

На правах рукописи
УДК 639.371.2:(574.5:615.9) (282.247.41)(262.81)

ГОРЮНОВА
Вера Борисовна

**ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛГИ И
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В СВЯЗИ С
ВОСПРОИЗВОДСТВОМ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

Специальности: 03.00.18 – Гидробиология
03.00.10 – Ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва
2006

Работа выполнена в ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ» (ВНИРО)

- Научные руководители: кандидат биологических наук
Соколова Софья Александровна
Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии,
г. Москва
- доктор биологических наук
Рубан Георгий Игоревич
Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва
- Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Сямаков Юрий Георгиевич
Московский государственный университет
технологий и управления (МГУТУ), г. Москва
- кандидат биологических наук
Крылова Вера Дмитриевна
Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии,
г. Москва
- Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский
институт пресноводного рыбного хозяйства
(ВНИИПРХ), пос. Рыбное, Дмитровского р-на,
Московской области

Защита состоится 20 января 2006 г. в 11 часов на заседании диссертационного
совета Д 307 004 01 при Всероссийском научно-исследовательском институте рыбного
хозяйства и океанографии (ВНИРО) по адресу 107140, Москва, ул. Верхняя
Красносельская, д. 17. Факс (095) 264-91-87, электронная почта sedova@vniro.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИРО

Автореферат разослан « 19 » дек 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

М.А. Седова

М.А. Седова

2006-4
30279

2 266551

Актуальность темы. Бассейн Волги и северной части Каспийского моря – часть ареала таких ценных видов рыб, как осетровые. В последние десятилетия XX века их численность здесь многократно снизилась в результате воздействия комплекса факторов, среди которых наибольшее значение имеют сокращение площади доступных нерестилищ вследствие строительства плотин, нерациональный промысел, увеличение нелегального вылова, загрязнение водоемов. Сокращение площади естественных нерестилищ в Волге потребовало развития в регионе искусственного воспроизводства осетровых рыб. В настоящее время воспроизводство осетровых в Волго-Каспийском бассейне поддерживается в основном за счет деятельности осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ). В связи с этим особое значение приобретает оценка качества используемых в рыбоводной практике половых продуктов осетровых и жизнеспособности выпускаемой с ОРЗ молоди.

Известно, что накопление в половых продуктах производителей рыб различных загрязняющих веществ, таких как хлорорганические пестициды и тяжелые металлы, оказывает отрицательное воздействие на качество потомства. Следовательно, для водоемов, подверженных влиянию интенсивной хозяйственной деятельности, необходимы наблюдения за уровнями накопления загрязняющих веществ в воде, а также в органах и тканях рыб на разных стадиях онтогенеза.

В Волго-Каспийском бассейне антропогенное воздействие стало причиной радикальных изменений природной среды и ухудшения условий обитания гидробионтов, в том числе осетровых рыб. Это привело в 80-х годах к их массовому заболеванию, выражавшемуся в расслоении мышечной ткани и ослаблении прочности оболочек икры. Причиной заболевания была признана хроническая интоксикация субтоксическими концентрациями различных органических и неорганических веществ, поступающих в Волгу и в Каспийское море с речным стоком. В настоящее время ситуация может еще более обостриться в связи с интенсификацией нефтегазовых разработок в северной части Каспийского моря. Поэтому для Волго-Каспийского бассейна особенно остро стоит проблема выявления фоновых уровней концентраций отдельных загрязняющих веществ в компонентах экосистемы и оценка их воздействия на гидробионтов. Такие загрязняющие вещества, как пестициды, не имеют природных аналогов, и их нахождение в объектах окружающей среды может служить показателем загрязнения. Для других загрязняющих веществ, например для тяжелых металлов, присутствие в окружающей среде определяется как природными, так и антропогенными факторами. Выявление их антропогенной составляющей представляет отдельную задачу.

Цель и задачи исследований. Цель работы – дать комплексную оценку со-



временного фонового уровня загрязнения вод нижней Волги, северной и средней частей Каспийского моря; оценить степень антропогенного воздействия на осетровых рыб по уровням накопления загрязняющих веществ в органах и тканях их производителей, а также по морфологическим аномалиям на ранних стадиях онтогенеза этих видов на осетровых рыбоводных заводах.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1) провести в течение ряда лет на единой методической основе систематические (ежемесячные, ежедекадные, а также на стационарной точке - ежедневные) наблюдения за содержанием тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Al) и хлорорганических пестицидов (ХОП) в различных водотоках дельты Волги в течение рыбоводного сезона (апрель-июль);

2) выявить межгодовые и внутригодовые изменения концентраций загрязняющих веществ в воде дельты Волги;

3) выявить связь между концентрациями различных тяжелых металлов в воде дельты Волги, а также и антропогенную составляющую их стока в дельте Волги;

4) оценить современный уровень накопления тяжелых металлов и ХОП в органах и тканях производителей осетровых рыб и охарактеризовать по морфологическим показателям качество предличинок, личинок и мальков осетровых рыб на ОРЗ Астраханской и Волгоградской областей в связи с качеством воды, поступающей на рыбоводные заводы.

Научная новизна. Впервые выявлены тенденции межгодовых и внутригодовых изменений концентраций тяжелых металлов в воде дельты Волги в зависимости от величины речного стока, а также коррелятивные связи между концентрациями различных тяжелых металлов и определена величина антропогенной составляющей стока тяжелых металлов в воде дельты Волги. Установлено изменение характера распределения загрязняющих веществ в северной части Каспийского моря в связи с изменением климатической фазы.

Определен средний уровень накопления тяжелых металлов и ХОП в органах и тканях производителей осетровых рыб.

Впервые проанализированы и обобщены многолетние данные о разнообразии и частоте встречаемости аномалий в строении личинок и молоди осетровых рыб на Волгоградском и Астраханских ОРЗ. Проведена систематизация морфологических аномалий рыб в раннем онтогенезе.

Практическая и научная значимость работы. Результаты исследований могут быть использованы при построении математических моделей водной экоси-

стемы Волго-Каспийского бассейна, а также при разработке хозяйственных и природоохранных мероприятий, осуществляемых в районах рыбоводных заводов. Результаты могут иметь большое значение при сравнительной оценке экологической ситуации Волго-Ахтубинской поймы.

Изданный в соавторстве со специалистами ВНИРО и ИПЭЭ РАН «Атлас нарушений в гаметогенезе и строении молоди осетровых» позволит улучшить контроль качества используемой на ОРЗ икры и выпускаемой молоди.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на семинарах лаборатории эколого-токсикологических исследований ВНИРО, а также на конференциях: «Международный симпозиум по марикультуре» (1995); «Первый конгресс ихтиологов России» (1997); на совещании по Проблемам марикультуры в Ростове-на-Дону (ноябрь, 1998); на «Четвертом Международном симпозиуме по осетровым рыбам» (Ошкош, Висконсин, США, 2001); на научно-практической конференции «Научное обеспечение рационального использования водных биологических ресурсов» в Государственной думе, 19 ноября 2003 г.; на заседаниях Научного совета по рыбохозяйственной токсикологии при Межведомственной ихтиологической комиссии: в Борке (19-20 апреля 1994) и в Ярославле (02-03 июня 2004); на 5^{ом} Международном симпозиуме по осетровым рыбам в Рамсаре (Иран, 9-13 мая 2005).

