

Рыбные ресурсы континентальных водоёмов Республики Коми в районах добычи и транспортировки нефтеуглеводородов

© 2009. А.Б. Захаров, к.б.н., с.н.с., А.И. Таскаев, к.б.н., директор, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, e-mail: zaharov@ib.komisc.ru

Приведены результаты исследований рыбного населения водоёмов бассейна р. Печора в районах разведки, добычи и транспортировки нефтеуглеводородов. Показаны негативные последствия техногенного загрязнения акваторий, которые наблюдаются на организменном, популяционном и ценотическом уровнях. Масштабы антропогенного влияния на рыбные ресурсы, в первую очередь, сказываются на комплексе лососеобразных рыб.

The results of fish resources research in the Pechora river basin in the areas of hydrocarbons exploration, extraction and transit of are presented. Negative after-effects of man-caused water areas contamination are shown on organismic, population, and coenotic levels. Salmon fishes suffer from technogenic contamination impacts most of all.

Ключевые слова: рыбные ресурсы, нефтяное загрязнение водоёмов

Использование рыбных ресурсов и связанные с этим особенности ведения хозяйства в значительной мере определяли традиционный уклад жизни северных народов, в том числе и проживающих на европейском северо-востоке России. Однако в последние два десятилетия, когда промышленное освоение северных территорий проходило высокими темпами, произошло обвальное падение рыбных запасов в большинстве озёрных и речных системах, в том числе и Республики Коми. Проблемы сохранения промысловой численности стад рыб стали неуклонно перерастать в задачи сохранения генофонда популяций, особенно лососевых и сиговых видов, по праву отнесённых к элите мировой ихтиофауны. Тенденция снижения промысловых рыбных запасов, наметившаяся в начале 80-х годов, усугубилась неконтролируемым и несанкционированным рыболовством, что стало одной из первопричин сокращения численности стад рыб. Техногенное загрязнение водоёмов и связанное с этим ограничение популяционных ресурсов также в значительной мере лимитируют численность многих популяций рыб.

В последние годы постоянно растёт количество аварий на транспортных системах, при которых нефть и сопутствующие поллютанты попадают в водные объекты. Такие ситуации наносят серьёзный экологический, материальный, социальный и эстетический ущерб [1].

Биологические последствия крупных аварий на добывающих и транспортных объектах

нефтяной промышленности не укладываются в единую закономерность по нескольким причинам. Различия в климато-географических особенностях и рельефе пострадавших регионов, гидрологической и гидрохимической специфике водотоков, отличия в компонентном составе нефтей и весьма быстрая трансформация нефти, попадающей в естественную среду [1], создают затруднения при попытке дать общие закономерности для оценки воздействия аварий на биологические сообщества и организмов их составляющих. Кроме того, экосистемы различных регионов обладают и разной степенью устойчивости к одним и тем же поллютантам.

Самая крупная за последние 25 лет, а возможно, и за всю историю эксплуатации нефтепроводов авария, связанная с утечкой большого количества нефти (всего в окружающую среду попало по разным, весьма противоречивым оценкам, от 14 до 150 тысяч тонн нефти [1]), произошла на участке межпромыслового нефтепровода Возей – Головные сооружения на территории Усинского района Республики Коми осенью 1994 года. Транспортируемая нефтесодержащая жидкость, вытекшая в непосредственной близости от береговых склонов, привела к сильному загрязнению малых левых притоков р. Колва и её магистрального русла (рис. 1).

Как следствие, среда обитания рыб и водных беспозвоночных претерпела серьёзные изменения. Водные экосистемы утратили свою

