

На правах рукописи

Туманов Максим Дмитриевич

**Морфо-экологическая характеристика рыб
нижнего течения р. Усы в условиях техногенного загрязнения
(на примере сиговых, Coregonidae)**

03.02.08 - экология (биология)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Томск – 2010

Работа выполнена в ООО «Научно-техническое объединение Приборсервис», г. Томск.

Научный руководитель:

доктор биологических наук
МАРТЫНОВ Владимир Григорьевич

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор
РОМАНОВ Владимир Иванович

кандидат биологических наук, доцент
ЛУКЪЯНЦЕВА Лидия Валентиновна

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва

Защита состоится 22 декабря 2010 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.267.10 при ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 34а.

Автореферат разослан «.....» ноября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук



Е.Ю. Просекина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Река Уса, крупнейший правобережный приток р. Печоры, играет важную роль в воспроизводстве ценных промысловых видов рыб. Широкий спектр экологических условий в пределах бассейна р. Усы обусловил высокое внутривидовое разнообразие, прежде всего сиговых рыб (Кучина, 1962; Соловкина, 1962, 1975; Протопопов, 1983). По нашим данным, в нижнем течении реки обитает семь видов сиговых рыб, систематический статус которых до настоящего времени остается малоизученным. На нижнее течение р. Усы приходится зона перекрывания популяционных ареалов разных экологических форм сиговых рыб. Здесь расположены нерестилища и места нагула молоди как полупроходных, так и жилых популяций. Вопросы таксономии, в частности видовой статус усинских ряпушек, а также внутривидовой дифференциации, экологии и роли сиговых рыб в ихтиоценозах нижнего течения р. Усы до настоящего времени сохраняют актуальность как в теоретическом, так и прикладном аспектах.

Предустьевой участок р. Усы испытывает сильное техногенное воздействие, связанное с разработкой и эксплуатацией нефтегазовых месторождений и аварийными разливами нефти в бассейне ее нижнего притока р. Колвы (Хохлова, 1986, 1994; Губинова, 2000; Лукин и др., 2000; Глушкова, Рымарь, 2006 и др.). В условиях антропогенного загрязнения поверхностных вод нижнего течения р. Усы важное значение приобретает оценка его воздействия на гидробионтов.

Цель работы: выявить морфо-экологические особенности сиговых рыб, обитающих в нижнем течении рр. Усы и Колвы на основе изучения их популяционных параметров, биологии и морфологии, а также оценить воздействие нефтяного загрязнения на рыб и среду их обитания.

Задачи исследования:

1. Изучить биологические особенности сиговых рыб, обитающих в нижней части бассейна р. Усы;
2. Оценить экологическое состояние водоемов в зоне нефтяного загрязнения методами биологической индикации;
3. Рассмотреть таксономический статус сиговых рыб нижнего течения р. Усы.

Научная новизна работы. Впервые дается сравнительная биологическая характеристика туводной и полупроходной ряпушек нижнего течения р. Усы, а также приводится описание экологических особенностей и современного состояния популяций омуля и туводных сига, нельмы, чира, пеляди. Впервые для нижнего течения р. Усы в результате многолетних наблюдений методами биологической инди-

кации дается оценка экологического состояния водоемов в зоне нефтяного загрязнения. На основе морфологического анализа обосновывается принадлежность туводной ряпушки нижнего течения р. Усы к европейскому (*Coregonus albula*), а полупроходных печорской и усинской ряпушек – к сибирскому (*C. sardinella*) видам. Дается оценка внутривидового статуса других видов сиговых рыб в нижнем течении р. Усы.

Научно-практическая значимость работы. Проведенные исследования вносят вклад в познание особенностей внутривидовой изменчивости сиговых рыб бассейна р. Печоры.

Сведения о биологической структуре и современном состоянии промысловых популяций сиговых рыб нижнего течения р. Усы могут быть использованы при рациональном ведении рыбного хозяйства в бассейне р. Печоры.

Данные оценки состояния загрязненных водоемов могут служить основой для экологического прогнозирования и мониторинга водных экосистем исследованной территории, а также проведения природоохранных мероприятий на водоемах и прилегающих к ним территориях.

Материалы, представленные в работе, могут быть использованы при преподавании спецкурсов в ВУЗах по темам: «Экологический мониторинг», «Методы биоиндикации загрязнений окружающей среды».

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Туводная и полупроходная ряпушки нижнего течения р. Усы различаются биологической структурой и особенностями экологии. Характер пространственно-временной структуры возрастного состава сига-пыжьяна свидетельствует об отсутствии в настоящее время воспроизводства в нижнем течении р. Усы его полупроходной популяции;

2. Разработка нефтяных месторождений в бассейне нижнего течения р. Усы ведет к ухудшению экологической обстановки в важном рыбохозяйственном водоеме;

3. В нижнем течении р. Усы воспроизводятся полупроходные популяции сибирской ряпушки и омуля, обитают туводные популяции европейской ряпушки, сига-пыжьяна, чира, пеляди и нельмы.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на молодежных конференциях Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, 1997–2000, 2002, 2004); научной молодежной школе-конференции “Сохранение биоразнообразия и рациональное использование биологических ресурсов” (Москва, 2000); “Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы” (Ухта, 2004); “Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента” (Сыктывкар, 2005); “Биоло-

гические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири” (Томск, 2006); международных конференциях “Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера” (Петрозаводск, 1999; Сыктывкар 2003); “Биоразнообразие и динамика экосистем Северной Евразии” (Екатеринбург, 2000); “Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях хозяйственного освоения европейского Севера” (Сыктывкар, 2002); “Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки” (Мурманск, 2010).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 19 работ, в том числе две в реферируемых изданиях.

Декларация личного участия автора. Автор принимал участие в 15 экспедиционных выездах (1991, 1996–2008 гг.). Им собрана бóльшая часть ихтиологического материала, все гидробиологические пробы, произведены вся первичная, статистическая и графическая обработка материала, оформление результатов исследований.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и выводов, списка литературы, включающего 297 работ (в том числе 31 на иностранных языках) и приложения. Работа изложена на 216 страницах машинописного текста, проиллюстрирована 38 таблицами и 39 рисунками.

