.- М.: Пищевая промышленность, 1980.- 303 с.

123. Кадукин А.И. Веницианов Е.В. Проблема осадконакопления в волжских водохранилищах // Экологические проблемы бассейнов крупных рек - 2: Тез. докл. Международ. конф. - Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 1998. - С. 139-140.

124. Калайда М.Л., Яковлев В.А. Виды – вселенцы Понто – Каспийского комплекса в Куйбышевском водохранилище (река Волга) // Американско-российский симпозиум по инвазионным видам. 27-31 августа 2001г., Борок, Россия: Тез. докл. - Ярославль, 2001. - С. 77-79.

125. Карпевич А.Ф. Теоретические основы и результаты акклиматизации рыб и беспозвоночных. Акклиматизация Животных в СССР. Материалы конференции по акклиматизации животных в СССР (10-15 мая 1963 года, г Фрунзе. Изд-во АН Казахской ССР. Алма-Ата, 1963. С. 16-19.

126. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая промышленность, 1975.

127. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. - М.: Наука, 1975. - 431 с.

128. Касьянов А.Н. Морфологическая изменчивость вселенцев черноморско-каспийской тюльки *Clupeonella cultriventris* Nordmann, 1840 и ротана *Percottus glenii* Dubowski, 1877. // Чужеродные виды в голоарктике» (Борок 2). Тез. докл. Второго межд. Симпоз. по изучению инвазийных видов. Борок. Россия 27 сент. – 1 окт. 2005г. Рыбинск-Борок. 2005. С 148-149.

129. Каширская Е.В. Калорийность некоторых личинок хирономид Волгоградского водохранилища.- Тр.компл. экспед.по изучению Волгоградского и Саратовского водохранилищ, 1973, вып. I(3), с.135-140.

130. Киселев И.А. К вопросу о качественном и количественном составе фитопланктона водохранилищ на Волге. // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1948 Т. 8. Вып. 3.

131. Китаев С.П. Ихтиомасса и рыбопродукция в озерах разных природных зон Европы и Северной Америки. // IV съезд Всесоюз. гидробиол. об-ва. – Киев, 1981.- Ч.2.- С. 42-44.

132. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон.- М.: Наука, 1984.- 204 с.

133. Клевакин А.А. Динамика расселения чужеродных видов рыб в Чебоксарском водохранилище // Тез. докл. Второго межд. Симпоз. по изучению инвазийных видов «Чужеродные виды в Голарктике (Борок – 2). - Борок, 2005. - С. 152-154.

134. Клевакин А.А. Звездчатая пуголовка *Benthophilus stellatus* (Sauvage, 1874) - новый вид рыб отряда окунеобразных (Perciformes) Чебоксарского водохранилища // Тезисы докладов Международной и Молодежной конференций «Экологические проблемы бассейнов крупных рек - 3». - Тольятти, 2003. - С. 120.

135. Климова А.К. Сезонная динамика группового состава и численности фитопланктона Волгоградского водохранилища в первые годы после заполнения // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1966. № 1. - С. 98-102.

136. Климова А.К. Фитопланктон Волгоградского водохранилища в первые годы после зарегулирования стока // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки – 1964. № 1. - С. 99-102.

137. Климонтович Ю.Л. Турбулентное движение и структура хаоса: Новый подход к статистической теории открытых систем. – М.: Наука, 1990. – 320 с.

138. Коблицкая А.Ф. Определение молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищ. пр-сть, 1981. 208 с.

139. Кожевников Г.П. Значение мелководий в биологическом режиме водохранилищ // Изв. ГосНИОРХ. – 1974. – Т.89. – С. 6-13.

140. Кожевников Г.П. Промысловые рыбы Волжско-Камских водохранилищ // Изв. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1978. Т 138. С. 30-44.

141. Кожевников Г.П., Лесникова Т.В. Рыбохозяйственное значение мелководий Горьковского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. – 1974. – Т.89. – С. 67-81.

142. Кожевников Г.П., Негоновская И.Т. Биологические основания к изменению действующих Правил рыболовства на волжско-камских водохранилищах / Биологические основания к усовершенствованию действующих правил рыболовства на водохранилищах волжско-камского каскада. – Ленинград, 1984. – С. 33-46.

143. Козловская С.И. Бычки в Саратовском водохранилище // Вопр. ихтиологии. - 1997. - Т. 37, № 3. - С.420.

144. Козловский С.В. О размножении тюльки в Куйбышевском водохранилище // Биол. внутр. вод: Информационный бюллетень – 1984. - № 62. - С. 37-40.

145. Козловский С.В. Экология кильки *Clupeonella delicatula caspia* (Svetovidov) и ее роль в экосистеме Куйбышевского водохранилища: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. н. - Тольятти, 1987. - 21 с.

146. Комплексная программа опытно-производственного Волгоградского водохранилища по интенсификации рыбного хозяйства:

Отчет о НИР / СО ФГБНУ «ГосНИОРХ»; Рук. Небольсина Т.К. – Фонды СО ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Саратов, 1990. – 97 с.

147. Константинов А.С. Общая характеристика экосистемы Волгоградского водохранилища.- В кн.: Волгоградское водохранилище . Изд. Саратовск. гос.ун-та, 1977,с.188-207.

148. Корнева Л.Г. Пространственно – временное распределение диатомовых, вселяющихся в водоемы бассейна Волги // Американско-российский симпозиум по инвазионным видам. 27-31 августа 2001г., Борок, Россия: Тез. докл. - Ярославль, 2001. - С. 92-95.

149. Коросов А.В. Имитационное моделирование в среде MS Excel (на примерах из экологии). Петрозаводск: ПетрГУ, 2002. 212 с.

150. Котляр С.Г. Гидрохимические материалы к характеристике загрязнения Волгоградского водохранилища // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1978. – Т.XVI. – С. 72-78.

151. Красная книга Белорусской ССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Минск: 1981.

152. Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: Астрел. 2001. 908 с.

153. Красная книга Саратовской области / Грибы. Лишайники. Растения. Животные/. Саратов: Изд-во Торгово-Промышленной палаты Саратовской области, 2006. – 528 с.

154. Кудерский Л.А. Избранные труды. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. Том 4. Акклиматизация рыб в водоемах России. Сборник научных трудов ФГБНУ «ГосНИОРХ», вып. 343. – М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. - 290 с.

155. Кудерский Л.А., Александров А.К., Строганова Н.З. 2000. Воспроизводство рыбных запасов в водоемах России // Воспроизводство рыбных запасов. М. С. 3-19.

156. Лапицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище. // Тр. Волгоградского отд. ГосНИОРХ, 1970.- Т. IV.- 280 с.

157. Легкодимова З.И., Сильникова Г.В. Результаты зарыбления Волгоградского водохранилища растительноядными рыбами // Сб. науч. тр. ГосНИИОРХ 1987. Вып. 268. С. 91-96.

158. Легкодимова З.И., Сильникова Г.В. Выращивание посадочного материала рыб дальневосточного комплекса и вселение их в Волгоградское водохранилище // Тр. Саратов. отд. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1977. Т. ХУ. С. 62-67.

159. Леонов А.В., Дубинин А.В. Взвешенные и растворенные формы биогенных элементов, их соотношение и взаимосвязь в основных притоках Каспийского моря // Водные ресурсы. – 2001. Т.28. №3. - С. 261-279.

160. Линдберг Г.У. Определитель и характеристика рыб мировой фауны. Л.: Наука, 1971. 471 с.

161. Лузанская Д.И. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов СССР (озер, рек и Водохранилищ). Справочник. М.: «Пищевая промышленность» . 1965. 599 с.

162. Лукин А.В. Основные закономерности формирования рыбных запасов Куйбышевского водохранилища // Тр. Татарск. отд. ГосНИОРХ. – 1964. – Вып. 10. - С. 3–26.

163. Лукин А.В. Уровенный и температурный режим Куйбышевского водохранилища // Тр. Татарск. отд. ГосНИОРХ. 1970. Вып. 11. С. 5-10.

164. Маликова Е.М. Химический состав некоторых кормовых беспозвоночных. Труды Латвийского отд. ВНИРО. 1953. Вып. 1. С. 213-224.

165. Малинина Ю.А. Современное состояние зоопланктона Волгоградского водохранилища // Тез. докл. международ. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 3». - Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 2003. - С. 165.

166. Малинина Ю.А., Далечина И.Н., Донецкая В.В., Сониная Е.Э., Филинова Е.И., Шашуловский В.А. Особенности структуры мелководных гидроценозов в экотонной зоне Волгоградского водохранилища // Актуальные проблемы водохранилищ: Тез. докл. Всерос. конф. Ярославль, 2002. С. 194-195.

167. Малинина Ю.А., Далечина И.Н., Филинова Е.И. Гидробиологическая оценка качества воды Волгоградского водохранилища в зоне влияния промышленного центра / Актуальные проблемы рационального использования биологических ресурсов водохранилищ. – Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский Дом печати», 2005. – С.200-212.

168. Малинина Ю.А., Далечина И.Н., Филинова Е.И. Трансформация фауны Волгоградского водохранилища под влиянием антропогенной деятельности // Тезисы докладов IX Съезда Гидробиологического общества РАН (г.Тольятти, Россия, 18-22 сентября 2006 г.) / Под ред.акад. РАН, д.б.н. А.Ф. Алимов, чл.-корр. РАН, д.б.н. Г.С. Розенберг. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2006. – Т. II. - С. 15.

169. Малинина Ю.А., Сониная Е.Э., Шашуловский В.А. Фитофильные сообщества мелководной зоны Волгоградского водохранилища //Матер. II международной науч.конф. «Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах». Днепропетровск: ДНУ, 2003. С.269-271.

170. Малинина Ю.А., Далечина И.Н., Донецкая В.В., Филинова Е.И., Зотова Е.А. Формирование пойменных гидроценозов в условиях антропогенной нагрузки //»Экологические проблемы загрязнения водоемов волжского бассейна, современные методы и пути их решения» Материалы Всерос. научно-практ. конференции. Волгоград, 2004. С. 106-108.

171. Малкин Е. М. Формализация методики установления характера зависимости между длиной особей и размерами чешуи и обратное расчисление роста рыб // Типовые методики исследования продуктивности

видов рыб в пределах их ареалов. Ч. 2.- Вильнюс: Изд-во «Мокслас», 1976.- С. 46-53.

172. Материалы 1 заседания межсекционно рабочей группы по проблеме «Исследование продуктивности вида в пределах ареала». Вильнюс: 1970. 60 с.

173. Материалы XI (XIX) заседания рабочей группы по проекту № 86 «Вид и его продуктивность в ареале». Вильнюс: 1981. 59 с.

174. Мельникова Г.Л. Основные принципы классификации мелководий // Тез. докл. к совещ. по комплексному использованию мелководий водохранилищ в народном хозяйстве. – М., 1970. – С. 31-35.

175. Мельничук Г.Л. Экология питания, пищевые потребности и баланс энергии молоди рыб водохранилищ Днепра. Изв. ГосНИОРХ. 1975. Т. 101. 266 с.

176. Методические рекомендации по применению современных методов изучения питания рыб и расчёта рыбной продукции по кормовой базе в естественных водоёмах. Л.: 1980. 22 с.

177. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах. М. Изд-во ВНИИПРХ, 1990, 50 с.

178. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.

179. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных М.: 1976, 291 с.

180. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Адвентизация растительности: инвазийные виды и инвазибельность сообществ // Усп. соврем. биол. - 2001. - Т. 121. - № 6. - С. 550-562.

181. Михеева Т.М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона.- Тр.Всес.гидробиол.об-ва,1970,т.15,с.50-70.

182. Мороз В.Н. Материалы по биологии и промыслу дунайского рыбца. // Труды АзЧерНИРО. 1966. Вып. 24.

183. Мосияш С.С., Шашуловский В.А. Использование итерационного моделирования для прогнозирования допустимой промысловой эксплуатации популяций рыб // Поволж. экологич. журн. 2003. №2. С.190-194.

184. Небольсина Т.К. Волгоградское водохранилище // Изв. ГосНИИ озер. и рыб. хоз-ва. - 1975. - Т. 102. - С. 130-147.

185. Небольсина Т.К. Общая характеристика мелководной зоны Волгоградского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. – 1974. – Т.89. – С. 151-158.

186. Небольсина Т.К. Экосистема Волгоградского водохранилища и пути создания рационального рыбного хозяйства // Дис.... док. биол. наук. Саратов, 1980. - 367 с.

187. Небольсина Т.К., Браценюк Г.Н. О распределении рыб Волгоградского водохранилища // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1971. – Т.10. – С. 176-197.

188. Небольсина Т.К., Загора Л.П. Биологическое обоснование на вселение рыба из бассейна р. Дон в Волгоградское водохранилище. Фонды СО ФГБНУ «ГосНИОРХ». Саратов, 1985. 7 с.