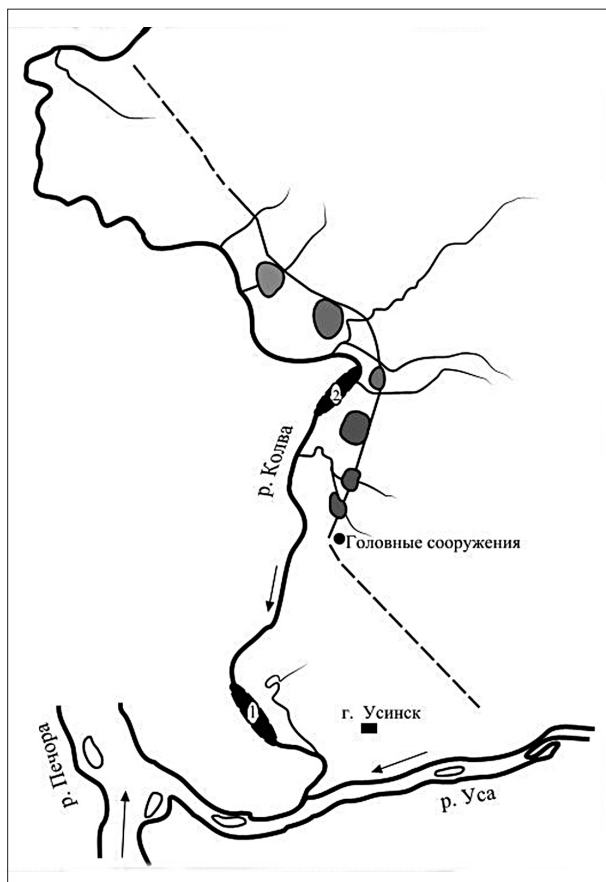


Рис. 1. Схема речной сети в районе аварийного участка нефтепровода на водосборе р. Колвы.

Условные обозначения: **1** – контрольные участки; – зоны основных разливов; – трасса нефтепровода; – аварийный участок трассы нефтепровода.

природную первозданность, а факторы техногенного загрязнения стали определяющими. В общих процессах трансформации природной среды в районах добычи и транспортировки нефтеуглеводородов немаловажную роль сыграли и проведённые реабилитационные мероприятия. К числу последних относится строительство гидротехнических сооружений, приведшее к зарегулированию малых водотоков. Реабилитационные и очистные мероприятия инициировали развитие эрозионных процессов. Вследствие этого усилилось поступление в водотоки органических и минеральных веществ, а содержание нефтеуглеводородов в воде и иных сопутствующих нефтедобыче поллютантов резко возросло и приобрело постоянный характер. Комплексное техногенное воздействие стало причиной искусственно созданных экологических условий, в которых вынуждены оказались обитать сообщества гидробионтов, сформировавшихся и существующих в водоёмах в течение многих тысячелетий [2].

Особенности формирования ихтиофауны в регионе и биология видов определили рыбохозяйственное значение разных участков бассейна р. Колвы. Условно можно выделить три основные составляющие, определяющие потенциал её рыбного населения: система тундровых озёр, в том числе водоёмов, образующих озёрно-речные системы, таких как Веякоты, Возейты и многих других, система малых и средних притоков р. Колвы и непосредственно магистральное русло реки. Ядро ихтиофауны озёрно-речных систем составляют сиговые и частиковые рыбы (сиг, чир, пелядь, щука, плотва, окунь), для притоков более характерны европейский хариус, щука, окунь, речной голянь. В русловой части р. Колвы по численности преобладают ряпушка, где она образует жилую форму, язь, плотва, окунь, голянь. В то же время русло р. Колвы является миграционным путем для сиговых рыб, осуществляющих нерестовые и нагульные миграции (озёра – р. Колва – р. Уса). Поэтому в контрольных уловах в магистральном русле в больших количествах присутствует молодь сига. Рыбная часть сообщества успешно существует и адаптирована для единой системы бассейна, а рыбопродуктивность р. Колвы зависит от состояния популяций рыб её притоков и озёрных систем. Доминирующее положение в ихтиофаунистических комплексах на разных участках акваторий бассейна р. Колвы занимают разные виды. Однако в целом лишь два вида семейства сиговых – сиг-пыжьян и европейская ряпушка – до недавнего времени определяли по численности «облик» рыбного населения в русловой части нижнего течения р. Колвы. На долю сиговых видов в летне-осенние периоды 1995 – 1998 гг. на разных контрольных участках приходилось от 60 до 90% общей численности рыб. В последние два десятилетия, в условиях длительного загрязнения бассейна р. Колвы нефтеуглеводородами и сопутствующими им поллютантами структура рыбного населения магистрального русла реки и её придаточных водоёмов претерпела серьёзные изменения.