Благодарности. Автор выражает благодарность В.Г. Мартынову и Г.П. Сидорову за постоянное внимание и научное руководство, а также сотрудникам института биологии Коми НЦ УрО РАН, института «ПечорНИПИнефть», НТО «Приборсервис», оказавшим содействие в подготовке данной работы. Автор глубоко признателен доценту кафедры ихтиологии и гидробиологии Томского государственного университета Д.С. Воробьеву за плодотворное сотрудничество в освоении и апробации методик биологической индикации влияния нефтяного загрязнения на водные объекты. Большая помощь в понимании проблем истории развития ледниковых покровов в позднем плейстоцене оказана заведующим лабораторией палеонтологии Института геологии Коми НЦ УрО РАН Д.В. Пономаревым. Ценные замечания при обсуждении работы высказаны сотрудниками Томского государственного университета В.И. Романовым, Н.С. Москвитиной, а также генеральным директором НТО «Приборсервис» С.В. Лушниковым. Автор признателен Ю.П. Шубину, А.Б. Захарову и Э.И. Бознаку за любезно предоставленный материал по полупроходной ряпушке и щуке из р. Печоры, а также В.Ш. Камалову и А. Хейлику за всестороннюю помощь в организации экспедиционных выездов и сборе полевых материалов. Всем тем, кто в той или иной мере способствовал подготовке данной работы, автор выражает искреннюю благодарность.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА РЕКИ УСЫ И РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Протяжённость р. Усы, крупнейшего правобережного притока р. Печоры, составляет 667 км. Бассейн р. Усы площадью 93,6 тыс. км² имеет форму вытянутого равнобедренного треугольника, ориентированного вершиной на северо-восток и упирающегося основанием на юго-западе в излучину р. Печоры. На северо-востоке его граница проходит в пределах Урала по водоразделу между рр. Печорой и Обью, а на северо-западе – по водоразделу невысоких возвышенностей Большеземельской тундры.

Меньшая по площади левобережная часть бассейна представлена горными образованиями Полярного и Приполярного Урала, узкой увалистой полосой и Печорской (Усинской) равниной. Правобережная часть бассейна приурочена к Печорской равнине, имеющей низинный, местами плоско-увалистый характер (Варсанофьева, 1953).

По периметру бассейна р. Усы имеются сквозные долины, через которые в недавнем историческом прошлом могли существовать контакты с соседними речными бассейнами (Зверева, 1962; Кудерский, 1987б). В период дегляциации последнего (валдайского) ледникового покрова связь печорского бассейна с другими бассейнами осуществлялась через системы подпрудных приледниковых озёр (Maslennikova, Mangerud, 2001; Mangerud et al., 2004; Astakhov, 2006 и др.).

Около 40 % бассейна р. Усы расположено за Северным полярным кругом. Среднегодовая температура воздуха в юго-западной части бассейна составляет от -3°C до -4°C , а в северо-восточной – от -5°C до -6°C (Атлас ..., 1997). Снеговое (более 70 %) и дождевое (15–25 %) питание рек (Братцев, Вяткина, 1955) обуславливают выраженный пик весеннего половодья и относительно невысокий – осеннего паводка. Меженный период длится с середины июля до конца августа. Прогрев воды в нижнем течении рр. Усы и Колвы до 5°C в среднем наступает в первой декаде июня, а охлаждение – в последней декаде сентября. Максимальный прогрев воды наблюдаются в июле–августе.

Верхний по течению р. Усы участок, где проводились наши исследования (пункт 9, рис. 1), расположен в области увалистой полосы. Рельеф по берегам на этом участке реки плоско-увалистый. Дно реки преимущественно песчано-гравийное, местами каменистое. Имеются песчано-галечные и галечные перекаты, которые служат местами икрометания сиговых рыб. Меженные средние скорости течения на этом

отрезке реки 0,5–1,0 м/сек. Участки исследований, расположенные ниже по течению р Усы (пункты 3, 7, 8, рис. 1) расположены в области Печорской равнины. Ширина русла реки здесь изменяется от 600 до 1400 м. Дно в основном песчаное, песчано-галечное, у берегов слегка заиленное. Меженные скорости течения 0,2–0,5 м/сек.

В нижнем течении р. Колвы (пункты 4–6, рис. 1) меженные скорости течения 0,3–0,7 м/сек. Ширина русла реки 110–300 м. Грунты в основном песчаные, местами песчано-гравийные, у берегов слабо заиленные.

Глава 2. ИЗУЧЕННОСТЬ РЫБ БАССЕЙНА РЕКИ УСЫ

Первые сведения о рыбах бассейна р. Усы носили рекогносцировочный характер (Латкин, 1851, цит. по: Соловкина, 1962; Литвин, 1853, цит. по: Сидоров, 1974). В 1907 и 1908 гг. некоторые водоемы Усинского бассейна обследовал А.В. Журавский (1909).

Рыбохозяйственные исследования в регионе были продолжены в советский период (Скворцов, Васильев, 1929; Есипов, 1938; Зверева и др., 1953 и др.). Основное внимание в них уделялось перспективам промысла, биологическая же составляющая была незначительна.

С 1953 по 1956 гг. Коми филиалом АН СССР организуются исследования р. Усы с привлечением ихтиологов, гидробиологов и гидрохимиков, работы которых существенно расширили наши представления не только о видовом составе, экологии и хозяйственном использовании усинских рыб, но и об особенностях их кормовой базы и абиотических условиях обитания (Власова, 1962; Попова, 1959, 1962; Кучина, 1962; Соловкина, 1956, 1959, 1962; Зверева и др., 1962).

Результаты ихтиологических исследований озерных водоемов, расположенных в верховьях правобережных притоков р. Усы, приводятся в ряде публикаций (Сидоров, 1965, 1974, 1976; Соловкина, 1966; Соловкина, Сидоров, 1966; Кучина, Соловкина, 1970). За последующий период относительно небольшие материалы по морфологии усинского сига можно найти в статье Н.К. Протопопова (1983).

С 1981 по 1987 гг. на притоке р. Усы третьего порядка р. Кожим исследуется влияния на гидробионтов разработки россыпных месторождений золота (Сидоров и др., 1989, 1990; Шубина, Лоскутова, 1994). Было показано катастрофическое влияние повышенного содержания взвесей на водных беспозвоночных и рыб в масштабе целой реки.

Уральские притоки р. Усы и озера, преимущественно горные, обследовались В.И. Пономаревым с соавторами (Пономарев, Юркин, 1996; Пономарев, 20008 и др.).

Таким образом, к концу прошлого века были накоплены достаточно обширные материалы по распространению, морфологии, популяционной биологии рыб бассейна р. Усы, их хозяйственному значению и состоянию запасов. Для нижнего течения р. Усы данные вопросы с той или иной степенью полноты были рассмотрены еще в конце 60-ых годов прошлого века. Однако следует отметить, что сравнительный анализ морфологических показателей рыб проводился исследователями того времени без использования современных методов статистического анализа и зачастую основывался на малочисленных выборках. В результате целый ряд вопросов, связанных с популяционной организацией сиговых рыб, обитающих на разных стадиях жизненного цикла в нижнем течении р. Усы, оставался открытым. В первую очередь это относится к оценке степени обособленности туводных форм сиговых рыб от полупроходных. Недостаточно изученным оставался вопрос видовой принадлежности усинских ряпушек.

Первые работы, отмечавшие загрязнение вод в бассейне р. Усы промышленными и бытовыми стоками, относятся к Интинскому (Зверева, 1957) и Воркутинскому (Хохлова, 1986, 1994) промышленным угледобывающим центрам.