189. Небольсина Т.К., Земскова Г.Г. Гидрологический и гидрохимический режимы Волгоградского водохранилища // Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища / Под ред. Т.К. Небольсиной. – Саратов: Изд. СГУ, 1980. – С. 6-30.

190. Небольсина Т.К., Мосияш С.С. Состояние естественного воспроизводства рыб в Волгоградском водохранилище и мероприятия по его улучшению // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1995. – Вып. 315. – С. 38-46.

191. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 229 с.

192. Неронов В.М., Луцкекина А.А. Чужеродные виды и сохранение биологического разнообразия // Усп. совр. биол. - 2001. - Т. 121. - № 1. - С. 121-128.

193. Нечваленко С.П. Донная фауна // Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища / Под ред. Т.К. Небольсиной. – Саратов: Изд.СГУ, 1980. – С. 93-105.
194. Нечваленко С.П. Донная фауна Волгоградского водохранилища. // Тр. Саратов. отд.-ния ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1976. Т. XIV. С. 83-94.
195. Нечваленко С.П. Изменения в донной фауне Волгоградского водохранилища // Нижняя Волга и её водохранилища. - Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. - 1977. - Т. XV. - С. 50 – 52.
196. Никаноров Ю.И. Иваньковское водохранилище // Изв. ГосНИОРХ. – 1975. – Т.102. – С. 5-25.
197. Николаев И.И. Некоторые аспекты экологии стихийного расселения гидробионтов // Тр. ГосНИОРХ. - 1985. - Вып. 323. - С. 81-89.
198. Никольский Г.В. О биологических основах регулирования рыболовства / Вопр. ихтиологии. – № 11. – 1958.
199. Никольский Г.В. О биологическом обосновании контингента вылова и путях управления численностью стад рыб / Зоол. журнал. – № 29. – 1950.
200. Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Высшая школа. 1971. 471 с.
201. Никольский Г.В. Экология рыб. М.: «Высшая школа». 1974. 367 с.
202. Никуленко Е.В. особенности питания рыб вселенцев понто – каспийского комплекса (сем. Gobiidae bonaparte, 1832) в водоемах средней и нижней Волги // Дис.... канд. биол. наук. тольятти, 2006. - 131 с.
203. Одум Ю. Основы экологии. - М.: Мир, 1975. - 740 с.
204. Орлова М.И., Щербина Г.Х. *Dreissena bugensis* (Andr.) (*Dreissenidae*, *Bivalvia*): расширение ареала в Европе, история и пути инвазии, дальнейшие перспективы распространения. // Американско-российский симпозиум по инвазионным видам. 27-31 августа 2001г., Борок, Россия: Тез. докл. - Ярославль, 2001. - С. 152-154.

205. Орлова М.И., Щербина Г.Х. О распространении *Dreissena bugensis* (Andr.) (Dreissenidae, Bivalvia) в Верхневолжских водохранилищах // Зоологический журнал. 2002, Т. 81, № 5, С. 515-520.

206. Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов (включая численность, распределение, воспроизводство и качество), разработать рекомендации по их рациональному использованию, прогнозы ОДУ и возможного вылова на 2010 г. в пресноводных водоемах зоны ответственности ФГНУ «ГосНИОРХ». Биологическое обоснование прогноза на 2010 год по основным рыбохозяйственным водоемам подведомственного региона, объектам промысла: Отчет о НИР / СО ФГБНУ «ГосНИОРХ»; Рук. Шушуловский В.А. – Фонды СО ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Саратов. 2009. – 150 с.

207. Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов (включая численность, распределение, воспроизводство и качество), разработать рекомендации по их рациональному использованию, прогнозы ОДУ и возможного вылова на 2010 г. в пресноводных водоемах зоны ответственности ФГНУ «ГосНИОРХ». Биологическое обоснование прогноза на 2010 год по основным рыбохозяйственным водоемам подведомственного региона, объектам промысла. Волгоградское водохранилище: Отчет о НИР / СО ФГНУ ГосНИОРХ; Рук. Шушуловский В.А. – Фонды СО ФГНУ ГосНИОРХ. – Т.1. Саратов. 2010. – 125 с.

208. Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, подготовить материалы, обосновывающие объемы ОДУ и возможного вылова на 2011 г. в пресноводных водоемах Европейской части России. Биологическое обоснование прогноза на 2011 год по основным рыбохозяйственным водоемам подведомственного региона, объектам промысла: Отчет о НИР / СО ФГБНУ «ГосНИОРХ»; Рук. Шушуловский В.А. – Фонды СО ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Саратов. 2010. – 125 с.

209. Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать прогнозы ОДУ и определить объемы производства товарной рыбы в 2004 году в пресноводных водоемах зоны ответственности ФГБНУ «ГосНИОРХ». Биологическое обоснование к прогнозу на 2006 год по основным объектам промысла и рыбоводства. Волгоградское водохранилище: Отчет о НИР / СО ФГБНУ «ГосНИОРХ»; Рук. В.А. Шашуловский. – Фонды СО ФГБНУ «ГосНИОРХ». - Саратов, 2005. - 105 с.

210. Оценка современного состояния естественного воспроизводства промысловых рыб на Волгоградском водохранилище по наблюдениям за урожайностью молоди рыб: Отчет о НИР / СО ФГБНУ «ГосНИОРХ»; Рук. В.П. Ермолин. – Фонды СО ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Саратов. 2007. – 32 с.

211. Пападопол М. Замечания о методах исследования возраста и темпа роста рыбцов (*Vimba*) в пределах ареала. // Материалы к симпозиуму по исследованию вида *Vimba vimba* (L.) в пределах ареала, Ленинград, 23 августа 1971 г.- Вильнюс, 1971. – С. 62-66.

212. Паутова В.Н. Физико-географическая характеристика района исследования и лимнологические особенности водохранилищ // Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовья реки. – СПб.: Наука, 2003. – С. 7-33.

213. Пахоруков А.М. Изучение распределения рыб в водохранилищах и озерах. М.: Наука, 1980. 64 с.

214. Петров Г.Н. Мелководья Куйбышевского водохранилища и перспективы их использования // Волга-I: Проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов. – Куйбышев: Куйбышевск. книж. изд-во, 1971. – С.53-59.

215. Пирожников П.Л. Зоопланктон водохранилищ и его значение для питания рыб // Изв. ГосНИОРХ. 1961. Т. 50.