Публикации. По теме опубликовано 12 статей и одна коллективная монография.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и списка использованной литературы. Общий объем работы составляет 169 страниц компьютерного текста, диссертация содержит 21 таблицу и 46 рисунков. Список литературы насчитывает 210 названий, из них 185 на русском языке.

Глава 1. Характеристика района работ и данные о физиологическом состоянии осетровых рыб в связи с антропогенным воздействием (обзор литературы)

В обзоре литературы обсуждаются физико-химические свойства исследуемых загрязняющих веществ (тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов), особенности их распределения и миграции в природной среде, а также некоторые особенности их токсического воздействия на живые организмы.

Приводится гидролого-гидрохимическая характеристика района исследований. Отмечено, что значительные изменения гидрологического и гидрохимического режима Волги были вызваны строительством водохранилищ. Рассмотрены различные способы определения антропогенной составляющей ионного стока реки.

Показано современное изменение солевого состава воды реки и нарастание антропогенной составляющей органического вещества в воде.

Проанализированы данные различных авторов о концентрации тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов в дельте Волги.

Обсуждаются климатические изменения в северной части Каспийского моря в результате смены регрессии моря его трансгрессией, изменение ветрового режима (господствующие ветра сменились с северных на южные, которые для северной части Каспия являются нагонными) и увеличение доли стока Волги через восточную часть дельты. Показано, что вследствие этих изменений геохимический барьер в зоне смешения морских и речных вод приблизился к северному берегу моря.

Проанализировано современное физиологическое состояние осетровых рыб (производителей и молоди на ранних этапах развития) в Волго-Каспийском бассейне и результаты изучения концентраций загрязняющих веществ в тканях и органах этих видов рыб.

Глава 2. Материал и методы исследований

В работе использованы архивные материалы Госкомрыболовства России (1975-1985), содержащие результаты исследований сотрудниками Ростовского Государственного Университета и КаспНИРХ концентраций тяжелых металлов и ХОП в воде нижней Волги; результаты исследований ВНИРО с 1986 по 2001 гг. на нижней Волге и на 7 осетровых рыбоводных заводах (содержание тяжелых металлов, нефтяных углеводородов и ХОП в воде, содержание тяжелых металлов и ХОП в органах и тканях производителей осетровых рыб, содержание тяжелых металлов в икре, личинках и молоди осетровых рыб), а также совместных работ ВНИРО и ИПЭЭ РАН по исследованию морфологических аномалий в гаметогенезе и раннем онтогенезе осетровых рыб); результаты исследования в 1995 г. содержания тяжелых металлов в воде Волги и ее водохранилищ (Иваньковского, Угличского, Рыбинского, Горьковского, Чебоксарского, Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского – рис.1), в северной и на границе со средней частью Каспийского моря в 1995 г. В августе 1996 г. в северной части Каспийского моря во время рейса на НИС «Медуза» проводили исследования содержания и распределения загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов и тяжелых металлов) в зоне геохимического барьера при смешении пресных и солоноватых морских вод. При интерпретации результатов исследования 1995-96 гг. использовали гидрологические и гидрохимические данные, полученные в рейсе лабораторией морской экологии ВНИРО.

В работе обобщены собственные и литературные данные за период с 1986 по 2004 г.



Рис. 1. Схема расположения и номера станций отбора проб в водохранилищах Волжского каскада в 1995 г.

Проведен анализ 687 проб воды на содержание тяжелых металлов, 181 - на содержание ХОП и 42 - на содержание нефтяных углеводородов. В 192 пробах органов, тканей и икры осетровых рыб определены тяжелые металлы, в 98 - ХОП. В 41 пробе личинок и 113 пробах мальков осетровых рыб - определены тяжелые металлы. Обобщены результаты исследования аномалий личинок и мальков осетровых рыб (более 8000 экземпляров), выращенных на ОРЗ нижней Волги за период с 1993 по 2001 г.

ХОП в работе определяли методом газовой хроматографии, тяжелые металлы - методом атомно-абсорбционной спектроскопии, нефтяные углеводороды - методом флуоресцентной спектроскопии и методом газовой хроматографии.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью пакетов программ "Statgraphics" и "Excel".

Автор принимал участие в полевых и экспедиционных работах ВНИРО, обработке проб тяжелых металлов, ХОП и нефтепродуктов, в обобщении и анализе

материалов комплексных исследований в Волго-Каспийском районе.

Автор приносит благодарность к.б.н. вед.н.с. ВНИРО Н.Г.Сторожук за определение тяжелых металлов в воде и рыбе; сотрудникам ИПЭЭ РАН к.б.н. В.Г.Шагаевой, к.б.н. М.П.Никольской за анализ аномалий развития личинок и мальков осетровых; к.б.н. Н.В. Акимовой за исследование аномалий икры, сотрудникам лаборатории морской экологии ВНИРО за предоставление гидрохимических данных при проведении совместных рейсов.

Глава 3. Динамика содержания и особенности распределения загрязняющих веществ (тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов и нефтяных углеводородов) в Волго-Каспийском районе

3.1. Концентрации тяжелых металлов в воде Волги и ее водохранилищ

Установлено, что на большей части обследованных станций (рис. 1) процессы деструкции преобладают над процессами первичного продуцирования. Концентрации растворенного и взвешенного органического вещества, также как и органических форм азота и фосфора, уменьшаются от верховьев Волги к устью ($C_{орг.}$ от 28 до 9 мг С/л; $N_{орг.}$ – от 60 до 20 мкг-ат/л; $P_{орг.}$ – от 3,0 до 0,7 мкг-атР/л). Концентрации же минеральных форм биогенных элементов (за исключением аммонийного азота) увеличиваются. Концентрации меди и хрома от верховья к низовью каскада волжских водохранилищ несколько уменьшаются (рис. 2).

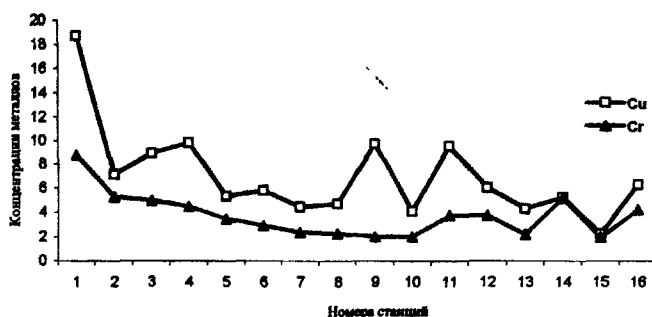


Рис. 2. Концентрации меди и хрома (мкг/л) в поверхностном слое воды волжских водохранилищ

Наибольшие концентрации железа, меди, хрома и свинца обнаружены в Ивановском водохранилище (станция 1), в которое впадают притоки из заболоченного водосбора верхней Волги с высоким содержанием органического вещества. В таких водах металлы мигрируют в форме растворимых органоминеральных соединений. Высокие концентрации железа, марганца, хрома и свинца в придон-

ном горизонте Рыбинского водохранилища (станция 4), возможно, были связаны с поступлением загрязненных промышленных стоков.