Исследования гидробионтов и среды их обитания в нижнем течении р. Усы интенсифицируются со второй половины 90-ых годов прошлого века в связи с изучением последствий крупнейшего аварийного разлива нефти на Усинском нефтяном месторождении осенью 1994 г. Рассматривается характер и уровень загрязнения водоемов нижнего течения р. Усы (Баренбойм и др., 2000; Лукин и др., 2000; Оберман и др., 2004; Муляк, Иванов, 2004 и др.), а также его влияние на сообщества беспозвоночных зоопланктона, бентоса (Шубин и др., 2000; Фефилова и др., 2002; Лоскутова, Фефилова, 2004; Лоскутова, 2008 и др.) и рыб (Туманов, Шубин, 1999; Лукин и др., 2000; Захаров и др., 2002; Лушников и др., 2004; Новоселов, 2006; Новоселов и др., 2006; Воробьев и др., 2008 и др.). Данные, содержащиеся в этих публикациях, представляют интерес для обобщения в рамках проводившегося нами мониторинга за состоянием ихтиоценозов нижнего течения р. Усы в зоне аварийного разлива нефти.

Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалы собирались по общепринятым методикам (Правдин, 1966) в нижнем течении рр. Усы, Колвы и Печоры (рис. 1). В р. Колве

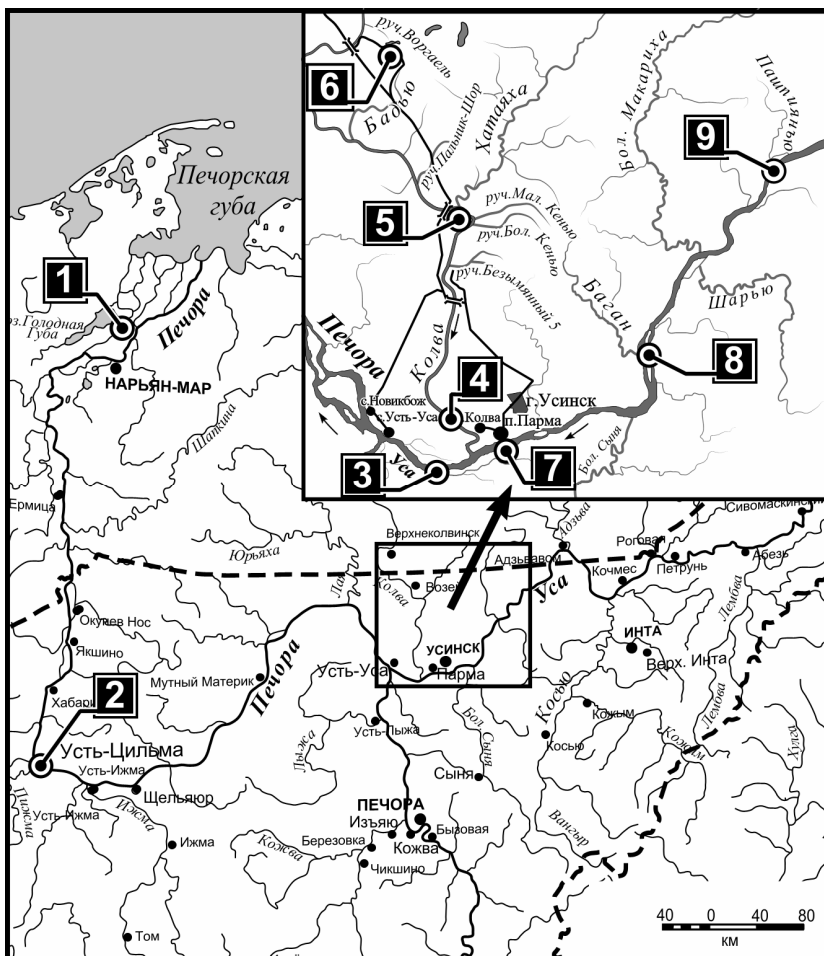


Рис. 1. Пункты сбора ихтиологических материалов.

1 – р. Печора в районе дельты (п. Андег, 1991 г.); 2 – р. Печора в районе с. Усть-Цильмы (2000 г.); 3 – р. Уса на 16-ом км выше устья в районе о. Дибож (1995–2005 гг.); 4 – р. Колва на 14-ом км выше устья (1996–2005, 2008 гг.); 5 – р. Колва в 75 км выше устья в районе впадения р. Хатаяха и руч. Мал. Кенью (1996–2005, 2008 гг.); 6 – озера Щучьи (2001, 2005, 2008 гг.); 7 – р. Уса на 27-ом км выше устья в районе п. Парма (1997–2005 гг.); 8 – р. Уса на 50-ом км выше устья в районе устья р. Баган (1997–2005 гг.); 9 – р. Уса в 100 км выше устья в районе впадения рек Пашпияню и Заостренная (1997–2005 гг.).

отлов рыб проводился тягловым неводом длиной 50 м, в р. Усе – 150 м с ячеей в приводе 4 и 18 мм соответственно. В р. Печоре полупроходная ряпушка отлавливалась плавной сетью длиной 150 м и ячейей 18-20 мм, а полупроходной сиг-пыжьян – ставным неводом длиной 170 м с ячейей в ловушке 30 мм. На озерах Щучьих рыбы отлавливались ставными жаберными сетями ячейей от 16 до 40 мм. Межгодовая динамика биологических показателей рыб и видового состава ихтиоценозов рассматривается на основе анализа уловов из однотипных орудий лова.

Пластические показатели рыб измерялись с точностью до 0,1 мм. Просчет меристических показателей ряпушки и молоди других видов рыб, а также определение возраста по чешуе проводили под бинокуляром МБС-10. Темп роста рассчитывался по формуле Э. Леа.

Биометрические измерения рыб произведены по схеме, представленной в руководстве И.Ф. Правдина (1966). Всего методом морфологического анализа исследовано 962, методом биологического анализа – 2472, методом прижизненных обследований 40238 экз. рыб. Для оценки видового состава ихтиоценозов сделано 628 притонений. Изучена билатеральная асимметрия парных признаков у 257 экз. рыб. Собраны 23 пробы зообентоса.

Сравнение средних значений двух независимых выборок по одному признаку производилось по *t*-критерию Стьюдента (Урбах, 1964). Анализ различий совокупности выборок по сумме меристических признаков производился путем расчета показателя дивергенции (Кульбак, 1967; Андреев, Решетников, 1977, 1978). Между отдельными выборками (1, 2) рассчитывалось значение дивергенции d^2 для одного признака:

$$d_{1,2}^2 = \frac{(\sigma_1^2 - \sigma_2^2) + (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)(M_1 - M_2)}{2\sigma_1^2\sigma_2^2}$$

где σ^2 – дисперсия и M – средние арифметические выборок.

Подсчет значения дивергенции для совокупности признаков производился сложением значений дивергенций по каждому признаку. На основании расчета значений дивергенции для совокупности выборок строилась матрица дивергенции с последующим построением дендрограммы дивергенции с помощью пакета программ STATISTICA for Windows 6.0 методом полной связи (complete linkage).