216. Поддубный А.Г. Состояние ихтиофауны Куйбышевского водохранилища в начальный период его существования. // Тр. Ин-та биол. водохр. – 1959. - Вып. 1 (4). - С. 269-297.

217. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

218. Потапов А.А. Заращение водохранилищ при разном режиме уровней // Ботан. журнал. – 1959. Т.44. №9. – С. 1271-1278.

219. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: 1966. Пищевая пром-сть, 376 с.

220. Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Приказ Минсельхоза России от 01.08.2013 N 293 (ред. от 12.05.2017) «Об утверждении правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна».

221. Правила рыболовства для Волго-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. Приказ Минсельхоза России от 18.11.2014 N 453 (ред. от 19.04.2016) «Об утверждении правил рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна».

222. Приймаченко А.Д. Особенности фитопланктона рек юга Европейской части СССР до и после зарегулирования и основные факторы его развития в водохранилищах // Докл. II Междунар. конф. по лимнологии. - Киев, 1967. - С. 101-113.

223. Проект рыбохозяйственного освоения Сталинградского водохранилища (пересмотренное проектное задание). Пояснительная записка. М.: «Гидрорыбпроект», 1956. 194 с.

224. Разработать биологические и методические основы управления рыбопродукционным процессом и наметить пути рационального ведения рыбного хозяйства на Волгоградском водохранилище: Отчет о НИР / СО ФГБНУ «ГосНИОРХ»; Рук. Небольсина Т.К. – Фонды СО ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Саратов, 1989. – 71 с.

225. Расс Т.С., Казанова И.И. Методическое руководство по сбору личинок и мальков рыб. М.: «Пищевая промышленность», 42 с.

226. Редкие и исчезающие животные. Рыбы. М.: «Высшая школа». 1994. 334 с.

227. Реймерс Н.Ф. Основные биологические понятия и термины. – М.: Просвещение, 1988. - 319 с.
228. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. - Москва: Наука, 1982. - 144 с.
229. Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука. 1980. 301 с.
230. Ривьер И.К. «Северные вселенцы» как естественная составляющая планктоценозов озерных участков Волги // Тез. докл. Второго межд. Симпоз. по изучению инвазийных видов «Чужеродные виды в Голарктике (Борок – 2). - Борок, 2005. - С. 101-103.
231. Ривьер И.К. Современное распределение бореально-арктических и понто-каспийских беспозвоночных – вселенцев в волжском каскаде. // Американско-российский симпозиум по инвазионным видам. 27-31 августа 2001г., Борок, Россия: Тез. докл. - Ярославль, 2001. - С. 180-182.
232. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические модели биологических продукционных процессов. - М.: Изд. МГУ, 1993. – 302 с.
233. Рокитский П.Ф. Биологическая статистика, Минск, Изд-во Высшаяшая школа, 1973, 319 с.
234. Романова Е.П., Кулаков Р.Г., Кузнецова С.П. Саратовское водохранилище как инвазионный коридор для зоопланктона // Тез. докл. Второго межд. Симпоз. по изучению инвазийных видов «Чужеродные виды в Голарктике (Борок – 2). - Борок, 2005. - С. 102-103.
235. Руденко Г.П. (ред.). Справочник по озерному и садковому рыбоводству. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 312 с.
236. Рыбец (Комплексные исследования в нескольких точках ареала). – Вильнюс: «Мокслас», 1976. – 240 с.
237. Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища. / Под ред. Т.К. Небольсиной /. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1980. 264 с.

238. Сабанеев Л. П. Рыбы России. Том второй / Л. П. Сабанеев. — М.: Директ-Медиа, 2015. 592 с.
239. Саенкова А.К. Цветная монодакна в каспийском море // Природа. - 1960. - № 11. - С. 45-46.
240. Сиденко В.И. Гидрохимический режим мелководий Волгоградского водохранилища // Изв. ГОСНИОРХ. – 1974. – Т.89. – С. 159-163.
241. Сиденко В.И. Гидрохимический режим // Волгоградское водохранилище (население, биологическое продуцирование и самоочищение) / Под ред. А.С. Константинова. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1977. – С. 14-32.
242. Сиденко В.И. Гидрохимический режим Волгоградского водохранилища // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1971. – Т.10. – С. 3-22.
243. Сиденко В.И. Гидрохимический режим Волгоградского водохранилища в первые годы его становления (1959-1961 гг.) // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1962. – Т.7. – С. 5-28.
244. Сиденко В.И. Гидрохимический режим Волгоградского водохранилища в на 4-6 год его образования (1962-1964 гг.) // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1965. – Т.8. – С. 7-26.
245. Сиденко В.И. Гидрохимический режим Волгоградского водохранилища в 1968-1972 гг. // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1976. – Т.14. – С. 3-16.
246. Сиденко В.И. Некоторые сведения о гидрологических и гидрохимических условиях Саратовского водохранилища в годы его становления // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ. – 1973. – Т.12. – С. 23-39.
247. Сказкина Е.П., Костюченко В.П. Пищевые рационы бычка-кругляка. Вопросы ихтиологии. 1968. Т. 8. Вып. 2 (49). С. 303-311.
248. Слынько Ю.В. Рыбы – вселенцы в бассейне Волги. // Американско-российский симпозиум по инвазионным видам. 27-31 августа 2001г., Борок, Россия: Тез. докл. - Ярославль, 2001. - С. 206-207.

249. Слынько Ю.В., Дгебуадзе Ю.Ю. Рыбное население волжских водохранилищ в связи с инвазиями чужеродных видов // Тез. докл. Всероссийской конференции с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. 29 октября – 3 ноября 2002 г., Борок, Россия «Актуальные проблемы водохранилищ». - Ярославль, 2002. - С. 282-284.

250. Слынько Ю.В., Кияшко В.Н., Яковлев В.Н. Список видов рыбообразных и рыб бассейна р. Волга. // Каталог растений и животных бассейна Волги. Ярославль.: 2000. ИБВВ РАН. С. 252-277.

251. Сметанин М.М. Статистические методы в экологии рыб. Борок: 2003. 176 с.

252. Современное состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах России: Доклад /под ред. А.С. Печникова. – С.-Пб.: ГосНИОРХ, 2000. - 285 с.

253. Современные исследования пресноводных рыб Евразии. 2001. //Тр. Зоол. ин-та РАН. С.-П. Т. 287, 234 с.