Минимальные концентрации тяжелых металлов наблюдались в р. Волге между Рыбинским и Горьковским водохранилищами (станции 5 и 6). Это может быть как следствием более высокой способности реки к самоочищению по сравнению с водохранилищами, так и меньшего антропогенного загрязнения этого участка реки. Именно для этих точек отмечено преобладание процессов первичного продуцирования над деструкцией.

В Чебоксарское водохранилище (станция 8) впадают такие крупные реки, как Ока, Ветлуга и Сура, водосбор которых охватывает значительный промышленный регион. В этом водохранилище отмечены максимальные концентрации никеля - около 5 мкг/л в поверхностном горизонте.

Вблизи ряда больших городов (Ульяновск, Самара, Саратов) отмечались повышенные концентрации тяжелых металлов, которые, скорее всего, обусловлены промышленными и коммунальными стоками.

В воде Волги на всем ее протяжении от Ивановского водохранилища до Астрахани концентрации меди и цинка в 1995 г. превышали рыбохозяйственные ПДК.

Превышение ПДК указанных металлов также отмечается нами в многолетних исследованиях (1986-2001) в дельте Волги, в районах водозаборов осетровых рыбодоводных заводов.

3.2. Межгодовая и сезонная изменчивость концентраций тяжелых металлов в дельте Волги

Для выявления особенностей межгодовых изменений концентраций тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Mn, Cd, Pb, Ni) были рассчитаны среднегодовые концентрации и сопоставлены с величиной годового водного стока. Рассчитаны также средние концентрации для периодов 1975-1979, 1980-1985, и 1989-1991 гг. (Максимова, Соколова, 1993). В результате установлено, что в то время как средняя водность в указанные периоды увеличивалась от 1970-х годов к 1990-ым, средние концентрации Fe, Ni, Pb уменьшались, а концентрации Cu были максимальными в 1980-е годы.

В 1980-1985 гг. антропогенное поступление меди увеличилось на 25-30% по сравнению с 1970 годами. В 1989-1991 гг. средние концентрации меди хрома, кобальта и кадмия в дельте Волги продолжали увеличиваться. Концентрации всех исследованных металлов в 1991-95 гг. резко увеличились. В 1996-2001 гг. концентрации Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd, Ni уменьшались (рис. 3, 4).

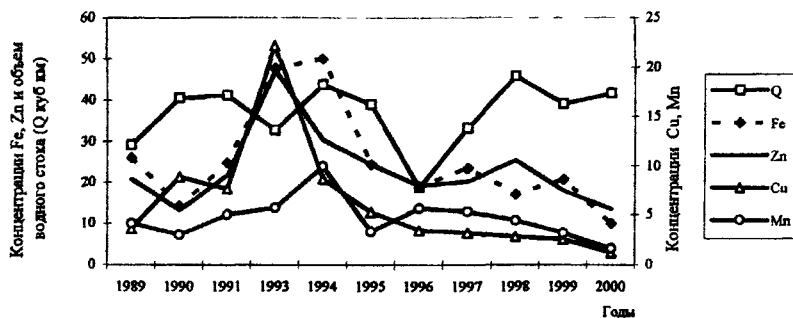


Рис. 3. Многолетние изменения концентрации Fe, Zn, Cu, Mn (мкг/л) в воде дельты Волги

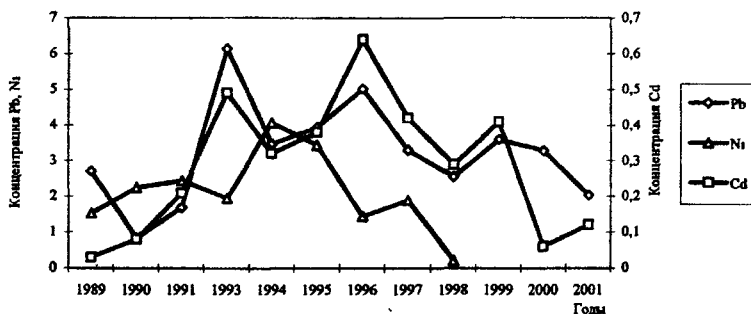


Рис. 4. Многолетние изменения концентраций Pb, Ni, Cd (мкг/л) в воде дельты Волги

Анализ внутригодовых (сезонных) изменений концентраций тяжелых металлов (рис. 5) показал, что высокие концентрации всех исследованных металлов наблюдаются в весенний период (апрель – май) во время подъема воды в реке за счет таяния снега. В мае, когда водосборные площади уже достаточно промыты тальми водами, происходит снижение концентраций металлов. Снижение концентрации большинства металлов продолжается до июня. В июле, в наиболее жаркий период лета, отмечается повышение концентраций некоторых металлов: меди, свинца, цинка, марганца.

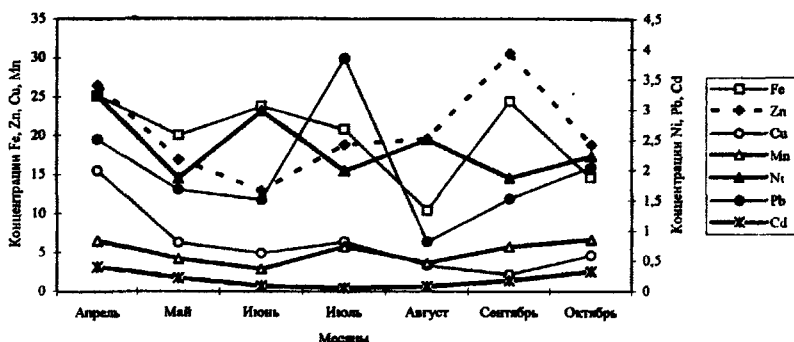


Рис. 5. Сезонные изменения концентраций тяжелых металлов (мкг/л) в дельте Волги

Осенью, в сентябре-октябре, отмечается увеличение концентраций практически всех исследованных металлов, которое, вероятнее всего, связано с двумя причинами: разложением отмирающих в этот период организмов и поступлением металлов с поверхностным стоком в результате увеличения в осенний период количества выпадающих осадков в этом регионе.

3.3. Хлорорганические пестициды и нефтяные углеводороды в воде дельты Волги

Исследования 1981-1987 и 1990-1991 гг. показали, что максимальные концентрации ХОП в воде различных водотоков дельты Волги наблюдаются весной, к лету они, как правило, снижаются. Для суммы α - и γ -изомеров ГХЦГ характерны среднегодовые концентрации 0,04-0,09 мкг/л, однако в отдельных случаях наблюдались на порядок более высокие концентрации. Среднегодовые концентрации ДДТ варьируют от 0,03 до 0,104 мкг/л (табл. 1), в отдельных случаях достигая 1 – 1,4 мкг/л.

Таблица 1.