Реакция отдельных компонентов водных биологических сообществ на техногенное воздействие имеет как отличительные особенности, так и общие закономерности и отмечается на организменном, популяционном и ценоотическом уровнях. К числу последних для водной биоты можно отнести первичное снижение количества видов животных, относящихся к разным таксономическим группам [3]. При этом перестройка водных сообществ происходит в большей степени на участках

водоёмов, где коренным образом изменились биотопические условия. Наблюдения показывают, что на разнообразии гидробионтов и их структуру оказывает большее влияние не гидрохимическое качество поверхностных вод, а состояние естественных биотопов и особенно донных субстратов.

Повышение уровня техногенного воздействия на водные экосистемы сопровождается снижением видового разнообразия аборигенного рыбного населения и в притоках р. Колва. Рыбная часть сообщества, населяющего малые водотоки, «мгновенно» отреагировала на их искусственное зарегулирование. В зарегулированных ручьях, выше гидрозатворов, исчезли такие типичные виды, как европейский хариус, щука и плотва. Блокирование свободного передвижения за один вегетационный сезон обусловило полное отсутствие рыбы на малых водотоках. Оставшаяся часть рыбного населения в озёрах, ранее соединявшихся с рекой, оказалась в условиях географической изоляции и хронического загрязнения, поступающего с площади водосбора. Следствием этого стали ограниченное видовое разнообразие и низкая численность оставшихся видов рыб, выживших на загрязнённых акваториях малых водотоков.

К прямым последствиям влияния загрязнения водной среды относится увеличение количества рыб с морфологическими отклонениями от «нормы». У ряпушки в зоне загрязнения магистрального русла рек Колва и Уса в контрольных выборках выявлен высокий уровень особей с асимметрией билатеральных признаков. Так, значительные отклонения уровня флуктуирующей асимметрии (ЧАП 0.44–0.46) от «естественной нормы» установлены для различных форм ряпушки в бассейне р. Усы. Сопоставление средней частоты асимметричного проявления признаков у ряпушки вполне сопоставимо с аналогичными показателями у рыб, обитающих в водоёмах с высоким уровнем радиационного и химического загрязнения в районе черновыльской аварии [4, 5].

В загрязнённых озерах, ранее имевших свободный сток (например, озеро Щучье), но зарегулированных в ходе реабилитационных мероприятий, которые заблокировали миграции гидробионтов, морфологические изменения у рыб ещё более выражены. У хищной щуки в подавляющем количестве случаев фиксируются нарушения морфологических структур головного отдела, при этом особенно выделяются укороченная верхняя челюсть и деформация нижних челюстных костей [2],

а также прижизненно разрушенные хвостовые, а в некоторых случаях грудные и брюшные плавники (рис. 2). Такая реакция рыб на загрязнение среды обитания достаточно обычное явление. Сходные изменения костей черепа и деструкции плавников были отмечены у щуки и окуня, обитающих в водоёмах Кольского полуострова в условиях хронического воздействия сублетальных концентраций тяжёлых металлов [6]. Учитывая эти морфологические изменения, некоторыми исследователями предлагается для оценки состояния организмов рыб и условий среды обитания использовать диагностику стадий токсикоза [7].

Материалы полевых исследований, полученных нами в 1995 – 2005 гг., и более ранние работы Л.Н. Соловкиной и О.С. Кучиной, проводившихся в 1954 – 1956 гг. [8], дают возможность оценить во временном аспекте наблюдаемые изменения и охарактеризовать направленность техногенных сукцессий в современных экологических условиях, сложившихся в бассейне р. Колва. В середине XX-го века, когда водосборы северных рек, и Колвы в том числе, сохраняли свою первозданность, а освоение нефтяных месторождений ещё только планировалось, в состав ихтиофауны входили 18 видов рыб, принадлежащих к различным отрядам и семействам (см. таблицу).