Межгодовая динамика уровня асимметрии билатеральных признаков (Захаров, 1987; Захаров, Кларк, 1993) изучалась подбором в пробы рыб разных генераций. У ряпушки и окуня анализировалась асимметрия числа жаберных тычинок, мягких лучей в грудных и брюшных плавниках, числа чешуй в боковой линии. Ряпушка отлавли-

валась на участке с высоким уровнем нефтяного загрязнения, расположенном на р. Колве в 14 км выше устья (пункт 4, рис. 1) и на условно чистом контрольном участке, расположенном на р. Усе вне зоны аварийного загрязнения нефтью (пункт 7, рис. 1). Окунь исследовался в загрязненном оз. Щучьем (пункт 6, рис. 1).

Пробы макрозообентоса отбирали гидробиологическим скребком с мельничным газом № 24. Камеральную обработку проводили по общепринятым методикам (Руководство по гидробиологическому мониторингу..., 1992), гидробионтов определяли до семейств (Хейсин, 1962; Определитель пресноводных ..., 1977).

Для оценки качества донных отложений использованы показатели численности и биомассы животных в пересчете на 1 м²; индекс удельного биотического разнообразия по формуле Шеннона (Рябов и др., 1980); индекс Вирджинского университета (Семенченко, 2004).

Трофность донных ценозов определяли по показателям биомассы по шкале, предложенной С.П. Китаевым (1984).

Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИГОВЫХ РЫБ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УСЫ

Ряпушки. Полупроходная ряпушка р. Усы отличается от туводной усинской ряпушки более крупными размерами. Ее средняя длина за все годы исследований превышала соответствующие показатели туводной ряпушки р. Усы на 3–4 см. Достоверно более высокие показатели длины и массы полупроходных рыб (табл. 1) в пределах одновозрастных группировок свидетельствуют, что размерно-весовые различия между экологическими формами ряпушек р. Усы определяются не только различиями в возрастном составе уловов, но и в темпе роста рыб (Туманов, 2002в).

Возрастной состав уловов полупроходной ряпушки в разные годы был более стабильным по сравнению с таковым в уловах туводной ряпушки р. Усы. В них всегда присутствовали половозрелые особи от трех до пятилетнего возраста, шестилетние особи отмечены единично (2+ – 5+). Уловы туводной ряпушки были представлены рыбами в возрасте от 0+ до 5+ лет. Средний возраст самцов в объединенной за все годы выборке полупроходной ряпушки составил 2,9 лет, а самок – 3,4 лет. Повышение доли самок среди старшевозрастных рыб характерно и для туводной ряпушки. Самцы обеих форм (видов) ряпушек отличаются от самок более низким темпом роста.

Начиная с конца августа-начала сентября, туводные особи со зрелыми половыми продуктами уходят на нерест, по всей видимости, вверх по р. Усе и перестают встречаться в ее нижнем течении. Полу-

проходная ряпушка, пик нерестового хода которой наблюдается в нижнем течении р. Печоры в конце августа - начале сентября (Корнилова, 1970), появляется в массовом количестве в нижнем течении р. Усы в конце сентября-начале октября. Пространственно-временные особенности нерестовой миграции рассматриваемых форм ряпушек могут служить одним из изолирующих механизмов, обуславливающих их дифференциацию (Туманов, 2004б).

Таблица 1

Линейный рост ряпушки разных экологических форм в нижнем течении р. Усы

Район, форма	Расчисленная длина АС, мм					
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L _{max}
р. Уса (П)	77,4±1,50 n = 153	126,2±1,60 n = 153	158,7±1,65 n = 110	187,3±3,44 n = 34	211±8,90 n = 6	233
р. Уса (Т)	72,8±1,62 n = 73	118±1,74 n = 67	150±2,28 n = 53	175±3,02 n = 13	207±7,03 n = 2	217
р. Колва (Т)	70,3±2,20 n = 227	115,6±1,96 n = 115	140,7±2,43 n = 41	166,4±6,02 n = 2	Нет данных	172

Примечание: n – число промеров; П – Полупроходная форма; Т – туводная форма.

Сиг-пыжьян. В р. Усе и по р. Печоре выше устья р. Усы, по данным Л.Н. Соловкиной (1975), местная жилая форма сига в 70-х годах прошлого столетия составляла 60, а полупроходная, соответственно, 40 % промысловых уловов.

По нашим данным (рис. 2), в течение десятилетнего периода (1995–2005 гг.) летом на приустьевом участке р. Усы (Дибож) преобладала молодь в возрасте 1+ – 3+ лет (до 69,0 %). Средний возраст рыб составлял 3,0 года. На участке Баган, в 70 км выше по течению, средний возраст рыб увеличивался до 3,5 лет за счет повышения до 85,0 % доли четырех- и пятилеток. В районе же нерестилиц (Пашпияню) сизи старше 3+ не встречены. Средний возраст рыб в малочисленной выборке из этого участка составил 1,7 лет. Таким образом, в летний период на всех участках нижнего течения р. Усы, включая нерестилища, преобладала молодь рыб. При этом доля старшевозрастных особей снижалась от нижнего участка к верхнему.

Осенью в период нерестовой миграции печорского полупроходного сига следовало ожидать повышения в уловах на приустьевом участке р. Усы численности старшевозрастных рыб. Однако, наоборот, средний возраст рыб понижался до 2,3 лет за счет повышения доли молоди (1+ – 3+) до 85,0 %. На вышерасположенных же участках доли младшевозрастных рыб снижалась до 20–30 % и существенно возрас-

тала доля старшевозрастных рыб, что вело к повышению среднего возраста до 4,3 и 4,2 лет соответственно (рис. 2). Таким образом, осенью средний возраст сегов на приустьевом участке р. Усы (Дибож) уменьшался на 0,7 лет, на среднем участке (Баган) увеличивался на 0,8 лет, а на верхнем участке (Пашпияню) возрастал на 2,5 года ($p < 0,05$).

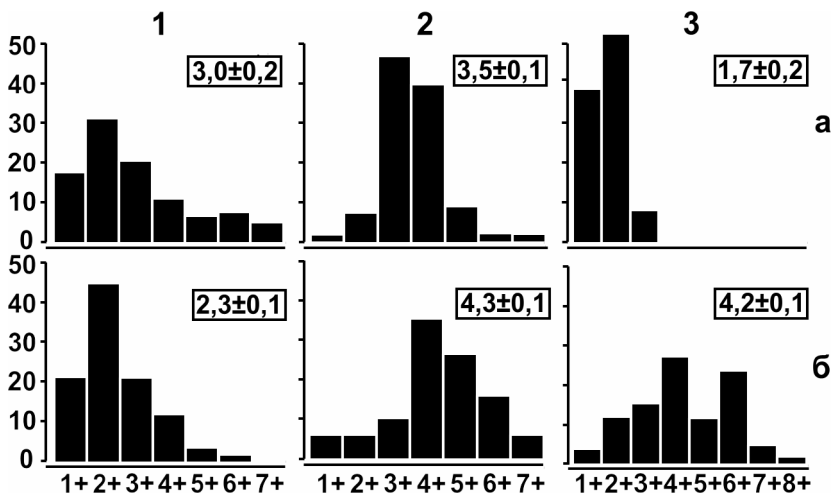


Рис. 2. Сезонные особенности возрастного состава сегов на участках нижнего течения р. Усы.