Концентрации хлорорганических пестицидов в воде дельты р. Волга, (мкг/л)

Год	ГХЦГ			ДДТ			Источник
	Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее	
1981-87	0,0003	0,9105	0,069	0,0002	1,3980	0,1030	КаспНИРХ
1990	0,0001	0,5790	0,087	0,0009	0,4090	0,104	наши данные
1991	0,0001	0,3123	0,044	0,0003	0,2908	0,0361	наши данные
1997	-	-	0,041	-	-	0,0371	КаспНИРХ

Отмеченные средние концентрации ДДТ в воде дельты Волги значительно выше, чем концентрации ДДТ (10^{-3} мкг/л) в Мировом океане в целом (Патин, 1997). Вероятно, концентрации ХОП, обнаруженные нами, отражают их региональный фоновый уровень.

Концентрации нефтяных углеводородов в воде дельты Волги в 1992 и 1998 гг. были на уровне ПДК (0,05 мг/л) или несколько выше (Горюнова и др., 2000 б). Используя данные КаспНИРХ за 1975-85 гг., мы рассчитали коэффициенты корреляции величины водного стока со стоком углеводородов нефти, и с концентрацией углеводородов нефти. Установлено, что сток нефтяных углеводородов в эти годы коррелирует только с их концентрацией, что указывает на преимущественно антропогенное происхождение углеводородов в воде Волги в период исследований.

В 1992 г. изучали состав углеводородов в водотоках дельты Волги. Выявлено, что суммарные концентрации углеводородов во всех водотоках превышали ПДК, составляя 0,08-0,12 мг/л. В большинстве проб состав углеводородов был однотипным, преобладали углеводороды природного происхождения, образующиеся в воде при разложении обитающих в ней высших растений и фитопланктона. Исключение представляла проба из реки Бузан у железнодорожного моста. В ней присутствовали следы консистентной смазки.

Исследования в 1996 г. состава углеводородов в речной воде, поступающей на ОРЗ и сбрасываемой из прудов в конце рыболовного сезона, показали, что состав углеводородов в поступающей и сбросной воде не изменяется. В большинстве проб воды преобладали углеводороды природного происхождения. Однако в одной из исследованных проб воды, поступающей в пруды ОРЗ, обнаружены углеводороды антропогенного происхождения сходные с сильно выветренным дизельным топливом. Их концентрация была близка к ПДК (0,045 мг/л).

Согласно литературным данным, в период 1998-2001 гг. среднее содержание углеводородов в воде Волги составляло около 2 ПДК (Использование и охрана природных ресурсов России, 2001). По данным КаспНИРХ в 2002 г. содержание углеводородов составило 3 ПДК, в 2003 г. – 3,3 ПДК, а в 2004 г. возросло до 4 ПДК (в основном из-за аварии на Астраханской судовой верфи весной 2004 г.). Данные о составе углеводородов в использованных материалах отсутствуют.

Сведения о сезонной изменчивости концентраций углеводородов в водах дельты Волги несколько противоречивы. В основном отмечают максимумы во время весеннего половодья, однако в отдельные годы максимумы наблюдались и во время зимних попусков. Вероятно, четкая сезонная динамика этих загрязняющих веществ отсутствует. В целом, по данным литературы, в воде дельты Волги

концентрации углеводородов могут превышать ПДК в 2-14 раз.

3.4. Концентрации тяжелых металлов и нефтяных углеводородов в воде северной части Каспийского моря

Качество воды северной части Каспийского моря, где расположены основные места нагула осетровых рыб, во многом определяется составом и величиной водного стока Волги. Большую роль в распределении и трансформации загрязняющих веществ, органического вещества и биогенных элементов в северной части Каспийского моря играют процессы, происходящие в дельте и авандельте Волги, то есть в зоне контакта морских и речных вод. Именно через эту зону проходят пути нерестовых миграций осетровых рыб и миграции их мальков в Каспийское море.

По нашим данным в 1996 г. в прибрежной зоне Каспийского моря, непосредственно примыкающей к дельте Волги, располагались трансформированные речные воды, отличавшиеся от морских вод более низкой температурой (24,5°C), соленостью (0,5-1‰) и высоким содержанием кремния (80-100 мкм). Область распространения речных вод хорошо прослеживалась также по распределению нефтяных углеводородов и цинка (рис. 6 и 7).

Фронтальная зона характеризовалась сложной системой циркуляции вод и контрастностью распределения гидрологических и гидрохимических параметров. Высокая степень изменчивости и резкие градиенты концентраций были характерны также для распределения тяжелых металлов в этой зоне. Их концентрации варьировали в следующих пределах: железа - 8-25, меди - 1-7, цинка - 8-60, свинца - 0,9-10, кадмия - 0,008-0,98 мкг/л. На отдельных станциях наблюдались превышения ПДК меди, свинца и цинка. Превышение ПДК нефтяных углеводородов наблюдалось только на одной станции в районе Волго-Каспийского канала.

В 1995 г. в Северной части Каспийского моря наблюдались нагонные явления под воздействием преобладающих юго-восточных ветров, которые способствовали скапливанию волжской воды в Северной части моря. Ее уровень достиг критической величины, и началась разгрузка распресненных, богатых кремнием вод на востоке и на западе Мангышлакского порога. Эти воды, по нашим данным, характеризовались высокими концентрациями тяжелых металлов (Fe 25-50 мкг/л, Cu - 5-8, Mn - 3-4, Zn - 20-40, Pb - 4-9, Cd - 1-2 мкг/л). Концентрации железа, свинца и меди превышали ПДК (свинца - только в западном районе Северной части моря).

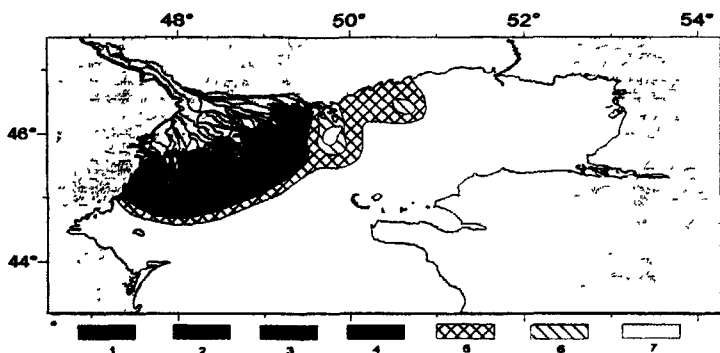


Рис 6. Распределение нефтяных углеводородов (мкг/л) в воде Северной части Каспийского моря (1996 г.). Условные обозначения: 1 – $>0,06$; 2 – $0,5-0,6$; 3 – $0,4-0,5$; 4 – $0,3-0,4$; 5 – $0,2-0,3$; 6 – $0,1 - 0,2$; 7 – $<0,1$