254. Сони́на Е.Э. Роль высшей водной растительности в первичной продукции Волгоградского водохранилища / Е.Э. Сони́на // Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ: сборник материалов Всероссийской конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 22-26 октября 2012 г. – Ижевск: Пермьяков С.А., 2012. – С. 277-279.

255. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Саратовской области в 2000 году. – Саратов, 2001. – 160 с.

256. Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование водоемов земного шара. – Л.: Наука, 1970. – С. 372.

257. Столбунова В.Н. Вселенец *Heteroscore appendiculata* Sars и его роль в Рыбинском водохранилище // Тез. докл. Всероссийской конференции с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. 29 октября – 3 ноября 2002 г., Борок, Россия «Актуальные проблемы водохранилищ». - Ярославль, 2002. - С. 297-298.

258. Сущеня Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, Наука и техника, 1975, 186 с.

259. Тюрин П.В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства. // Изв. ГосНИОРХ, 1972.- Т.71.- С. 71-128.

260. Тюрин П.В. Биологические обоснования оптимального коэффициента вылова и допустимого предела прилова молоди ценных рыб. – Труды ВНИРО, 1967. – 62 с.

261. Тюрин П.В. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах. – М.: Пищепромиздат, 1963. – 119 с.

262. Филинова Е. И., Малинина Ю. А., Шляхтин Г. В. Биоинвазии в макрозообентосе Волгоградского водохранилища // Экология. 2008. № 3. С. 206 – 210.

263. Филинова Е.И. Инвазионные двусторчатые моллюски в малакофауне Волгоградского водохранилища // Современные проблемы гидроэкологии. Тез. докл. 4 Междун. науч. конф., посв. памяти проф. Г.Г. Винберга. 11-15 октября 2010 г. Россия, Спб., 2010. С. 192.

264. Филинова Е.И. Многолетняя динамика зообентоса Волгоградского водохранилища // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1987. - Вып.268. - С. 51-60.

265. Филинова Е.И. Особенности расселения инвазионных видов зообентоса и их роль в экосистеме водохранилищ Нижней Волги / Е.И. Филинова // Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ: сборник материалов Всероссийской конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 22-26 октября 2012 г. – Ижевск: Пермьяков С.А., 2012. – С. 311–314.

266. Филинова Е.И. Пространственное распределение и структура зообентоса Саратовского водохранилища // Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России. Всеросс. научн. конф. с междунар. участием, посв. 80-летию Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» СПб., 2011. С. 361-365.

267. Филинова Е.И. Структурно-фаунистическая характеристика и динамика зообентоса Волгоградского водохранилища: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Самара, 2003. - 18 с.
268. Фортунатов М.А. Типизация и группировка водохранилищ различного хозяйственного назначения // Материалы Межвуз. науч. конф. по вопросам изучения влияния водохранилищ на природу и хозяйство окуржающих территорий. – Калинин, 1970. – С. 8-12.
269. Фортунатова К.Р., Попова О.А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в Дельте Волги. М.: Наука. 1973. – 298 с.
270. Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х.Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 279 с.
271. Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоемов. - С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1993. – 278 с.
272. Цееб Я.Я. Кормовые ресурсы и рыбная продуктивность Каховского водохранилища. Вопросы ихтиологии, 1966, Т. 6, вып. 2(39), с. 319–335.
273. Цыплаков Э.П. Расширение ареалов некоторых видов рыб в связи с гидростроительством на Волге и акклиматизационными работами. // Вопр. ихтиологии. - 1974. - Т. 14. Вып. 3(86). - С. 396-405.
274. Цыплаков Э.П., Гончаренко К.С., Сильченко Г.Ф. Значение мелководий Куйбышевского водохранилища для нагула взрослых рыб // Изв. ГосНИОРХ. – 1974. – Т.89. – С. 128-136
275. Чепурнова Л. В. Влияние гидростроительства на популяции рыб Днестра (сем. Serrinidae). - Кишинев: Штиинца, 1972.- 59 с.
276. Черепанов К.М. Особенности воспроизводства рыбных запасов на Волгоградском водохранилище // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1995. – Вып.315. – С.47-60.

277. Чиркова З.И. Снеток в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах // Бюл. Ин-та биол. водохранилищ АН СССР. - 1960. - № 8 - 9. - С. 34-35.

278. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб.- М.: Изд-во АН СССР, 1959.- 164 с.

279. Шапошникова Г.Х. 1949. Лещ и перспективы его существования в водохранилище на Волге - Тр. Зоол. ин-та, т. 8, вып. 3: 167-502.

280. Шаронов И.В. Новые элементы в ихтиофауне Куйбышевского водохранилища. // Матер. итоговой научн. конф. зоологов Волжско-Камского края. – Казань, 1970. - С. 356-362.

281. Шаронов И.В. Расширение ареала некоторых рыб в связи с зарегулированием Волги. // Матер. 1-й конф. по изучению водоемов бассейна Волги. - Тольятти, 1971. - С. 226-232.

282. Шаронов И.В. Расширение ареалов некоторых рыб в связи с гидростроительством // 1-я конф. по изуч. водоемов басс. Волги, «Волга-1»: Тез. Докл. - Тольятти, 1968. - С. 212-213.

283. Шаронов И.В. Расширение северных границ тюльки. // Биол. внутр. вод: Информ. бюл. - 1969. - № 4. - С. 15-19.

284. Шашуловская Е.А., Котляр С.Г. Мониторинг загрязняющих веществ в биогидроценозе Волгоградского водохранилища // Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных экосистем: проблемы и перспективы гидробиологии и ихтиологии в XXI веке: Мат. Всерос. науч. конф. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2001. - С. 189 – 193.

285. Шашуловский В.А. Динамика биологических ресурсов Волгоградского водохранилища // Дис.... док. биол. наук. Саратов, 2006. - 316 с.

286. Шашуловский В.А., Ермолин В.А. Инвазийные виды в ихтиофауне Волгоградского водохранилища // Тез. докл. Второго межд. Симпоз. по

изучению инвазийных видов «Чужеродные виды в Голарктике (Борок – 2). - Борок, 2005б. - С. 184-185.

287. Шашуловский В.А., Ермолин В.П. Индуцирующие факторы инвазий в водохранилищах Волги на примере Волгоградского // Актуальные проблемы зоотехнии, аквакультуры, биотехнологии и биоэкологии: Матер. междунауч. – практ. Конф., посвященной 80-летию биотехнологического факультета ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова» - 12-13 февраля 2009 г. / Сб. науч. тр. – Саратов: ИЦ «Наука», 2009. – С. 219-226

288. Шашуловский В.А., Ермолин В.П. Состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища // Вопросы ихтиологии. – 2005а. Т. 45, № 3. – С. 324-330.