Как упоминалось выше, доминирующими по численности видами являлись представители семейства сиговых – сиг-пыжьян и европей-

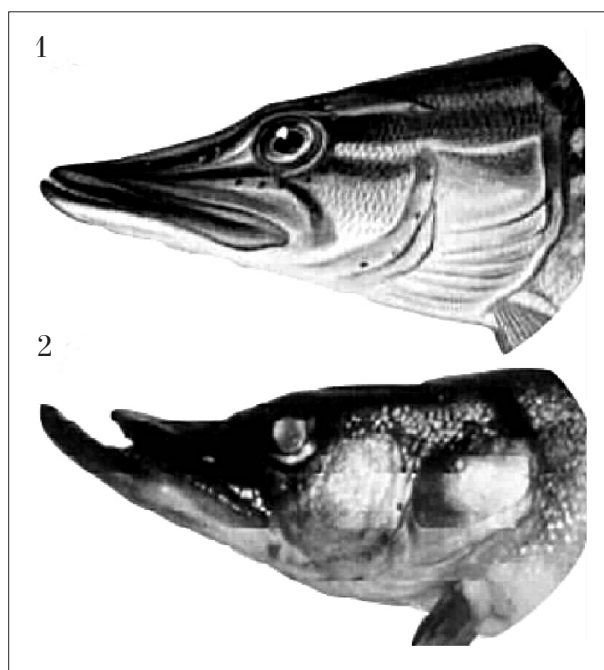


Рис. 2. Черепной отдел щуки из оз. Щучье. Условные обозначения: 1 – нормальная особь; 2 – рыба с морфологическими нарушениями.

Таблица

Видовой состав рыб в уловах на контрольном участке р. Колвы в 1956 – 2005 гг.

Вид рыбы	1956 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.
Сиг (<i>Coregonus lavaretus pidschian</i> Gmelin)	+	+	+	+
Чир (<i>Coregonus nasus</i> Pall)	+	+	+	–
Ряпушка (<i>Coregonus albula</i> L.)	+	+	+	+
Пелядь (<i>Coregonus peled</i> Gmelin)	+	+	–	–
Нельма (<i>Stenodus leucichthys</i> Guldenstadt)	+	+	–	–
Хариус (<i>Thymallus thymallus</i> L.)	+	+	+	+
Язь (<i>Leuciscus idus</i> L.)	+	+	+	+
Плотва (<i>Rutilus rutilus</i> L.)	+	+	+	+
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i> L.)	+	+	+	+
Карась (<i>Carassius carassius</i> L.)	+	+	–	–
Гольян (<i>Phoxinus phoxinus</i> L.)	+	+	+	+
Ёрш (<i>Gymnocephalus cernuus</i> L.)	+	+	+	+
Голец (усатый) (<i>Babatula barbatula</i> L.)	+	+	–	–
Подкаменщик (<i>Cottus gobio</i> L.)	+	+	+	–
Налим (<i>Lota lota</i> L.)	+	+	+	–
Щука (<i>Esox lucius</i> L.)	+	+	+	+
Минога (<i>Lethenteron japonicum</i> Martens)	–	+	–	–
Колюшка девятииглая (<i>Pugitius pungitius</i> L.)	+	+	–	–

Примечание: «–» – вид отсутствует.

ская ряпушка. До конца XX-го века состав и структура рыбного населения практически не изменились. В контрольных уловах, проведённых в начальный поставарийный период в 1995 г., количество зарегистрированных видов рыб составляло также 18 [2, 9]. Спустя пять лет, в 2000 г., из состава уловов выпали нельма, пелядь, карась, голец усатый и минога, которые по численности никогда не относились к доминирующим (см. таблицу).

В то же время к 2000 г. количество основных видов, формирующих ядро рыбного населения в р. Колвы, сохранялось достаточно стабильно. В р. Колве на этот период постоянно обитало четыре-пять видов лососеобразных рыб (хариус, сиг, ряпушка, чир, пелядь), а также четыре-пять видов, относящихся к промысловым значимым «частиковым» (плотва, окунь, щука, язь и налим). Тем не менее после 1994 г., когда произошли масштабные аварийные выбросы нефти на водосбор Колвы, наметилась тенденция изменения состава и структуры в уловах в магистральном русле р. Колвы. Снижение видового разнообразия рыб в контрольных уловах отмечается до настоящего времени. В 2005 г. в составе уловов на двух контрольных участках магистральном русле р. Колвы зафиксировано лишь девять видов рыб. Не отмечены такие виды, как чир, нельма, пелядь и обыкновенный подкаменщик, ранее постоянно присутствовавшие в уловах (см. таблицу).