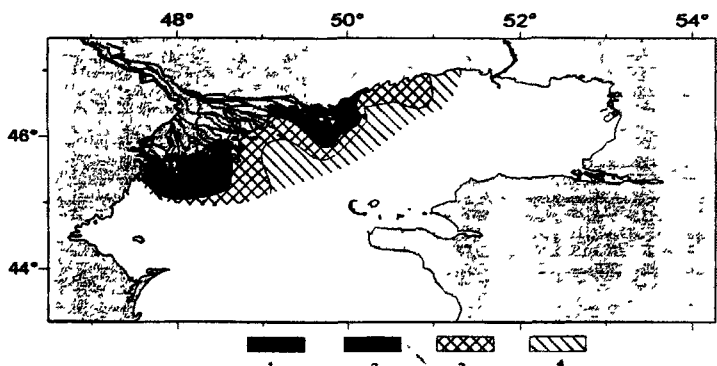


Рис 7. Распределение растворенного Zn (мкг/л) в воде Северной части Каспийского моря (1996). Условные обозначения: 1 – $20-25$, 2 – $15-20$, 3 – $10-15$, 4 – <10

Концентрации тяжелых металлов в водах Северной части Каспийского моря в 1995 г. были выше, чем в 1996 г. Возможно, это было связано не только с нагонными явлениями, но и с большим стоком волжской воды ($279,0$ куб. км в 1995 г.) по сравнению с 1996 г. ($177,8$ куб. км).

Наши данные по содержанию загрязняющих веществ в зоне смешения пресных и морских вод в последующие годы (1997-2001) согласуются с данными ГОИН и КаспНИРХ.

Таким образом, наибольшие концентрации токсикантов в северной части Каспийского моря наблюдаются в участках распресненных вод. Зона смешения пресных и морских вод весьма динамична, характеризуется резкими градиентами характеристик воды. Концентрации токсикантов (нефтяных углеводородов, свинца, железа, меди, цинка), превышающие ПДК, приурочены в основном к западной

части авандельты, в районе Волго-Каспийского канала, однако они наблюдаются и на отдельных станциях в восточной части моря (медь, цинк, свинец). Поэтому выпускаемая с ОРЗ молодь осетровых рыб, мигрирующая в море, попадает в стрессовые условия жестких градиентов не только солености, но и загрязняющих веществ, что отрицательно воздействует на их физиологическое состояние (Левин, 1989).

Глава 4. Накопление тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов осетровыми рыбами Волги

Качество и жизнестойкость личинок и молоди зависят не только от условий выращивания, но и от качества икры и спермы производителей, их физиологического состояния. Одним из показателей физиологического состояния производителей может служить уровень накопления в их теле токсичных веществ. По нашим данным на ОРЗ наблюдалась низкая выживаемость личинок, полученных из икры самок, в печени и селезенке которых отмечены наиболее высокие концентрации никеля, свинца, кадмия.

4.1. Исследование накопления тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов производителями осетровых

Для производителей осетровых рыб проведено ранжирование концентраций Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Cd, Pb, Cr, Co, Al в мышцах, печени, селезенке, неоплодотворенной и оплодотворенной икре с целью выявления концентраций, характерных для осетров данного региона. Статистическую обработку данных по загрязнению тяжелыми металлами рыб проводили по методике Н.П. Морозова и С.А. Петухова (1986), основанной на исследовании частотных распределений концентраций тяжелых металлов в теле рыб. Полученные диапазоны концентраций сравнили с допустимыми остаточными концентрациями (ДОК) тяжелых металлов для рыбопродуктов (СанПиН, 1986-2001). Результаты показали, что современные средние диапазоны накопления свинца, кадмия, никеля и железа в органах и тканях исследованных производителей могут как достигать уровня их допустимых остаточных концентраций, так и превышать их (рис. 8).

В тех же органах и тканях производителей осетровых рыб исследовали, помимо металлов, накопление хлорорганических пестицидов. Установлено, что в органах с высоким содержанием жира (печень, половые продукты) концентрации пестицидов наиболее велики и достигают десятков мкг/кг. По данным многочисленных исследований такие высокие концентрации пестицидов в половых продуктах производителей приводят к ухудшению качества потомства (Физиолого-биохимический ..., 1983).

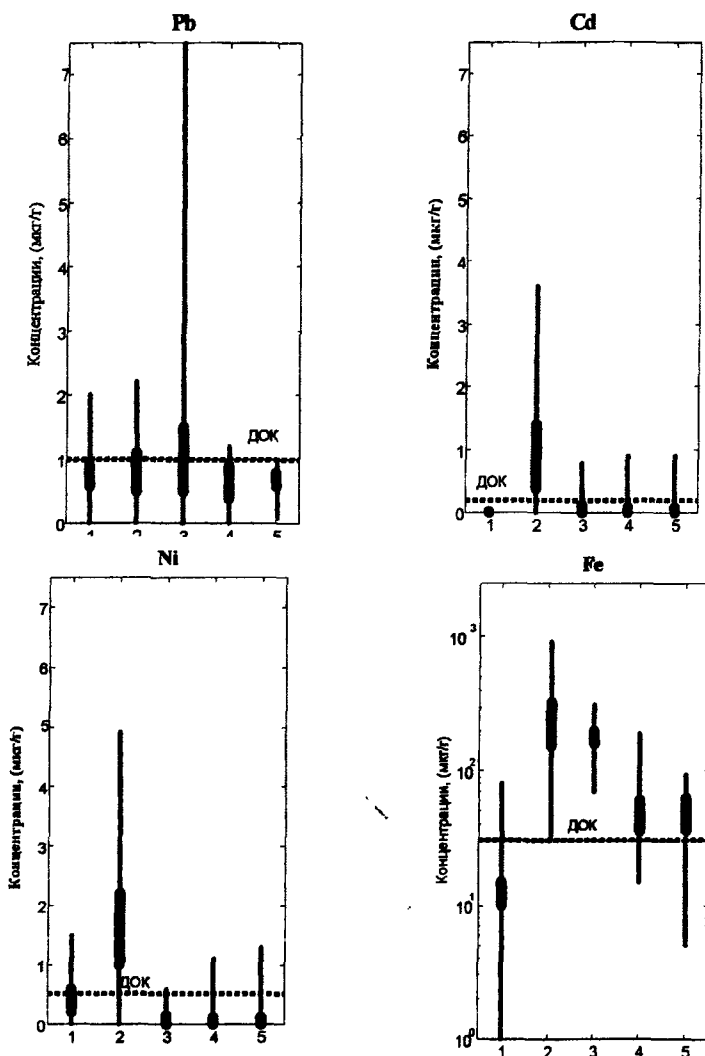


Рис. 8. Диапазоны концентраций и диапазоны средних региональных уровней накопления (жирные участки линий) Pb, Cd, Ni, Fe в органах и тканях осетровых рыб. По оси абсцисс: 1 – мышцы; 2 – печень; 3 – селезенка; 4 – икра неоплодотворенная; 5 – икра оплодотворенная. Пунктирная линия – допустимые остаточные концентрации (ДОК)

4.2. Исследование концентраций тяжелых металлов в раннем онтогенезе осетровых рыб на осетровых рыбоводных заводах

Содержание металлов в выпускаемой молоди осетровых рыб по нашим данным за 1986-2001 гг. в большой степени определялось составом среды их обитания, поскольку оно повторяет распределение тяжелых металлов в волжской воде:



Так же как у производителей, в тканях молоди осетровых рыб отмечалось превышение ДОК свинца, кадмия, никеля и железа.