289. Шашуловский В.А., Ланге З.Е., Петров В.Н., Руденко-Травин В.Б.. О появлении в Волгоградском водохранилище Ротана-головешки. // «Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных экосистем» - Саратов. Изд-во. Саратовского гос. ун-та. 2001. С. 187-189.

290. Шашуловский В.А., Мосияш С.С. Опыт прогнозирования ОДУ с использованием итерационной процедуры в программной среде Microsoft Excel // Тез. докл. IX Всеросс. конф. по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 2004. С.138-140.

291. Шашуловский В.А., Мосияш С.С. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. 250 с.

292. Шварц С.С. Эколого-физиологические основы процесса акклиматизации. Акклиматизация Животных в СССР. Материалы конференции по акклиматизации животных в СССР (10-15 мая 1963 года, г. Фрунзе). Изд-во АН Казахской ССР. Алма-Ата, 1963. С. 33-34.

293. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 782 с.

294. Шерстюк В.В. Некоторые показатели энергетической ценности беспозвоночных и молоди рыб Кременчукского водохранилища // Пищевые потребности и баланс энергии у рыб. Киев: Наукова думка. 1973. С. 132-148.

295. Шибяев С. В. Промысловая ихтиология: Учебник. - СПб.: Проспект Науки, 2007. - 400 с.

296. Шилов В.И., Хазов Ю.К. Размножение осетровых в Саратовском и Волгоградском водохранилищах. // Тр. Саратовского отд. ГосНИИ озер. И реч. Рыб. Хоз-ва. 1971. Т.11. С. 52-70.

297. Шилов И.А. Экология: Учеб. для студентов биол. и мед. фак. и спец. вузов / И. А. Шилов. - М. : Высш. шк., 1998. - 511 с.

298. Штайнер Г. Excel 2003. Справочник. М.: Лаборатория Базовых Знаний. 2006. 559 с.

299. Щербина Г.Х. Роль массовых видов-вселенцев в повышение продуктивности Верхневолжских водохранилищ // Тез. докл. Всероссийской конференции с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. 29 октября – 3 ноября 2002 г., Борок, Россия «Актуальные проблемы водохранилищ». - Ярославль, 2002. - С. 333-335.

300. Щербина М. А., Казлаускене О.П. Изучение перевариваемости искусственных кормов прудовыми рыбами (сообщ. 4). Перевариваемость питательных веществ подсолнечного шрота, люпина, ржи и кормовой смеси двухлетками карпа. Вопросы ихтиологии. 1971. Т. II. Вып. 2. С 319-324.

301. Щербовски Я.. Метод установления критериев оценки темпа роста рыб - Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс, 1981. ч. IY: С.96-103.

302. Щукин Г.П. Использование мелководных заливов Куйбышевского водохранилища для однолетнего выращивания рыб. // Тр. Татарского отд. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1972. Вып.12. С. 240-266.

303. Экологическое состояние бассейна реки Чапаевка в условиях антропогенного воздействия (Биологическая индикация). Экологическая

безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Тольятти. 1997. - 337 с.

304. Яблонская Е.А. Усвоение естественных кормов зеркальным карпом и оценка с этой точки зрения кормности водоёмов. - Тр. Лимнолог. ст. в Косине, 1935. Т. 20 С.17-26.

305. Яковлев В.Н. Биологические инвазии в континентальных водоемах как результат глобальных климатических трансформаций пресноводных экосистем. // Американско-российский симпозиум по инвазионным видам. 27-31 августа 2001г., Борок, Россия: Тез. докл. - Ярославль, 2001. - С. 252-254.

306. Яковлева А.Н. Формирование запасов рыб Волгоградского водохранилища в первые годы его существования (1959-1961 гг.) // Тр. Саратовского отд. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1962. Т. 7. С. 74-108

307. Backiel T, Zawisza I. Synopsis of biological data on the bream (*Abramis brama* L). - FAO Fisheries Synopsis. 1968. № 36.

308. Bernatowicz S. Wystepowanie I przyrost sielawy jezior mazurskich na tle warunkow srodowiska. - Roczn. nauk roln., 1953. t. 67, № 1: P. 1-20.

309. Boldyrev V.S., Bogutskaya N.G. Description of two new species of tadpole gobies (Teleostei: Gobiidae: *Benthophilus*). Zoosystematica Rossica, 2004. 13(1): 129-135.

310. Burr Brooks M., Eisenhour David J., Cook Kenneth M., Taylor Christopher A., Seegert Gregty L., Sautr Randg W., Atwood Elmer R. Nonnative fishes in Illinois waters: what do the records reveal? // Trans. Ill. State Acad. Sci. - 1996. - 89. - № 1-2. - P. 73-91.

311. Carlton J.T. Bioinvasion ecolodgy: assessing invasion impact and scale // Leppakoski E., Olenin S., gollasch S. (eds.). Alien species in Eupopan waters. Netherlands: Kluwer publishers. - 2002. - P. 7-19.

312. Carlton J.T. Biological invasions and cryptogenic // Ecology. - 1996a. - Vol.77 - P. 1653-1655.

313. Carlton J.T. Outlines of lectures “Ecology of Marine Invasions and Introductions” NORFA post-graduate courses, August 5-14, 1997. Turku, Finland: Abo Academy University. - 1997 - P. 1-27.

314. Carlton J.T. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology // Biol. Conserv. – 1996b – Vol. 78 – P. 97-106.

315. Clout M., Lowe S. Draft IUCN Guidelines for the prevention of Biodiversity loss due to biological invasion. IUCN/SSC. - 1996 - Gland, Switzerland. - 42 p.

316. Crosbi A.W. Ecological imperialism. The biological expansion of europa, 900 - 1900. - 1986. - Cambridge: Cambridge Univ. Press. - 368 p.

317. Di Castri F., Hansen A.J., Debussche M. (eds.). Biological invasions in Europe and Mediterranean Basin. - Dordrecht: Kluwer Academic publishers, 1990. - 428 p.

318. Drake J.A., Mooney H.A., Di Castri F., Groves R.H., Kruger F.J., Rejmanek M., Williamson M. (eds.). Biological invasions: a global perspective. SCOPE Series 37. - 1989. - Chichester & New York: John Wiley and Sons. - 525 pp.