На обоих контрольных участках магистральном русле р. Колвы, подвергнувшись нефтяному загрязнению, доля в уловах ряпушки снизилась с 85% до 0,7% и 63,8 до 7,5% соответственно. Нельма в 2005 г. в уловах не отмечена, а относительная численность неполовозрелых сегов на втором контрольном участке снизилась с 12,1% в 1997 г. до 5,0% в 2005 г., в то время как на первом контрольном участке молодь сига не отмечена вовсе. На фоне снижения представительства в уловах сеговых рыб доля ерша многократно выросла. Заметное место в структуре уловов стал занимать язь (до 11,7%). В 2005 г. отмечается увеличение относительной численности гольяна и окуня. Таким образом, ранее доминирующие по численности сеговые рыбы (сиг и жилая форма ряпушки) к 2005 г. лидирующее положение уступили представителям семейств окунёвых (ёрш и окунь) и карповых (язь и гольян) (рис. 3).

Изменения состава и структуры рыбного населения на загрязнённом участке р. Колвы и смена видов доминантов привели к усилению представительства равнинного бореального ихтиокомплекса, что отражает общую экологическую обстановку в районе добычи и транспортировки нефтеуглеводородов. Прямое и опосредованное загрязнение поверхностных вод, а также эрозия водосбора, обусловленная реабилитационными мероприя-

тиями, инициировали процессы эвтрофикации акваторий. Проведённые в 2001 – 2002 гг. исследования демонстрируют резкое ускорение сукцессий экосистем ручьёв и нижнего течения р. Колвы – водотоков, подвергшихся нефтяному загрязнению [10]. На участке нижнего течения р. Колвы заметно усилился трофический поток по вектору: минерализация, органическое вещество, планктон (причём, вероятно, все его формы: бактерио-, фито- и зоо-), рыбы. Плотность хищников, представляющих верхние звенья трофической структуры, возрастает закономерно позже, с опозданием на два года. В этих условиях преимущество получили виды рыб, менее требовательные к качеству воды и донных субстратов (ёрш и язь), в то же время их токсикорезистентность и экологическая пластичность признаны выше, нежели видов, представляющих группу лососеобразных рыб [11].

Антропогенные изменения структуры рыбной части сообщества затронули не только нижнюю часть магистрального русла р. Колвы, но и её придаточные системы. Проведённые исследования озёрно-речной системы

Веякоты, входящей в единую гидрографическую систему бассейна р. Колвы, показали, что в последние десятилетия в этом большом по площади водоёме, где рыбы совершают свободные миграции (оз. Веякоты – р. Колва – р. Уса), относительная численность сиговых рыб в уловах резко сократилась. Анализ структуры и состава ихтиофауны по материалам семидесятых годов прошлого века позволяет отнести оз. Веякоты к подтипу пеляжье-сиговых озёр (рис. 4) [12].

В настоящее время доля сиговых рыб в уловах оз. Веякоты незначительна и не превышает 12%, что заметно ниже сходных показателей, характерных для данного типа озёр. В то же время в контрольных уловах оз. Веякоты значительно возросла доля окуня и плотвы, которые имеют меньшую потребительскую значимость. Выявленные изменения структуры рыбного населения отмечены и в других крупных озёрно-речных системах, однако они не являются следствием техногенного загрязнения, а во многом обусловлены активным и нерегулируемым рыболовством на этих акваториях.