1 – Дибож, 2 – Баган, 3 – Пашпияню; а – лето, б – осень.

На графиках по оси ординат – доля рыб в %, оси абсцисс – возрастные группы.

Выявленные особенности сезонной динамики возрастной структуры исследовательских уловов сига в нижнем течении р. Усы свидетельствуют об отсутствии сколько-нибудь заметной осенней миграции сига из р. Печоры в р. Усу. Данный вывод подтверждается результатами анализа сезонных особенностей распределения сегов с различной степенью развития половых продуктов. Если в низовьях (Дибож) в конце лета 12,0 % рыб имели гонады на III–IV и IV стадиях, то осенью здесь за все годы исследований не было встречено ни одного экземпляра сига со зрелыми половыми продуктами. Таким образом, полученные нами материалы свидетельствуют, что в настоящее время в р. Усе нерестится преимущественно местный сиг, а популяция некогда заходившего в эту реку полупроходного сига утрачена (Туманов, 2002б, 2004а).

Впервые созревающие сиги отмечены нами в возрасте 5+ лет при длине по Смиуту 272 мм, вес 232 г. Размерно-весовые показатели одновозрастных рыб повышались в ряду: р. Колва, р. Уса, р. Печора.

Данные о биологической структуре чира, омуля и нельмы, полученные на основе относительно небольших выборок, приводятся в диссертации. Обращается внимание на снижение численности ценных промысловых рыб в настоящее время.

Глава 5. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РЫБ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УСЫ

Освоение и эксплуатация нефтяных месторождений в регионе сопровождалась аварийными выбросами нефти. Самая крупная авария за всю историю эксплуатации нефтепроводов в Тимано-Печорской провинции произошла на участке межпромыслового нефтепровода «Возей – Головные сооружения» осенью 1994 г. (Муляк, 2004). По различным оценкам, в окружающую среду попало от 14 до 100 и более тыс. т. нефти. Впоследствии в ходе локализации и ликвидации последствий было загрязнено и нарушено 270 га земель.

Загрязнение водоемов нижнего течения р. Усы носит комплексный характер (Состояние экологической ..., 1997; Гос. доклад... 1996, 1997, 1998, 2001, 2004, 2006; Оберман и др., 2004 и др.). Ряд авторов отмечает улучшение со временем качества воды нижнего течения р. Колвы и ее притоков (Ерцев, Уляшев, 2006; Ерцев, Фиошина, 2006). Однако сравнение опубликованных данных по содержанию нефтеуглеводородов в поверхностных водах бассейна нижнего течения р. Усы демонстрирует обратную картину (рис. 3).

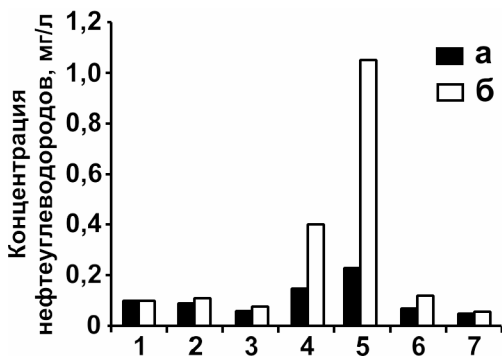


Рис. 3. Содержание нефтеуглеводородов в р. Усе и р. Колве с притоками в 1997 (а) и 2006 (б) гг. (по: Состояние экологической ..., 1997; Ерцев, Фиошина, 2006):

- 1 – руч. Воргасель;
- 2 – р. Бадью;
- 3 – руч. Безымянный 3;
- 4 – руч. Безымянный 2;
- 5 – руч. Безымянный 1;
- 6 – р. Колва (с. Колва);
- 7 – р. Уса (с. Усть-Уса).

Выявить результат интегрального воздействия токсикантов на состояние гидробионтов, гидробиоценозы и водные экосистемы в целом возможно прежде всего методами биоиндикации и биотестирования (Андрушайтис и др., 1981; Баканов, 2000; Козырева и др., 1990; Руководство по гидробиологическому ..., 1992; Попов, 2002 и др.).

Для магистрального русла р. Колвы влияние нефтяного загрязнения на зоопланктон в первое время оказалось стимулирующим (Фефилова и др., 2002), что свидетельствует об антропогенной эвтрофикации водоема. Впоследствии в сообществах донных беспозвоночных произошли негативные изменения, обусловленные различной степенью загрязнения водоемов. Биоиндикационные показатели, полученные нами в 2008 г. на основе анализа структуры макрозообентоса, характеризуют большинство водоемов в зоне нефтяного загрязнения как загрязненные и грязные (IV – VI классы качества).

Морфологические отклонения от нормы у рыб в зоне нефтяного загрязнения наблюдались в проявлении тератологической изменчивости (у щуки) (Захаров и др., 2002), снижении темпа роста (у окуня) (Воробьев и др., 2008) и повышении уровня флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков рыб (рис. 4). Величина показателя

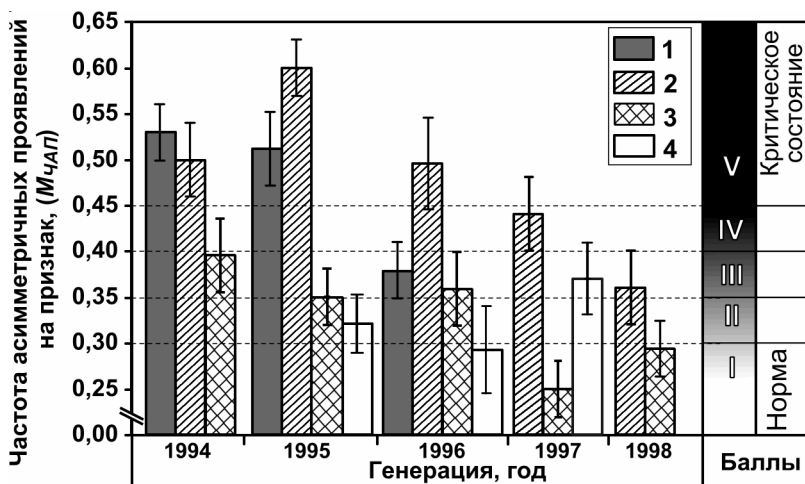


Рис. 4. Изменения показателя стабильности развития различных генераций; туводной ряпушки р. Колвы (2); полупроходной (1) и туводной (3) ряпушки отловленной в р. Усе выше устья р. Колвы и окуня оз. Щучье (4) в до (1994) и послеварийный (1995 – 2000) периоды.