319. Economidis P.S., Dimitriou E., Pagoni R., Mihcaloudi E., Natsis L. An annotated checklist of introduced fish species in inland waters of Greece: Pap. Of the Symposium on Water for Sustainable Inland Fisheries and Aquaculture held in the connection with the European Inland Fisheries Advisory Commission. Praia do Carvoeiro. 23 Jude – 1 July. 1998: 20th Sess. // FAO Fish. Rept. - 1998. - R580 Suppl. - C. 25.

320. Elton C.S. The eology of invasion by animals and plants. - London: Methuen, 1958. - 181 p.

321. Freyhof J. Records of *Vimba vimba* (Teleostei, Cyprinidae) in the river Rhine and its tributaries // Folia zool – 1999.- V. 48, №4. – P. 315-320.

322. Hegedis A., Nikcevic M., Mickovic B. Discovery of the goby *Neogobius gymnotrachelus* in Yugoslav fresh waters // Arn. boil. nauka. - 1991. - 43, № 3-4. - C. 39p-40p.

323. Heywood V.H. Patterns, extents and modes of invasion by terrestrial plants // Drake J.A., Mooney H.A., Di Castri F., Groves R.H., Kruger F.J., Rejmanek M., Williamson M. (eds.). Biological invasions: a global perspective. - 1989. - Chichester: John Wiley and Sons. - p. 31-55.

324. Holcik J. Some consideration on the role on introduced species of fish in the management on inland fisheries // «EIFAC Techn. Pap.». – 1984. - 42. Suppl. - № 2. - C. 488-495.

325. Holker F., Hellen W., Thiel R. Derl Kaulbarsch als blinder Passagier in Nordamerika // Fischer und Teichwirt. - 1997. – 48, № 4. - C. 147-150.

326. Jarnefelt H. Untersuchungen uber die Fische und ihre Nahrung im Tuusula See. - Acta Soc. fauna flora fenn. 1921. Vol. 52, № 1: 1-160.

327. Laivd Christophher A., Page Lawrence M. Non-notive fishes inhabiting the streams and lakes of Illinois // Ilt. Natur. Hist. Surv. - 1996. - 35, № 1. - C. 1-59.

328. Laskar K. Die Ernährung des Brassens (Abramis brama L) in eutrophen See - Arch. Hydrobiol. 1948. Bd. 42: 1-165.

329. Leppakoski E., Olenin S., Gollasch S. The Baltic Sea – a field laboratory for invasion biology // Leppakoski E., Olenin S., Gollasch S. (eds.). Invasive aquatic specie of Europe. Distribution, impacts and management/ Dordrecht-Boston-London: Kluwer Publishers. 2002. P. 253-259.

330. Leveque C. Introductions de nouvelles especes de poissons dans les eaux douces tropicales: Objectifs et consequences // Bull. fr. peche et piscicult. 1997. – 70, № 344-345. - C. 79-91.

331. Lever C. Naturalized animals: The ecology of successfully introduced species // C&A D Poyser Ltd. - London. - 1994. - P. 354.

332. Lodge D.M. Biological invasions: lessons fjr ecology // Trends Ecol. Evol. – 1993. - Vol. 8, No. 4. - P. 133 - 137.

333. Mack R.N., Simberloff D., Lonsdale. W.M., Ewans H., Clout M., Bazzaz F.A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control // Ecol. Appl. – 2000. - Vol. 10. - P. 620-640.

334. Miller S.E. Invasive species in Eastern Africa: introductory comments // Lyons E.E., Miller S.E. (eds.) Invasive species in Eastern Africa: Proceedings of a workshop held at ICIPE, July 5-6, 1999, Nairobi, Kenya. 1999. ICIPE Science Press. - 1999 - P. 42-43.

335. Stangenberg M. Wzrost ploci - Pol. arch. hydrobiol. 1958. t 1 (41): 189-217.

336. Vukovic T., Knezevic B. Problem of introduction of species in Yugoslav waters // Boil. Gallo-hellen. - 1986 (1987) - 12. - C. 305.

337. Wilkonska H. Zroznacowanie tempa wzrostu ploci (*Rutilus rutilus* L) w jeziorach Polski na tle warunkow stowiska. - Rocz. nauk roln. Ser.H. 1975. Vol. 97. № 1: 7-30.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Динамика состава ихтиофауны Волгоградского водохранилища (1959-2011 гг.)

Вид и его таксономическое положение	Встречаемость по периодам наблюдений видов									
	1959-1961	1966-1975	1976-1985	1986-1995	1996-2003	2004-2011				
Класс I. Cephalaspidomorphi (Petromyzontes) – Миноги										
Отряд I. Petromyzontiformes - Миногообразные										
Сем.1. Petromyzontidae Bonaparte, 1832 – Миноговые										
1. <i>Caspiomyzon wagneri</i> (Kessler,1870) - каспийская минога	+++	+++	++	++	+	+				
Класс II. Osteichthyes - Костные рыбы										
Отряд II. Acipenseriformes - Осетровообразные										
Сем. 2. Acipenseridae Bonaparte, 1832 - Осетровые										
2. <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> Brant, 1833 – русский осетр	+++	+++	+++	++	+	+				
3. <i>A. nudiventris</i> Lovetsky, 1828 – шип	–	–	–	+	–					
4. <i>A. ruthenus</i> Linnaeus, 1758 - стерлядь	+++++	+++++	++++	+++	++					
5. <i>A. stellatus</i> Pallas, 1771 – севрюга	++	+++	++	++	+	–				

6. <i>Huso huso</i> (Linnaeus, 1758) - белуга	++	++	++	+	-	-
Отряд III. Clupeiformes - Сельдеобразные						
Сем. 3. Clupeidae Cuvier, 1816 - Сельдевые						
7. <i>Alosa kessleri</i> (Grimm, 1887) - кесслеровская сельдь	+++	+++++	+++++	++++	++++	++++
8. <i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann, 1840) - черноморско-каспийская тюлька	+++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
Отряд IV. Salmoniformes - Лососеобразные						
Сем. 4. Coregonidae Cope, 1872 - Сиговые						
9. <i>Coregonus albula</i> (Linnaeus, 1758) - европейская ряпушка	-	+	+	+	-	-
10. <i>C. peled</i> (Gmelin, 1789) - пелядь	-	+	-	-	-	-
11. <i>Stenodus leucichthys leucichthys</i> (Güldenstädt, 1772) - белорыбица	++	++	+++	++	+	+
Сем. 5. Osmeridae Regan, 1913 - Корюшковые						
12. <i>Osmerus eperlanus</i> (Linnaeus, 1758) - европейская корюшка, снеток	-	+	+	+	-	-