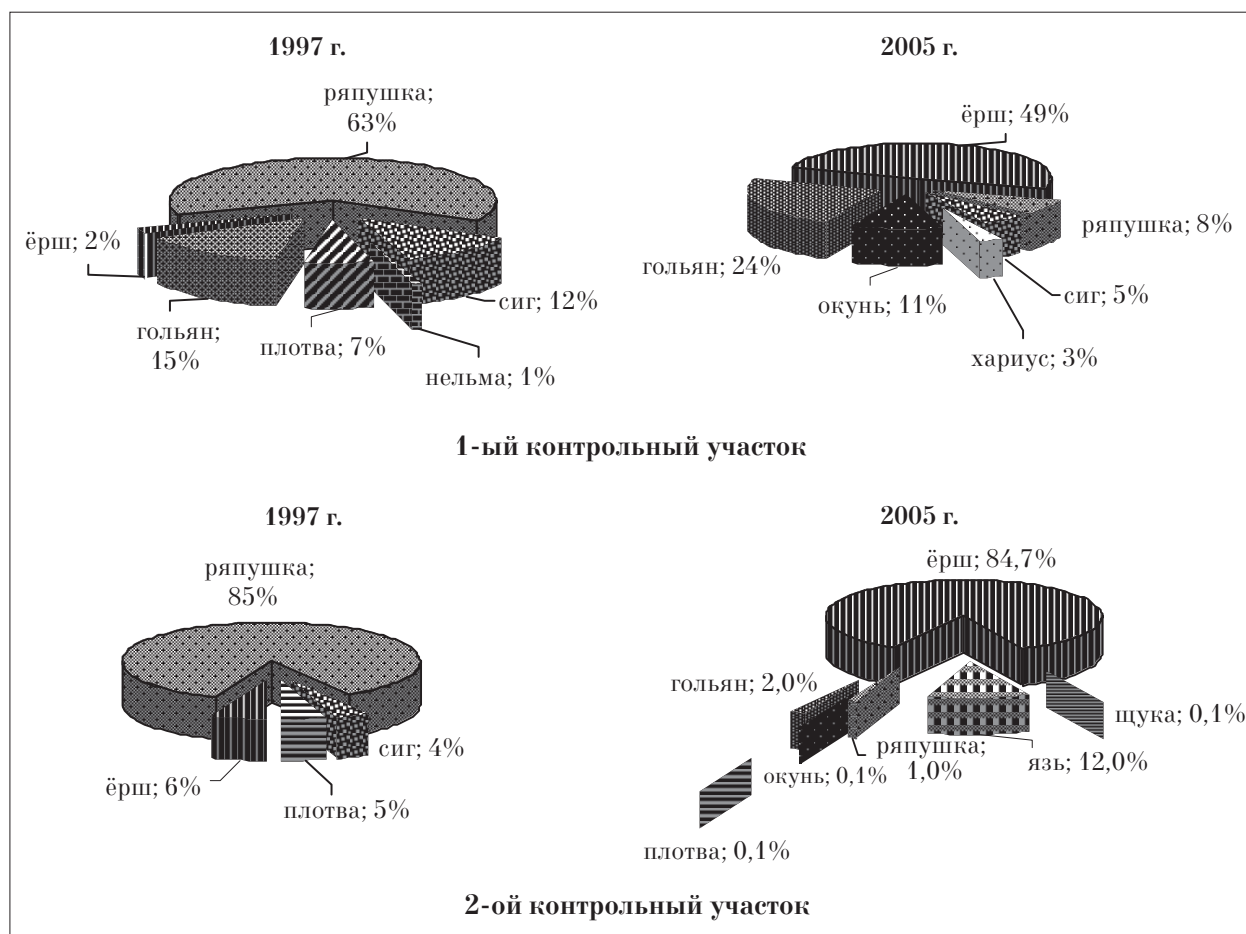


Рис. 3. Доля (%) видов в структуре рыбного населения на контрольных участках р. Колвы в поставарийный период