Накопление тяжелых металлов в теле личинок и молоди может отражаться на их физиологическом состоянии. Например, в 1994 году у личинок, накопивших наибольшее количество никеля, наблюдалось изменение окраски эпителия. Известно, что накопление никеля может оказывать влияние на гормональную регуляцию реакции меланофоров (Краснодембская, 1983).

Нами выявлено, что с увеличением размеров молоди осетровых рыб концентрации большинства тяжелых металлов в них уменьшаются. Это согласуется с современными представлениями об общих тенденциях изменения микроэлементного состава рыб с увеличением их возраста и размеров (Морозов, Петухов, 1986): поглощение микроэлементов с пищей на единицу массы снижается по мере роста мальков и увеличения общей массы тела, при этом общая интенсивность обмена, а, следовательно, и выведение микроэлементов из организма растет. Отклонения от этой закономерности, скорее всего, могут свидетельствовать об отклонении в развитии мальков.

Глава 5. Морфологические отклонения в раннем онтогенезе осетровых рыб на осетровых рыбоводных заводах

Наличие морфологических аномалий у рыб чаще всего считают признаком неблагополучного состояния популяции и связывают с неблагоприятными изменениями в экосистемах (Акимова, Рубан, 1995 а, б; Романов и др., 1996; Шагаева и др., 1993; Соколова и др., 1995 и др.; Решетников, 1988; Савваитова и др., 1998; Павлов и др., 1999; Микодина, Пукова, 2002 и др.).

На осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) в дельте Волги были проведены исследования строения предличинок, личинок и выпускаемых мальков осетровых рыб.

5.1. Типы морфологических аномалий икры у производителей осетровых рыб, используемых на осетровых рыбоводных заводах

Широкий спектр нарушений гамето- и гонадогенеза был выявлен в результате мониторинга состояния репродуктивной системы осетровых рыб в разных во-

досмах, в том числе и в Волго-Каспийском бассейне (Фалеева 1965; Романов, Алтуфьев, 1990; Романов, 1990; Романов и др., 1990; Романов, Шевелева, 1993; Шагасва и др., 1993; Акимова, Рубан, 1995; Акимова, Рубан, 1996; Горюнова и др., 1997; Горюнова, Соколова, 2000; Акимова и др., 2004 а, б, 2005 и др.).

Анализ данных этих авторов показал, что наличие морфологических аномалий в строении зрелых неоплодотворенных яйцеклеток осетровых рыб, используемых для искусственного разведения на осетровых рыбободных заводах, приводит к уменьшению количества полноценной икры и свидетельствует о неблагоприятном состоянии репродуктивной системы рыб.

Аномалии в строении зрелых яйцеклеток осетровых рыб, выловленных в Волге и использованных для искусственного разведения на осетровых рыбободных заводах, были систематизированы в ряде работ (Акимова, Рубан, 1996; Горюнова и др., 1997; Горюнова, Соколова, 2000; Акимова и др., 2004 а, б). Показано, что у осетровых рыб разных видов встречаются практически одни и те же аномалии зрелых неоплодотворенных яйцеклеток.

К основным типам аномалий в строении зрелых неоплодотворенных яйцеклеток волжских осетровых относятся:

- 1) деформация яйцеклеток;
- 2) нарушения в строении оболочек: локальное расслоение, неравномерная коагуляция студенистой оболочки и наличие в ней вакуолей, а также неравномерное окрашивание оболочек, снижение прочности оболочек, приводящее к их разрушению в процессе гистологической обработки;
- 3) нарушения в структуре желтка - наличие полостей, заполненных веществом невыясненной природы среди желтка вегетативного полюса;
- 4) партеногенетическое развитие яйцеклеток;
- 5) массовая резорбция зрелых невыметанных яйцеклеток (Акимова и др., 2004 а).

Наличие в яйцеклетках аномалий 1 и 2 типов свидетельствует о нарушении тургора их оболочек и снижении их прочности. Неравномерное окрашивание оболочек показывает на изменения в биохимических процессах. Партеногенетическое развитие яйцеклеток свидетельствует о преждевременной их активации и неспособности к оплодотворению (Детлаф и др., 1981). Таким образом, можно считать, что партеногенетически развивающиеся яйцеклетки в дальнейшем заведомо погибнут, так же как и резорбирующиеся. Все остальные аномалии не являются летальными, но снижают качество яйцеклеток и жизнеспособность эмбрионов (Акимова и др., 2004 а).

Доля яйцеклеток, имеющих аномалии в строении, и количество самок, с такими яйцеклетками, изменяются во времени и различаются в разных популяциях осетровых. Начальные стадии указанных нарушений отмечались у небольшого числа яйцеклеток еще в 1960-е годы. В 1970-е годы эти отклонения стали более выраженными (Фалеева, 1965; Романов, и др., 2002; Шагаева и др. 1989; 1993). В 1988-1990 гг (Шагаева, и др., 1993) аномалии зрелых яйцеклеток волжских осетровых были отмечены, в основном, в строении их оболочек: у 50-100 % яйцеклеток наблюдалось их локальное истончение, что вызывало значительную деформацию яйцеклеток и их разрушение при фиксации. Были выявлены также вакуоли в студенистой оболочке, а также полости среди желтка вегетативного полюса, заполненные веществом невыясненной природы. В 1990 году и в последующие годы истончение оболочек обнаруживалось лишь у единичных яйцеклеток, однако сохранялась и возрастала тенденция деформированности яйцеклеток и разрывы их оболочек. С этого же года стало значительно увеличиваться количество яйцеклеток с полостями среди желтка вегетативного полюса, заполненными веществом невыясненной природы. Стало возрастать и число самок, яйцеклетки которых были подвержены этим процессам. Начиная с 1995 года, спектры морфологических аномалий зрелых яйцеклеток волжских осетровых в основном стабилизировались, в разные годы изменялось лишь их количественное соотношение у исследованных видов осетровых рыб (Акимова и др., 2004 б).

5.2. Типы морфологических аномалий у предличинок и личинок осетровых рыб, получаемых на осетровых рыбоводных заводах

Эффективность искусственного воспроизводства осетровых зависит от качества получаемой молоди, которое, в свою очередь определяется наличием или отсутствием тех или иных отклонений в развитии. Эти отклонения могут быть как летальными, так и не летальными, но снижающими жизнестойкость. Исследования личинок белуги, русского осетра, севрюги и стерляди на рыбоводных заводах нижней Волги обнаружили большое количество разнообразных аномалий на стадиях вылупления (стадия 36) и перехода на активное питание (стадия 45). Ряд аномалий, обнаруженных у личинок на стадии вылупления, сохраняется и на стадии перехода на активное питание и впоследствии может быть выявлен также и у мальков осетровых.