Сем. 6. Esocidae Cuvier, 1816 - Щуковые						
13. <i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758 - обыкновенная щука	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	++++
Отряд V. Anguilliformes - Угреобразные						
Сем. 7. Anguillidae Rafinesque, 1810 - Речные угри						
14. <i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758) - речной угорь	+	+	+	+	+	+
Отряд VI. Cypriniformes - Карпообразные						
Сем. 8. Cyprinidae Bonaparte, 1832 - Карповые						
15. <i>Abramis ballerus</i> (Linnaeus, 1758) - синец	+++++	+++++	++++	++++	++++	++++
16. <i>A. brama</i> (Linnaeus, 1758) - лещ	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
17. <i>A. sapa</i> (Pallas, 1814) - белоглазка	++	+++	++++	++++	++++	++++
18. <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) – уклейка (уклея)	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
19. <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1846) - пестрый толстолобик)	–	++	+++	++++	++++	++++
20. <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758) - обыкновенный жерех	++++	+++++	++++	++++	++++	+++++
21. <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) - густера	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
22. <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch, 1782) - серебряный карась	+++	+++	++++	+++++	+++++	+++++
23. <i>C. carassius</i> (Linnaeus, 1758) – золотой (обыкновенный) карась	+++	+++	+++	+++	+++	++

24. <i>Chondrostoma variable</i> Jakowlew, 1870 - волжский подуст	+++	++	++	++	++	+
25. <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844) - белый амур	–	++	++	++++	+++	+++
26. <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1759 – сазан, обыкновенный карп	++++	+++	++	++	++	++++
27. <i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758) – пескарь	+++++	++++	++++	+++	+++	++++
28. <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844) - белый толстолобик	–	++	+++	++++	++++	++++
29. <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843) - верховка	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
30. <i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus, 1758) - голавль	+++	+++	+++	+++	+++	++++
31. <i>L. idus</i> (Linnaeus, 1758) - язь	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	++++
32. <i>L. leuciscus</i> (Linnaeus, 1758) - елец	++++	++++	++++	++++	++++	++++
33. <i>Mylopharingodon piceus</i> (Richardson, 1846) - черный амур	–	–	++	++	+	-
34. <i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758) - чехонь	+++++	++++	+++++	+++++	+++++	++++
35. <i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776) - горчак	+++	+++	++++	++++	++++	+++++
36. <i>Romanogobio albiginnatus</i> (Lukasch, 1933) - белоперый пескарь	+++	+++	+++	+++	+++	+++
37. <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) - плотва	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
38. <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) - красноперка	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
39. <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758) - линь	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++

40. <i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758) - рыбец	–	–	–	++	+++	++++
Сем. 9. Catostomidae Cope, 1871 - Чукучановые						
41. <i>Ictiobus bubalus</i> (Rafinesque, 1818) - малоротый буффало	–	–	++	+++	++	-
42. <i>I. niger</i> (Rafinesque, 1820) - черный буффало	–	–	++	++	+	-
Сем. 10. Balitoridae Swainson, 1839 - Балиториевые						
43. <i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758) - усатый голец	+++	++++	++++	++++	++++	+++
Сем. 11. – Cobitidae Swainson, 1838 - Вьюновые						
44. <i>Cobitis melanoleuca</i> Nichols, 1925 - сибирская щиповка	+++	+++	++++	++++	++++	++++
45. <i>C. taenia</i> Linnaeus, 1758 - обыкновенная щиповка	+++	+++	++++	++++	++++	+++
46. <i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758) - вьюн	++++	++++	+++	++	++	+
Отряд VII. Siluriformes - Сомообразные						
Сем. 12. Siluridae Cuvier, 1816 - Сомовые						
47. <i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758 - обыкновенный (европейский) сом	++++	+++++	+++++	++++	+++	+++
Отряд VIII. Gadiformes - Трескообразные						
Сем. 13. Lotidae Jordan et Evermann, 1898 - Налимовые -						
48. <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758) - налим	+++	+++	+++	+++	+++	++++
Отряд IX. Gasterosteiformes - Колюшкообразные						

Сем. 14. Gasterosteidae Bonaparte, 1832 - Колюшковые						
49. <i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859) - малая южная колюшка	–	–	–	–	+	+
Отряд X. Syngnathiformes - Иглообразные						
Сем. 15. Syngnathidae Rafinesque, 1810 - Игловые						
50. <i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1827 - черноморская игла		++	+++	++++	++++	+++++
Отряд XI. Perciformes - Окунеобразные						
Сем. 16. Percidae Cuvier, 1816 - Окуневые						
51. <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) - обыкновенный ерш	++++	++++	++++	++++	++++	++++
52. <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758 - речной окунь	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
53. <i>Stizostedion lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) - обыкновенный судак	++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
54. <i>S. volgense</i> (Gmelin, 1788) – волжский судак, берш	+++	++++	+++++	+++++	++++	+++++
Сем. 17. Eleotrididae Regan, 1911 - Головешковые						
55. <i>Perccottus glenii</i> Dubowski, 1877 - головешка-ротан	–	–	–	++	++++	+++++
Сем.18. Gobiidae Bonaparte, 1832 - Бычковые						
56. <i>Benthophilus stellatus</i> (Sauvage, 1874) - звездчатая пуголовка	–	–	++	+++	+++	++++

57. <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814) - бычок-песочник, речной бычок	+++	+++	++++	+++++	+++++	++++
58. <i>N. iljini</i> Vasiljeva et Vasiljev, 1996 - каспийский бычок-головач		++	+++	+++	+++	+++
59. <i>N. melanostomus</i> (Pallas, 1814) - бычок-кругляк, черноротый бычок	++	++++	++++	++++	++++	+++++
60. <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814) - бычок-цуцик	-	-	++	+++	+++++	+++++
Отряд XI. Scorpaeniformes - Скорпенообразные						
Сем. 19. Cottidae Bonaparte, 1832 - Керчаковые						
61. <i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758 - обыкновенный подкаменщик	+++	+++	+++	+++	+++	++

Примечание. + - вид представлен единичными особями; ++ - вид с очень низкой численностью; +++ - вид с низкой численностью; ++++ - вид со средней численностью; +++++ - вид с высокой численностью. Источник - 1959-2003 гг. - по В.А Шашуловский, В.П. Ермолин (2005а); 2004-2010 гг. – наши данные.