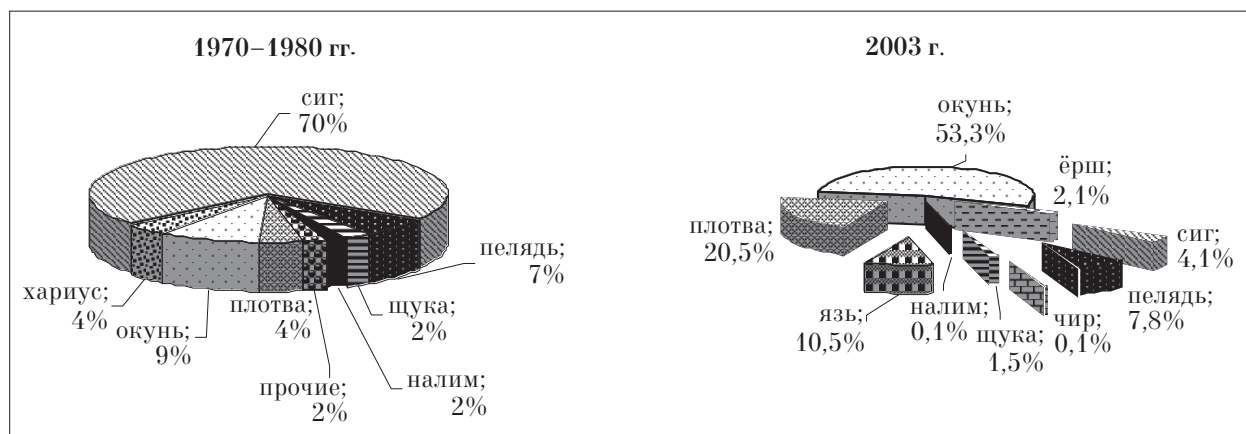


Рис. 4. Состав и структура ихтиофауны оз. Веякоты в 1970 – 1980 и 2003 годах

Таким образом, очевидно, что сукцессии рыбной части сообщества затрагивают не только локальные акватории, но характерны для всего бассейна р. Колвы в целом и вызваны комплексным антропогенным воздействием, которое является неотъемлемой стороной освоения северных территорий. Если рассматривать проблему шире, то сходные процессы происходят на всей территории Республики Коми, и в Большеземельской тундре в том числе, где осваиваются природные ресурсы [13]. Снижение в уловах доли коммерчески важных видов (сиг, пелядь, чир, европейский хариус) прослеживается на всех исследованных нами акваториях, прилегающих к осваиваемым нефтяным месторождениям, и вызвано как загрязнением среды обитания рыб, так и высоким уровнем её нелегитимного промысла.

Долговременное поступление в акватории р. Колвы с её водосбора минеральных и органических веществ привело к механическим изменениям донных субстратов (заиливанию) локальных биотопов, служивших ранее местами для нагула молоди сиговых рыб. Участок нижнего и среднего течения р. Колвы оказался в зоне ускоренной эвтрофикации, где отмечаются устойчивые нарушения естественной структуры и состава рыбного населения. Скорость техногенных сукцессий многократно возросла. За 10-летний период после аварии на нефтепроводах произошли, как было показано выше, серьёзные изменения состава и структуры ихтиофауны на территориях добычи и транспортировки углеводородов и пограничных районах. К 2005 г. «облик» рыбной части сообщества в бассейне модельной р. Колвы определяют уже не сиговые рыбы, а представители равнинного бореального фаунистического комплекса, такие как ёрш, язь и окунь. В измененных условиях природной среды преимущество получили виды рыб, ме-

нее требовательные к качеству воды и донных субстратов (ёрш и язь), чья толерантность к внешним воздействиям считается более высокой, нежели видов, представляющих группу лососеобразных рыб. Наблюдаемые структурные перестройки биологических сообществ на «индустриальных» акваториях в совокупности с факторами продолжающегося хронического загрязнения имеют, очевидно, не только долговременный, но и необратимый характер.

Проведённые исследования на многих водных объектах в бассейне Печоры и Большеземельской тундры выявили сходные изменения структуры и численности рыбного населения. Очевидно, что в целом усиление техногенного и антропогенного влияния на Европейском Севере на природные экосистемы при современном уровне природопользования не позволяют на сегодняшний день делать благоприятные прогнозы в части сохранения всего многообразия генофонда лососеобразных рыб, который реализовался в ранее устойчивом существовании широкого спектра экологических форм.

Теперь уже понятно, что проблемы сохранения и восстановления водных биологических ресурсов должны решаться по двум основным направлениям: усилением контроля над несанкционированной добычей рыбы, в том числе и браконьерством, и организацией компенсаторных мероприятий, которые связаны с развитием комплекса услуг по искусственному воспроизводству различных популяций промысловых и коммерчески важных видов рыб. До настоящего времени природоохранные мероприятия были направлены преимущественно на локализацию техногенного загрязнения, реабилитацию территорий в поставарийный период, зачистку болот, водосборов малых водотоков и отдельных озёрных систем. При этом предпочтение отдавалось приёмам инженерной экологии – таким как

предотвращение и ликвидация аварийных выбросов углеводородов, обустройство и эксплуатация гидротехнических сооружений, строительство дамб, укрепление переходов транспортных коммуникаций через водотоки и т. п. Безусловно, это правильное решение, так как подобные действия устраняют первопричину загрязнения водных объектов и водных экосистем. В то же время биологическая составляющая проблемы реабилитации выпала из поля зрения экологических служб нефтяных и газовых компаний, а вопросы сохранения и восстановления водных биологических ресурсов так и не стали приоритетными. Однако оценка качества поверхностных вод или состояния окружающей среды должны определяться не только по гидрохимическим показателям, но и по конечному результату – благополучию и обилию животного населения, в том числе видов, требовательных к качеству среды и имеющих высокое коммерческое значение.

В настоящее время уже многие недропользователи начинают осознавать, что сохранение природной среды – это не только поддержание качества поверхностных вод водоёмов и водотоков в естественном состоянии, но и сохранение или восстановление их биологического разнообразия и ресурсного значения. Свидетельством тому являются проводимые в 2000 – 2008 гг. Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН исследования донорских популяций лососеобразных рыб и развертывание работ по искусственному воспроизводству европейского хариуса, сига и пеляди и выпуску их сеголетков в водоёмы за счёт средств ОАО «Лукойл Коми». В 2009 г. выпуск мальков сиговых рыб в бассейне р. Усы ожидается в объёме 1 млн. штук. Мероприятия по искусственному воспроизводству рыбных ресурсов имеют не только прогнозируемый экономический эффект, но и огромное, особенно для коренного населения, социально-экономическое значение.

Работа выполнена при поддержке международного проекта МБРР «Влияние нефтяного загрязнения на животный мир Республики Коми» и Программы Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России. Фундаментальные основы рационального использования биологических ресурсов» проекта «Ресурсы лососевых рыб в крупных реках Европейского Северо-Востока».

Литература

1. Г.М. Баренбойм, П.Ф. Шульженко, А.В. Галкин и др. Автоматизированные системы раннего обнару-

жения и мониторинга аварийного разлива. М., Саров. 1998. 107 с.

2. Захаров А.Б., Пархачев А.Н., Туманов М.Д., Камалов В.Ш. Влияние гидрозатворов на рыбное население малых водотоков в условиях техногенного загрязнения бассейна реки Колва // Водные организмы в естественных и трансформированных экосистемах Европейского Северо-Востока. Сыктывкар. 2002. С. 126-136. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 170).

3. Лоскутова О.А., Фефилова Е.Б. Зоопланктон и бентос рек печорского бассейна в условиях аварийного загрязнения нефтепродуктами // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2004. Т. 6. Вып. 2. С. 146-163.

4. Захаров В.М. Описание методологии биотест // Биотест: интегральная оценка здоровья экосистемами отдельных видов. М. 1993. 79 с.

5. Туманов М.Д., Шубин Ю.П. Оценка экологической ситуации в бассейне р. Усы (приток Печоры I порядка) после аварии нефтепровода по данным анализа флуктуирующей асимметрии // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоёмов Европейского Севера: Тез. докл. II Междунар. конф. Петрозаводск. 1999. С. 64-65.

6. Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амудсен П.А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. Апатиты. 1999. 142 с.

7. Аршаница Н.М., Лесников Л.А. Паталогоморфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях // Методы ихтиотоксикологических исследований. Л. 1987. С. 7-9.

8. Кучина Е.С., Соловкина Л.Н. Особенности биологии и промысел рыб реки Колвы. Сыктывкар. 1959. С. 85-100. (Тр. Коми фил. АН СССР; № 8).

9. Захаров А.Б., Шубин Ю.П., Лоскутова О.А., Фефилова Е.Б. Экологическая эффективность мероприятий по механической очистке водотоков при аварийных разливах нефти // Водные организмы в естественных и трансформированных экосистемах Европейского Северо-Востока. Сыктывкар. 2002. С. 84-89. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 170).

10. Фефилова Е.Б., Лоскутова О.А. Зоопланктон и зообентос ручьёв в бассейне Печоры после аварийного нефтеразлива // Изв. Самарского НЦ РАН. Самара. 2005. Т. 1. С.193-197.

11. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб. М.: Наука, 1967. 247 с.

12. Сидоров Г.П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры Л.: Наука, 1974. 164 с.

13. Сидоров Г.П. Ихтиофауна Большеземельской тундры и её рыбохозяйственные возможности // Возобновимые ресурсы водоёмов Большеземельской тундры. Сыктывкар, 2002. С. 79-94. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 169).