У личинок осетровых рыб на Астраханских ОРЗ нами было обнаружено 56 видов аномалий, которые мы объединили в 6 типов (Горюнова и др., 1997; 2000): 1) аномалии формы тела; 2) аномалии в строении наружных органов; 3) аномалии в строении внутренних органов; 4) аномалии строения тканей; 5) функциональные

аномалии; 6) механические повреждения.

На личиночном этапе наиболее часто встречаются функциональные аномалии, аномалии формы тела и аномалии в строении тканей.

Таблица 2.

Основные (типичные) нарушения в строении предличинки и личинок осетровых рыб волжского бассейна

Стадия выплывания (36)		Стадия перехода на активное питание (45)	
Вид аномалии	Аномальных предличинки, %	Вид аномалии	Аномальных личинок, %
Севрюга			
1. Водянка мозга	69,0	1. Несращение перемычек обонятельных органов	47,7
2. Водянка плавниковой каймы	46,0	2. Начальная стадия катаракты и собственно катаракта	26,3
3. Аномалии плавниковой каймы	22,0	3. Укорочение грудных плавников	18,6
Русский осетр			
1. Водянка мозга	56,6	1. Несращение перемычек обонятельных органов	20,8
2. Водянка плавниковой каймы	20,0	2. Начальная стадия катаракты и собственно катаракта	28,0
3. Аномалии плавниковой каймы	10,0	3. Укорочение грудных плавников	35,0
Белуга			
1. Водянка мозга	26,1	1. Истончение каймы всех плавников	23,0
2. Водянка плавниковой каймы	28,2	2. Начальная стадия катаракты и собственно катаракта	26,0
3. Аномалии плавниковой каймы	10,2	3. Истончение стенки брюшка	44,0

Анализ литературы (Шмальгаузен, 1973; Мунтян, 1975; Детлаф и др., 1981) показал, что все наблюдаемые нами аномалии являются неспецифическим ответом организма на воздействия и возникают при отклонении за пределы оптимального диапазона как физических параметров (рН, температура, содержание кислорода и проч.), так и при наличии в среде токсических веществ. Обнаруженные аномалии не видоспецифичны. Наиболее часто встречающейся аномалией у предличинки является водянка мозга, у личинок - несращение перемычек обонятельного органа (табл. 2).

5.3. Типы морфологических аномалий у мальков осетровых рыб, выпускаемых с осетровых рыбободных заводов

У мальков осетровых из прудов ОРЗ встречается ряд аномалий, выявленных ранее у личинок на стадии начала активного питания. Для них вне зависимости от вида рыб, характерны одни и те же морфологические аномалии, которые можно разделить на 3 группы:

- 1) аномалии в строении наружных органов: укорочение рыла, усиков, плавников, жаберных крышек; уменьшение размера глаз, хрусталика; катаракта; несращение перемычек обонятельного органа; нарушение структуры обонятельного мешка, боковой линии; недоразвитие жучек и изменение их формы, нарушения в строении ротового аппарата; эпителиальные наросты на голове, брюшке и туловище;
- 2) аномалии строения тканей: наличие внутримышечных полостей; истончение и разрывы брюшной стенки;
- 3) функциональные аномалии: множественные кровоизлияния в районе сердца, брюшка, позади рта и на жаберных крышках.

Наиболее часто у мальков встречаются аномалии 1 и 2 групп (укорочение жаберных крышек, аномалии в строении обонятельного органа; аномалии в строении глаз; аномалии строения брюшной стенки). Укорочение жаберных крышек возникает уже у предличинок после 39-40 стадии развития (Шмальгаузен, 1975). Считается, что укорочение жаберных лепестков и жаберных крышек несовместимо с жизнью и особи с этой аномалией неизбежно погибнут, предположительно причиной этой аномалии может быть воздействие загрязненных вод, поступающих в рыбободные водоемы (Игумнова, 1989). Аномалии обонятельного органа встречаются и в естественных условиях, однако у заводской молодежи они отмечаются чаще. К причинам их возникновения относят токсическое воздействие и резкий подъем температуры воды (Константинов, 1954; Шмальгаузен, 1973; Краснодембская, 1989). Показано, что такие аномалии сокращают большую часть обонятельного эпителия (рецепторов), что приводит к изменениям поведения особей (Девычина, 2004).

Нарушения строения глаз мальков осетровых приводят к потере зрения. Значение зрительной ориентации недостаточно изучено, однако можно с уверенностью утверждать, что потеря зрения мальками осетровых рыб, выпускаемых с осетровых рыбободных заводов, осложнит им адаптацию к новым условиям обитания и приведет к снижению выживаемости выпущенных рыб.

5.4. Анализ связи морфологических аномалий осетровых рыб в раннем онтогенезе с качеством речной воды, поступающей на осетровые рыбоводные заводы

Наибольшее число видов аномалий отмечено на стадии перехода на активное питание, наименьшее - у мальков. У севрюги, по сравнению с другими исследованными видами осетровых, количество аномалий было больше. Частота встречаемости отдельных аномалий изменяется по годам. У предличинки частота встречаемости водянки мозга варьирует по годам от 18 до 100%, у личинок несращение перемычек обонятельного органа - от 7 до 52%. В последние 5-6 лет наиболее распространенная аномалия у личинок и мальков осетровых рыб - дефекты в строении миотомов.

Наибольшая частота встречаемости одной из наиболее типичных аномалий предличиночного периода - водянки мозга - наблюдалась в 1994 и 1996 гг. Эта аномалия проявляется у рыб, как правило, при отклонении температуры воды за пределы оптимального диапазона (Мунтян, 1975). Наши данные согласуются с этими исследованиями, так как на нижней Волге 1994 год был многоводный и относительно холодный, а 1996 - наоборот - маловодный, жаркий. Несращение перемычек обонятельных органов может возникать под действием токсичных веществ (Шмальгаузен, 1973). В 1994 году, когда наблюдались наиболее низкие концентрации свинца и кадмия, частота встречаемости этой аномалии была минимальной. В маловодном 1996 году - наоборот - при наиболее высоких концентрациях этих токсикантов частота ее встречаемости была максимальной (Горюнова и др., 1998).

В период с 1993 по 1996 гг. произошло увеличение числа видов аномалий у личинок осетровых, причем у севрюги в большей степени, чем у других осетровых, достигнув 33. В последнее время (с 1998 г.) наблюдается уменьшение частоты встречаемости и количества аномалий в раннем онтогенезе осетровых рыб, что коррелирует с улучшением эколого-токсикологической ситуации.

Выводы

1. В последние 30 лет (1975-2004 гг.) основными загрязняющими веществами в воде Волго-Каспийского бассейна являются цинк и медь. Их концентрации постоянно превышают рыбохозяйственные ПДК. В водах бассейна иногда может наблюдаться превышение ПДК свинца. Концентрации нефтяных углеводородов близки к ПДК, а концентрации хлорорганических пестицидов не превышают фоновых величин.

2. В Волге и волжских водохранилищах распределение тяжелых металлов в воде неравномерно. Концентрации меди и хрома в воде водохранилищ снижаются от верховьев к низовьям реки. Вблизи крупных промышленных городов (Саратов, Ульяновск) концентрации тяжелых металлов повышены, а на участке реки между Рыбинским и Горьковским водохранилищами, не вошедшем зону затопления, минимальны.