уровня билатеральной асимметрии была самой высокой у особой туводной ряпушки р. Колвы генерации 1995 г., выклев которых пришёлся на время максимального нефтяного загрязнения (Туманов, Шубин, 1999; Туманов, 2002а). Согласно бальной оценке отклонения от нормы (Захаров, Чубинишвили, 2001), уровень экологического благополучия в магистральном русле нижнего течения р. Колвы в первые годы после аварии был наиболее низок (5 баллов).

На протяжении всего периода наблюдений происходило замещение сиговых рыб карповыми и окуневыми (рис. 5). В настоящее время на загрязненном участке р. Колвы основу ихтиоценоза составляют

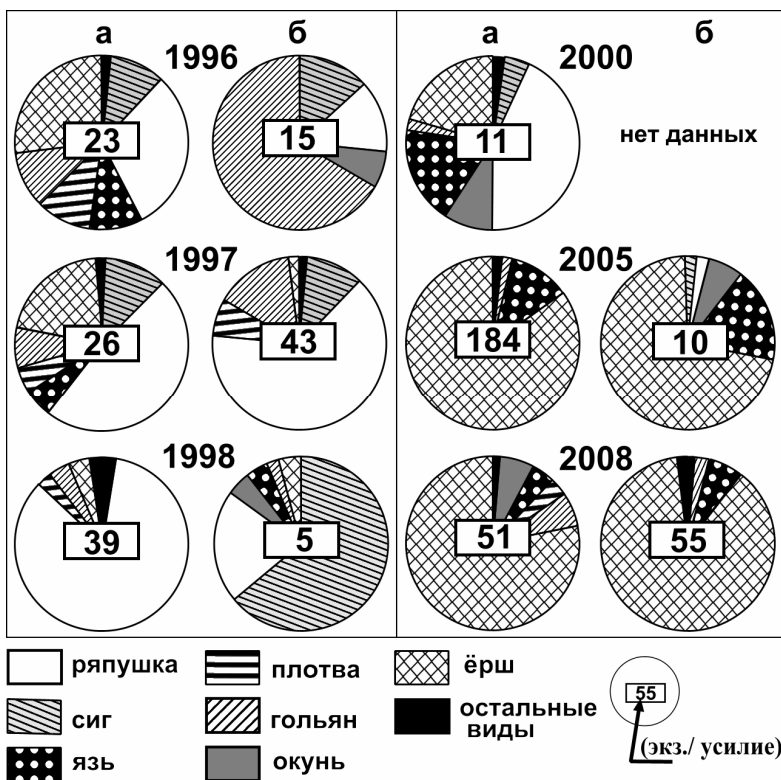


Рис. 5. Доля (%) видов рыб в летних (июль – август) неводных уловах разных лет из участков нижнего течения (а – район устья р. Хатаяха; б – в 14 км от устья) р. Колвы в послеварийный период.

ерш и язь, доля которых в исследовательских уловах возросла до 80 %. По сравнению с 1995 г. число видов в исследовательских уловах к 2008 г. сократилось с 16-ти до десяти. В последний год наблюдений в неводных уловах на участке р. Колвы, подвергшемся аварийному нефтяному загрязнению, не встречены ряпушка, нельма, чир, пелядь, девятииглая колюшка и голец усатый (Туманов, Мартынов, 2010). Динамика структуры рыбного населения на загрязненном участке р. Колвы, свидетельствующая о смене видов-доминантов в сторону представительства видов равнинного бореального ихтиологического комплекса отражает негативные изменения экологической обстановки в районе добычи и транспортировки нефтеуглеводородов (Шубин и др., 2003, 2004).

Расширение масштабов разработки нефтяных месторождений в бассейне р. Усы (Юшкин, 2004; Поздеев, 2006) при существующем технологическом уровне нефтедобычи приведет к дальнейшему ухудшению экологической обстановки в водоемах усинского бассейна и снижению численности ценных промысловых видов рыб.

Глава 6. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИГОВЫХ РЫБ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ УСЫ

В нижнем течении р. Усы встречается 28 видов рыб, из которых 18 обитают здесь постоянно (включая жилую форму ряпушки), два заходят на нерест (омуль, полупроходная ряпушка) и восемь видов пребывают во время транзитной миграции к нерестилищам (атлантический лосось, тихоокеанская минога) или же заходят из р. Печоры эпизодически. К последним относятся осетр, стерлядь, корюшка, наличие которых в составе ихтиофауны р. Усы отмечалось еще в середине прошлого века (Соловкина, 1962). По опросным данным, осетровые изредка вылавливаются в р. Усе в настоящее время. Для нижнего течения р. Печоры нами в 2004 г. впервые описан экземпляр сибирского осетра (Захаров и др., 2007). По-видимому, особи именно этого вида заходят и в р. Усу. Стерлядь появилась в бассейне р. Печоры в результате акклиматизационных работ (Соловкина, 1962). К сиговым рыбам, составляющим основу промысловых уловов, относятся семь – европейская (*Coregonus albula*) и сибирская (*C. sardinella*) ряпушки, сиг-пыжьян (*C. lavaretus*), пелядь (*C. peled*), чир (*C. nasus*), омуль (*C. autumnalis*) и нельма (*Stenodus leucichthys*). Дополнительно к видовому списку усинских рыб нашими исследованиями установлены два вида: европейская ряпушка и девятииглая колюшка (*Pungitius pungitius*).

В нижнем течении р. Усы присутствуют как речная (туводная), так и полупроходная формы ряпушки (Туманов, 1997, 1998, 1999б),

между которыми нами выявлены достоверные различия по количеству лучей в грудном и брюшном плавниках, жаберных тычинок и чешуй в боковой линии (табл. 2). Полупроходные ряпушки отличаются их бóльшим числом. Дендрограмма сходства между сравниваемыми выборками по комплексу меристических признаков показывает, что они разделяются на две группы ($d^2=3,2$): туводные ряпушки из рр. Колвы и Усы и полупроходные ряпушки из рр. Печоры и Усы (рис. 6а).

Таблица 2

Различия между сравниваемыми группами ряпушки бассейна
р. Печоры по меристическим признакам

При- знак	Вычисленные значения t-критерия Стьюдента (t_{st})					
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
<i>ID</i>	-0,64	-1,78	0,44	-0,98	0,91	1,75
<i>IID</i>	-0,10	0,87	-0,39	0,83	-0,26	-1,08
<i>IA</i>	0,89	1,12	-0,32	0,02	-1,01	-1,16
<i>IIA</i>	0,24	2,25 *	2,12 *	1,57	1,65	0,44
<i>P</i>	-1,79	-0,96	-3,29 ***	0,84	-1,90	-2,56 *
<i>V</i>	4,30 ***	1,00	0,72	-3,73 ***	-2,46 *	0,07
<i>Sp. br.</i>	-0,94	-4,97 ***	-4,39 ***	-4,10 ***	-3,81 ***	-1,31
<i>ll</i>	0,95	-2,88 **	-1,66	-3,73 ***	-2,20 *	-0,12
<i>Vt</i>	-0,20	-1,47	-1,75	-1,23	-1,59	-0,81

Примечание. Туводная ряпушка рр. Колвы (1) и Усы (2); полупроходная ряпушка рр. Усы (3) и Печоры (4). Различия достоверны при уровнях значимости: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$. Число лучей в плавниках: *ID* – жестких в спинном, *IID* – мягких в спинном, *IA* – жестких в анальном, *IIA* – мягких в анальном, *P* – в грудном, *V* – в брюшном. Число: *Sp. br.* – тычинок на первой жаберной дуге, *ll* – чешуй в боковой линии, *Vt* – позвонков.

Для усинской ряпушки не найдено значений признаков, выходящих за пределы, установленные ранее для ряпушки р. Печоры (Соловкина, 1962, 1974; Зверева и др., 1953; Кучина, Соловкина, 1959). На основании анализа размаха колебаний восьми меристических показателей туводная и полупроходная ряпушки бассейна рек Усы и Колвы могут быть отнесены как к сибирскому, так и к европейскому видам.

Наименьшие значения числа позвонков (54–56) находятся в области, относящейся к европейскому, а максимальные (60–61) – сибирскому видам. Средние же значения данного показателя у всех группировок ближе к сибирскому виду (58). Таким образом, по совокупности значений меристических признаков все исследованные нами выборки можно примерно в равной степени отнести как к европейскому, так и к сибирскому видам.

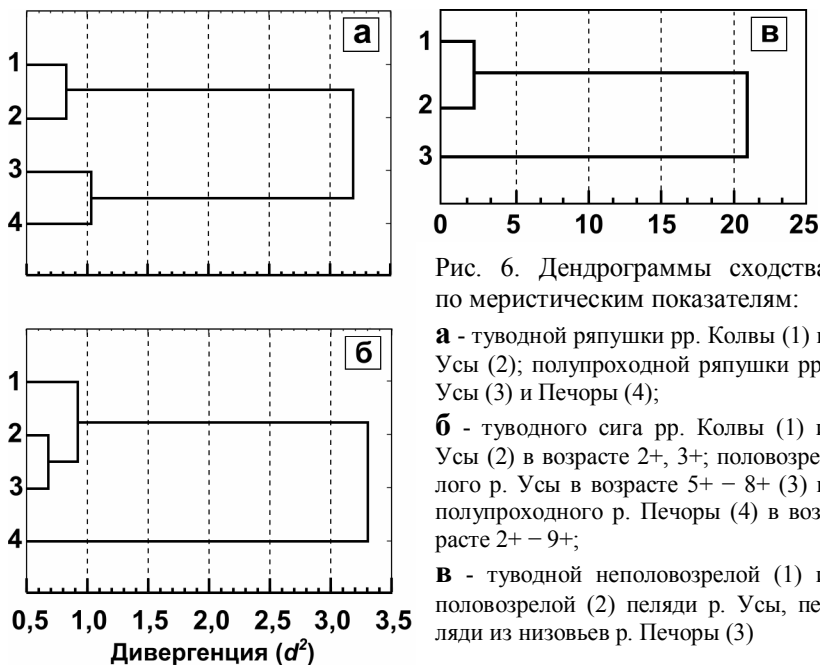


Рис. 6. Дендрограммы сходства по меристическим показателям:

а - туводной ряпушки рр. Колвы (1) и Усы (2); полупроходной ряпушки рр. Усы (3) и Печоры (4);

б - туводного сига рр. Колвы (1) и Усы (2) в возрасте 2+, 3+; половозрелого р. Усы в возрасте 5+ – 8+ (3) и полупроходного р. Печоры (4) в возрасте 2+ – 9+;

в - туводной неполовозрелой (1) и половозрелой (2) пеляди р. Усы, пеляди из низовьев р. Печоры (3)

По пластическому показателю (антедорсальное расстояние в % к длине тела AC), туводная ряпушка относится к европейскому (42), а полупроходная ряпушка заняла промежуточное положение между европейским и сибирским видами (40–41). Таким образом, морфологические данные свидетельствуют, что туводная (речная) ряпушка из приустьевой части рек Колвы и Усы приближается к европейскому виду *C. albul*. Полупроходная ряпушка р. Усы по ряду морфологических показателей тяготеет к сибирскому виду, а полупроходная ряпушка р. Печоры имеет большее сходство с сибирским видом *C. sardinella* (Туманов, 2002в).

Можно полагать, что во время максимального продвижения последнего ледника вероятность контактов между верховьями рек смежных бассейнов была значительно облегчена. В таком случае можно объяснить существование в озерах Большеземельской тундры различных форм ряпушки в разной степени сходных с европейским и с сибирским видами (Кучина, Соловкина, 1970). Судя по последним геологическим данным (Svendsen et al., 1999, 2004; Mangerud et al., 2004), в низовьях р. Печоры достаточно продолжительное время существовал

сильно опресненный приледниковый подпрудный водоем, через который мог осуществляться контакт с бассейном р. Оби. Через него из сибирских водоемов могли повторно расселиться не только сильные пелагические сиговые рыбы, такие как омуль или нельма (Пирожников, 1988), но и полупроходная сибирская ряпушка. Данное обстоятельство вызвало дополнительную волну гибридизации ряпушки, уже обитавшей в русловой части водотоков бассейна р. Печоры, с полупроходной сибирской ряпушкой (Туманов, 2005, 2007).

В свете представления о существовании двух видов ряпушки, сибирского и европейского, и полученных нами на основе морфологического подхода данных о степени дифференциации ряпушки р. Печоры можно говорить о присутствии в бассейне реки обоих видов. Туводную ряпушку нижнего течения р. Усы можно отнести к европейскому виду *C. albul*a, а полупроходную ряпушку рр. Печоры и Усы – к сибирскому виду *C. sardinella*. При этом следует учитывать, что геном популяций каждого вида в зоне перекрытия ареалов имеет, в той или иной степени, гибридное происхождение. Вместе с тем, заслуживает внимания гипотеза о принадлежности европейской и сибирской ряпушек к одному виду (Боровикова, Махров, 2009), для подтверждения которой требуются дополнительные генетические исследования.

По комплексу меристических признаков, указанных выше для ряпушек, сиг-пыжьян нижнего течения р. Усы отличается от полупроходного печорского сига (рис. 6б) и может рассматриваться в качестве самостоятельной популяции (Туманов, 1999а). Аналогичный вывод можно сделать в отношении исследованной нами пеляди, которая по морфологическим показателям сильно отличается от пеляди из дельты р. Печоры (рис. 6в). Морфологические характеристики нижеусинских чира, омуля и пеляди не выходят за пределы указанные, соответственно, для вида *C. nasus*, подвида *Coregonus autumnalis autumnalis* и подвида *Stenodus leucichthys nelma* (Туманов, 2000).