3. Многолетние изменения концентраций различных групп токсикантов в воде дельты Волги неодинаковы. С 1975 по 2001 гг. содержание хлорорганических веществ уменьшалось. Концентрации тяжелых металлов увеличивались от 1970-х гг. к 1980-м, когда антропогенное поступление меди на 25-30% превышало уровень 1970-х гг. Максимальные концентрации тяжелых металлов наблюдались в 1990-95 гг. В последнее десятилетие наблюдается некоторое уменьшение концентраций тяжелых металлов.

4. Инкубация икры осетровых рыб на рыбоводных заводах (апрель-май), а также подращивание молоди севрюги в прудах (июль) происходит в наиболее неблагоприятных токсикологических условиях. Максимальные концентрации загрязняющих веществ в воде р. Волги в районе водозаборных сооружений осетровых рыбоводных заводов отмечены именно в это время.

5. В водах северной части Каспийского моря наибольшие концентрации токсикантов приурочены к участкам распространения речных вод. В районе Волго-Каспийского канала наблюдается превышение ПДК нефтяных углеводородов и тяжелых металлов. Зона смешения пресных и морских вод весьма динамична. В отдельных случаях наблюдаются концентрации металлов (меди, цинка, свинца), превышающие ПДК. Молодь осетровых рыб, выпущенная с осетровых рыбоводных заводов, и мигрирующая в море, оказывается в условиях резких градиентов как солености, так и загрязняющих веществ, что может отрицательно сказаться на ее физиологическом состоянии.

6. В настоящее время средние диапазоны накопления свинца, кадмия, никеля и железа в органах и тканях производителей осетровых, а также выпускаемой молоди этих видов достигают и превышают допустимые остаточные концентрации (ДОК).

7. Накопление отдельных тяжелых металлов в тканях молоди осетровых соответствует их распределению в волжской воде ($Fe > Zn > Cu \approx Mn > Pb > Ni > Cd$).

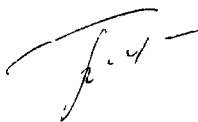
8. У предличиннок, личинок и мальков осетровых на волжских осетровых рыбоводных заводах уровень тератогенеза высок и в отдельные годы достигает 100% в пробах. Большинство аномалий в строении молоди осетровых на рыбовод-

ных заводах не летальны, но снижают ее жизнеспособность. Количество аномалий и частота их встречаемости в большой степени определяются токсикологической обстановкой. У предличинок, личинок и мальков севрюги, культивируемых в наиболее неблагоприятных температурных и токсикологических условиях, отмечено большее количество аномалий по сравнению с белугой и русским осетром. В последнее пятилетие токсикологическая ситуация в дельте Волги несколько улучшилась и уменьшилось количество молодежи с аномалиями.

Список публикаций по теме диссертации

- Соколова С.А., Горюнова В.Б., Сторожук Н.Г., Шагаева В.Г. 1995. Аномалии ранних стадий онтогенеза осетровых рыб на рыбоводных заводах в условиях антропогенного воздействия на Волгу // Тез. докл. международного симпозиума по марикультуре. М.: Изд-во ВНИРО. С.74-75.
- Горюнова В.Б., Соколова С.А., Сторожук Н.Г., Старцева А.И., Абтахи Б., Шагаева В.Г., Акимов Н.В., Никольская М.П. 1997. Эколого-токсикологическая ситуация в низовьях Волги и морфологические аномалии в раннем онтогенезе осетровых рыб // Тез. докл. I конгресса ихтиологов России. Астрахань. С. 149.
- Горюнова В.Б., Соколова С.А. 2000 а. Эколого-токсикологические исследования на осетровых рыбоводных заводах в дельте Волги // «Воспроизводство рыбных запасов» Мат-лы совещ. в г. Ростов-на-Дону, 28 сент.-2 окт. 1998. М.: Экономика и информатика. С. 31-43.
- Горюнова В.Б., Соколова С.А., Старцева А.И., Сторожук Н.Г. 2000 б. Токсикологические показатели речной воды на Нижней Волги // Водные ресурсы. Т. 27. №5. С.618-622.
- Горюнова В.Б., Шагаева В.Г., Никольская М.П. 2000 в. Анализ аномалий строения личинок и молодежи осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна в условиях искусственного воспроизводства // Вопросы ихтиологии. Т.40. № 6. С. 804 – 809.
- Горюнова В.Б., Шагаева В.Г., Никольская М.П. 2004. К вопросу о качестве молодежи осетровых рыб, выпускаемой с рыбоводных заводов, расположенных в дельте Волги // Тез докл. III Международн. научно-практич. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». Астрахань. С. 168-171.
- Акимов Н.В., Шагаева В.Б., Рубан Г.И., Горюнова В.Б. 2004. Морфологические исследования зрелых яйцеклеток осетровых рыб из разных ОРЗ низовьев Волги // Мат. III Международной научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». Астрахань. С. 146-147.
- Акимов Н.В., Горюнова В.Б., Микодина Е.В., Никольская М.П., Рубан Г.И., Соколова С.А., Шагаева В.Г., Шатуновский М.И. 2004. Атлас нарушений в гаметогенезе и строении молодежи осетровых. М.: Изд-во ВНИРО, 121 с.
- Акимов Н.В., Шагаева В.Г., Рубан Г.И., Горюнова В.Б. 2005. Морфологические исследования зрелых яйцеклеток осетровых рыб (Acipenseridae) из низовьев Волги // Вопросы ихтиологии. Т 45. № 5. С. 665-679.
- Sokolova S.A., Storozhuk N.G., Goriounova V.B. 1993 Estimation of The Influence of Pollution on Sturgeon During Artificial Rearing // Proceedings of International Sympo-

- sium on Sturgeons. Moscow-Kostroma-Moscow September 6-11, 1993. P. 145.
- Goryunova V.B., Shagaeva V.G., Nikolskaya M.P. 2000. Analysis of Anomalies in the Structure of Larvae and Young Acipenseridae in the Volga-Caspian Basin under Artificial Reproduction // *Jornal of Ichthyology*. №9. V.40. P. 762-766.
- Goriounova V.B., Sokolova S.A. 2001. Ecotoxicological Investigations at the Sturgeon Hatcheries // *Extended Abstracts of the 4th International Symposium on Sturgeon*. Oshkosh, Wisconsin, USA, 8-13 July, 2001. PP33.
- Ruban G.I., Akimova N.V., Goriounova V.B., Mikodina E.V., Nikolskaya M.P., Shagaeva V.G., Shatunovsky M.I. 2005. Disturbances in Sturgeon gametogenesis and postembryonal ontogeny // *Extended Abstracts of the 5th Intern Symp. On Sturgeon* Iran, Ramsar, 9-13 May, 2005 P. 114-116.



Подп. в печать 16.11.05 Объем 15 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 97

ВНИРО. 107140, Москва, В. Красносельская, 17

№ 2 6 2 0 9

РНБ Русский фонд

2006-4

30279