ВЫВОДЫ

1. Симпатрические популяции полупроходной и туводной ряпушек нижнего течения р. Усы отличаются по ряду биологических показателей и особенностями экологии. Определенным изолирующим механизмом между ними могут служить пространственно-временные различия в нерестовой миграции. Отсутствие в настоящее время нерестового хода в р. Усу печорского полупроходного сига-пыжьяна обусловлено переломом и антропогенным ухудшением среды обитания.

2. Изменения состава макрозообентоса, возрастание уровня асимметрии билатеральных признаков ряпушки и окуня, проявление тератологической изменчивости щуки в районе нефтяного загрязнения однозначно свидетельствуют об ухудшении экологической ситуации. Загрязнение поверхностных вод в бассейне р. Колвы и низовьях р. Усы в результате разработки нефтяных месторождений привело к техногенной сукцессии сообществ водных организмов, вызвавшей в ихтиоценозах замещение сиговых рыб представителями семейств окуневых и карповых.

3. По комплексу морфологических показателей, имеющих диагностическое значение, печорская полупроходная ряпушка-зельдь, в том числе заходящая на нерест из р. Печоры в р. Усу, стоит ближе к сибирскому виду и может быть отнесена к *C. sardinella*, а туводная ряпушка нижнего течения р. Усы, приближающаяся к европейскому морфотипу, - к *C. albula*. В нижнем течении р. Усы воспроизводится полупроходная популяция омуля, туводная популяция сига-пыжьяна, экологически и морфологически отличающаяся от печорской полупроходной формы, а также жилые формы нельмы, пеляди, и чира.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных ВАК:

1. Захаров А.Б., Туманов М.Д., Шалаев С.Н. Сибирский осётр *Acipenser baerii* в реке Печора // Вопросы ихтиологии. 2007. Т. 47, № 2. С. 196–201.

2. Воробьев Д.С., Туманов М.Д., Носков Ю.А., Лушников С.В. Ихтиоиндикационная оценка эффективности мероприятий по очистке донных отложений и воды оз. Щучье от нефти (Усинский район, Республика Коми) // Проблемы региональной экологии. 2008. № 1. С. 125–130.

Работы, опубликованные в других изданиях:

3. Туманов М.Д. О наличии жилых форм сиговых рыб в р. Колве // Актуальные проблемы биологии: Тез. докл. III молодежн. науч. конф. Сыктывкар, 1997. С. 98.

4. Туманов М.Д. Видовой статус ряпушки бассейна р. Уса по данным морфологического анализа // Актуальные проблемы биологии: Тез. докл. V молодежн. науч. конф. Сыктывкар, 1998. С. 193–194.

5. Туманов М.Д. Меристические признаки полупроходного и речного сига-пыжьяна (*Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) бассей-

на р. Печора // Актуальные проблемы биологии: Тез. докл. VI молодежн. науч. конф. Сыктывкар, 1999а. С. 103.

6. Туманов М.Д. Морфологические отличия полупроходной и речной форм ряпушки *Coregonus albula* (L.) бассейна р. Печора // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Мат-лы докл. II междунар. науч. конф. Петрозаводск, 1999б. С. 304–305.

7. 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 водоемов Европейского Севера: Мат-лы докл. II междунар. науч. конф. Петрозаводск, 1999. С. 64–65.

8. Туманов М.Д. Изменчивость морфологических признаков туводной нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Guldenstadt) рек Уса и Колва Тез. докл. XIV Коми респ. молодежн. научн. конф. Сыктывкар, 2000. Т.2. С. 233.

9. Туманов М.Д. Анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков ряпушки бассейна р. Уса // Актуальные проблемы биологии и экологии: Мат-лы докл. VI молодежн. науч. конф. Сыктывкар, 2002а. С. 92–95.

10. Туманов М.Д. Возрастной и половой состав исследовательских уловов сига *Coregonus lavaretus pidshian* (Gm.) в периоды летнего нагула и нереста в нижнем течении р. Уса // Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях хозяйственного освоения европейского Севера: Тез. докл. междунар. науч. конф. Сыктывкар, 2002б. С. 48.

11. Туманов М.Д. Особенности морфологии, темпа роста и возрастной структуры полупроходной и речной форм ряпушки *Coregonus albula* (L.) бассейна р. Печора // Водные организмы в естественных и трансформированных экосистемах Европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 2002в. С. 137–143. (Тр. Коми науч. центра УрО РАН. № 170).

12. 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 науч. центра УрО РАН. № 170).

13. Шубин Ю.П., Туманов М.Д., Захаров А.Б. Динамика численности разных видов рыб на загрязненном нефтью приустьевом участке реки Колва // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водо-

емов европейского Севера: Тез. докл. междунар. конф. Сыктывкар, 2003. С. 98.

14. Туманов М.Д. Размерно-возрастной состав и распределение сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gm) в нижнем течении р. Уса в периоды летнего нагула и нереста // Миграции животных на Европейском Северо-Востоке России. Сыктывкар, 2004а. С. 167–172 (Тр. Коми науч. центра УрО РАН. № 175). –

15. Туманов М.Д. Некоторые данные о летней нагульной и нерестовой миграции туводной ряпушки в нижнем течении р. Уса // Актуальные проблемы биологии и экологии: Мат-лы докл. IX молодежн. науч. конф. Сыктывкар, 2004б. С. 297–299.

16. Шубин Ю.П., Таскаев А.И., Туманов М.Д., Захаров А.Б. Рыбные ресурсы и их искусственное воспроизводство в зоне дислокации объектов нефтяной и газовой промышленности // Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы: Мат-лы докл. III науч.-практ. конф. Сыктывкар, 2004. С. 127–132.

17. Туманов М.Д. Формирование гибридных форм европейской и сибирской ряпушки в водоемах бассейна р. Печоры в связи с позднечетвертичной историей региона // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Информацион. мат-лы 14-й науч. конф. Сыктывкар, 2005. С. 138–141.

18. Туманов М.Д. Позднечетвертичная история формирования туводной формы печорской ряпушки // Биологические аспекты рационального использования и охрана водоемов Сибири: Мат-лы всерос. конф. Томск, 2007. 271–273.

19. Туманов М.Д., Мартынов В.Г. Изменения на уровне популяции и сообщества у рыб р. Колва в условиях нефтяного загрязнения // Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки: Тез. докл. междунар. науч. конф., г. Мурманск, 10-12 марта 2010 г. Апатиты, 2010. С. 211–213.

Подписано в печать __.__. 2010 г. Формат 60x84/16 Усл. печ. л. 1,0

Бумага «Гознак».

Тираж 100 экз. Заказ №

Отпечатано в типографии

Тел.: