

О. А. Госькова, И. П. Мельниченко

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ И ТРАВМЫ У ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ СИГОВЫХ РЫБ В ПЕРИОД НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ В УРАЛЬСКИХ ПРИТОКАХ ОБИ¹

В бассейне Нижней Оби сиговые рыбы широко распространены, составляют основной объем вылова и из-за высокой чувствительности к загрязнениям являются объектом мониторинга. Ежегодные многолетние исследования спектра и частоты встречаемости морфологических нарушений у тугуна (*Coregonus tugin*) и полупроходных сиговых рыб (сиг-пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian*), чир (*Coregonus nasus*), ряпушка (*Coregonus sardinella*)) проводились в период нерестовой миграции на двух уральских притоках Нижней Оби – реках Манья и Сыня, чтобы оценить состояние здоровья производителей разных видов. Для визуальной оценки изменений показателей рыб применялся метод морфопатологического анализа. Установлено, что аномалии внешнего и внутреннего строения четырех видов сиговых рыб представлены нарушениями формы и скелета непарных плавников, осевого скелета, отсутствием одного из парных плавников, изменениями гонад, спайками внутренних органов и брюшины. Разнообразие и встречаемость аномалий у разных видов сиговых различны, что обусловлено разной продолжительностью жизни рыб, распространением вида в бассейне Нижней Оби, типом питания, протяженностью нерестовой миграции. Доля сиговых рыб изученных видов с морфологическими нарушениями составила в среднем в р. Манье 0,8 %, в р. Сыне – 0,9 % от их общего вылова за все годы исследований. Степень тяжести патологий у сига-пыжьяна и чира с аномалиями из р. Сыни оценивается как средняя, в р. Манье, из-за роста травматизма чира в один из исследуемых годов – как высокая. Спектр патологий, их встречаемость и степень их тяжести у производителей сиговых рыб в бассейне Нижней Оби невелики по сравнению с рыбами из регионов с высоким промышленным загрязнением.

Ключевые слова: сиг-пыжьян, тугун, чир, ряпушка, нерестовая миграция, река Обь, морфологические аномалии, травмы, оценка патологии.

Введение

Рыбы, представляющие верхний уровень в трофической системе водоемов, успешно используются как индикаторы загрязнения воды. Накопление в течение жизни организмом рыбы ксенобиотиков вызывает изменения обмена, заболевания, нарушение наследственности, процесса развития, что проявляется в морфологических аномалиях строения. Показано, что морфологические аномалии органов и тканей сиговых рыб – следствие их высокой чувствительности к загрязнению среды обитания [1–7].

Сиговые рыбы широко распространены в водоемах Арктики и Субарктики и являются ценными объектами промысла. Мониторинг здоровья рыб важен для прогнозирования динамики численности популяций, рационального использования рыбных биоресурсов, а также для оценки состояния водных экосистем Севера. В бассейне Нижней Оби сиговые рыбы составляют основной объем вылова. Особо ценные в экономическом отношении сиговые рыбы в Обском бассейне представлены 8 видами (ледовитоморский омуль, муксун, нельма, ряпушка, пелядь, сиг-пыжьян, чир, тугун), большинство из них образуют разные экологические формы (озерные, озерно-речные и речные) [8, 9]. У речной формы разных видов нагульные, репродуктивные, зимовальные участки ареала расположены на большом расстоянии друг от друга. Нагул рыб протекает в обширной пойме низовьев Оби, зимовка – в Обской губе и на нерестовых участках.

Ледовитоморский омуль в Обском бассейне не размножается, неполовозрелые рыбы используют акваторию северной части Обской губы и ее притоки для нагула. Основные нерестилища муксуна и нельмы располагаются в Верхней Оби ниже плотины Новосибирского водохранилища. Нельма в небольшом количестве заходит на нерест в р. Северную Сосьву. Полупроходные пелядь, сиг-пыжьян, чир, ряпушка осенью совершают протяженные нерестовые миграции от мест нагула во временных водоемах поймы Нижней Оби, непригодных для зимовки

¹ Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН (проект 15-12-4-28).

и нереста, в горные притоки восточного склона Полярного и Приполярного Урала, часть рыб нерестится в Верхней Оби [8]. Тугун не совершает дальних миграций, его жизненный цикл протекает преимущественно в нерестовой реке [9].

На притоках Оби, где существуют благоприятные условия инкубации икры сиговых рыб, проводится многолетний мониторинг их воспроизводства, поэтому объектами наших исследований стали сиг-пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian*), чир (*Coregonus nasus*), ряпушка (*Coregonus sardinella*) и тугун (*Coregonus tugun*). Нерестилища сиговых рыб в уральских притоках пока не подвержены промышленному загрязнению. Качество воды нерестовых рек сохраняется (по данным гидрохимического анализа, оценки состояния гидробионтов, в том числе по исследованиям ранней молоди сиговых рыб [10–12]).

Физиологическое состояние рыб очень важно при их распределении по нерестилищам. В верховьях обычно преобладают крупные особи с высокой упитанностью и плодовитостью, у нижних границ нерестилищ – рыбы с относительно низкими размерно-весовыми и репродуктивными показателями [10]. В ходе миграции к местам размножения рыбы нередко получают повреждения из-за браконьерского вылова, судоходства, нападения хищников, преодоления каменистых порогов. Среди производителей встречаются особи с морфологическими отклонениями, снижающими их репродуктивный потенциал. Некоторые аномалии в строении тела, заболевания и их последствия, а также разнообразные травмы, особенно в период нерестовой миграции, приводят к снижению или полной утрате репродуктивной функции, повышают уровень смертности рыб.

Целью нашего исследования являлось обобщение данных многолетнего изучения спектра и частоты встречаемости морфологических отклонений и травм у тугуна и полупроходных сиговых рыб (сиг-пыжьян, чир, ряпушка) в период нерестовой миграции в двух уральских притоках Нижней Оби – реках Манье и Сыне, чтобы оценить состояние здоровья производителей разных видов.

Материалы и методика исследований

С 1995 по 2014 г. ежегодно, в период нерестовой миграции (конец сентября – начало октября) изучались все пойманные производители сига-пыжьяна, чира, тугуна, ряпушки. Отлов проводился в р. Сыне (приток Оби первого порядка) у нижней границы нерестилищ, в р. Манье (приток Оби четвертого порядка, относящийся к бассейну р. Северной Сосьвы) – на верхних участках нерестилищ. Для лова рыбы применялись сети с шагом ячеи от 14 до 70 мм, невод с ячейей 22 мм. Всего за ряд лет проанализировано 4855 экз. из р. Маньи и 3727 экз. из р. Сыни (табл. 1).

Таблица 1

Объем материала из двух нерестовых притоков Нижней Оби за период исследований

Вид сиговых рыб	Манья (бассейн р. Северной Сосьвы)	Сыня
	экз.	
Сиг-пыжьян	715	2348
Тугун	3393	995
Чир	706	252
Ряпушка	41	132

Для диагностики состояния организма рыб применяли метод морфопатологического анализа для визуальной оценки изменений их морфологических показателей [5]. Исследование аномалий внешнего и внутреннего строения рыб проводили на свежем материале, при этом пользовались схемой, сокращенной и модифицированной нами (были добавлены данные по травмам, наличию опухолей, нарушениям органов зрения, зараженность паразитами изучалась отдельно) [13]. Для оценки состояния здоровья рыб была принята балльная шкала, разработанная Н. М. Аршаницей и Л. А. Лесниковым [14] и видоизмененная Н. А. Кашулиным, А. А. Лукиным, П.-А. Амундсенем для рыб из водоемов Кольского полуострова [4].

Травмам и аномалиям, выявленным у рыб в ходе исследований, присваивали соответствующие состоянию организма баллы по принятой шкале (табл. 2).

**Разнотипные аномалии строения и травмы,
выявленные у сиговых рыб в р. Сыне за период исследований,
и их количественная оценка**

№ признака	Изменения внешнего строения и внутренних органов рыб	Баллы
Позвоночник		
1	Сросшиеся позвонки в хвостовом отделе	2
2	Сросшиеся позвонки в туловищном отделе	2
Плавники		
3	Деформация лучей, оплавленный плавник	1
4	Асимметрия парных плавников или отсутствие одного из них	2
5	Деформация лопастей хвостового плавника	1
Череп		
6	Деформация челюстей	2
Глаза		
7	Заращение хрусталика, отсутствие глаза	2
Опухоли		
8	Поверхность тела	2
Внутренние органы		
9	Спайки внутренних органов и брюшины	3
10	Спайки внутренних органов и брюшины	2
Гонады		
11	Асимметрия	2
12	Перетяжки, сращения, сегментация	3
13	Жировое перерождение, наличие соединительной ткани	3
Травмы		
14	Поврежденные плавники	2
15	Незначительные повреждения чешуйного покрова и кожи	1
16	Обширные, глубокие повреждения кожи и мышц, некроз тканей	3
17	Зажившие раны	1

Применяемый метод позволяет на массовом материале в полевых условиях выделить визуально определяемые типы патологий, оценить степень их тяжести и распространение у рыб.

Результаты исследований

Соотношение видов сиговых рыб в реках Манье и Сыне различается, несмотря на то, что в обеих реках среди производителей преобладает пелядь [9]. Данные показатели состояния здоровья пеляди рассмотрены нами ранее [15]. Вторым по численности видом в р. Манье является тугун, в р. Сыне – сиг-пыжьян. Численность производителей чира в обеих реках сильно колеблется по годам, но в последние годы она остается очень низкой. Ряпушка наиболее редка в бассейне р. Северной Сосьвы. В р. Сыне на нерестилищах ряпушка обычно встречается почти каждый год, но единично, массовый заход на нерест в верховья отмечался дважды за период наблюдений (в 2005 и 2010 гг.), вероятно в период подъема численности. Основные нерестилища полупроходной ряпушки Обского бассейна расположены за Полярным кругом в р. Щучьей [8, 9].

Протяженность нерестовой миграции сиговых рыб в р. Сыне в несколько раз меньше, чем путь к нерестилищам в р. Манье [9]. За период наблюдений на нерестилищах в обеих реках не отмечено особей с более чем одной травмой или аномалией, такие рыбы элиминируются, скорее всего, в ходе миграции. Разные виды сиговых рыб в неравной степени были подвержены травмам и морфологическим нарушениям.

За весь период исследований у особей сига-пыжьяна, тугуна и ряпушки из бассейна р. Северной Сосьвы аномалий и травм не выявлено. На нерестилищах в р. Сыне только у одной ряпушки (0,8 % всех исследованных особей) обнаружена сегментация и перетяжки в гонадах (особь отнереститься не сможет). У тугунов аномалий не найдено, отмечена травма плавника у одной особи (0,1 % всех исследованных рыб), что является патологией средней тяжести.

У чира в отдельные годы аномалии и травмы встречались в обеих реках. На рис. 1 показан спектр аномалий и травм чира из р. Маньи, представленный четырьмя показателями: сросшиеся позвонками в туловищном отделе, деформацией лучей плавников, деформацией лопастей хвостового плавника, обширными травмами мышц и некрозом тканей. В 1995 г. обнаружено три разных вида аномалий, в улове доля чира с аномалиями составила 3,3 %. В 2004 и 2007 гг. в значительных количествах встречались травмированные рыбы (соответственно по годам 15 % и 7 %). Средняя доля чира с травмами и аномалиями в уловах в р. Манье – 5,8 %.

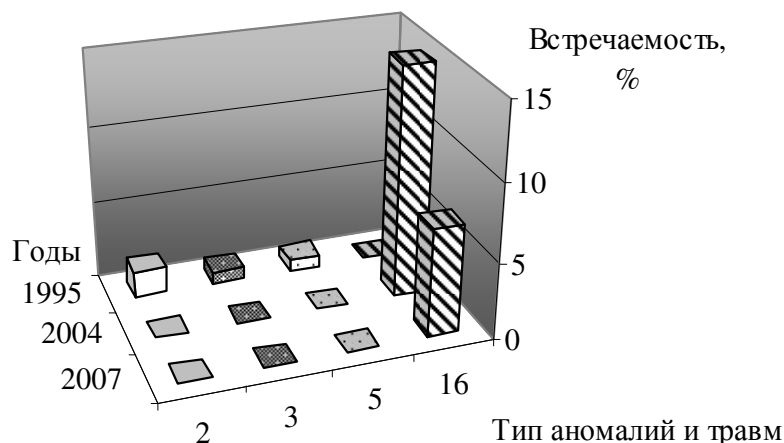


Рис. 1. Встречаемость разных аномалий строения и травм у чира в период нерестовой миграции в р. Манье за годы исследований. Нумерация типов аномалий и травм соответствует приведенной в табл. 2

Разнообразие морфологических нарушений у чира из р. Сыни характеризуется пятью показателями: спайки внутренних органов и брюшины, асимметрия гонад, незначительные повреждения чешуйного покрова и кожи, обширные травмы мышц и некроз ткани, зажившие раны (рис. 2). В 1998 и 1999 гг. в уловах зафиксированы травмированные рыбы, в 2000 и 2007 гг. у производителей выявлены аномалии внутренних органов. Доля рыб с нарушениями составила от 5,2 до 8,2 %. В остальные годы наблюдений чира с травмами и аномалиями не встречались. В среднем за весь период изучения доля особей с патологиями в общем вылове чира в р. Сыне составила 2 %.

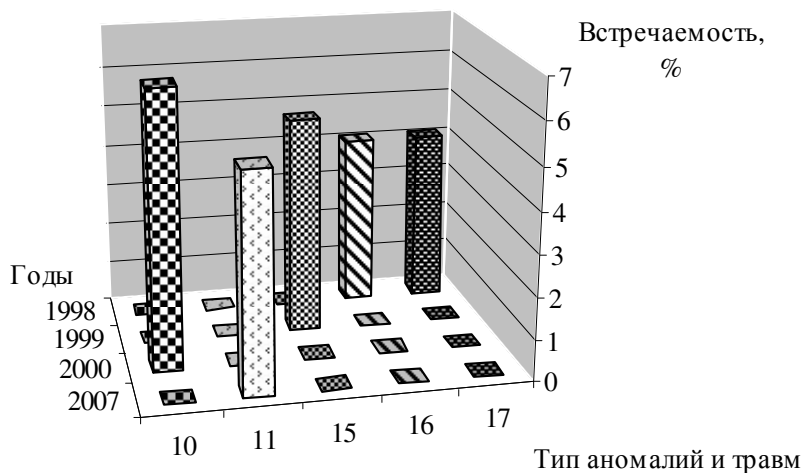


Рис. 2. Встречаемость разных аномалий строения и травм у чира в период нерестовой миграции в р. Сыне за годы исследований. Нумерация типов аномалий и травм соответствует приведенной в табл. 2

Среди изученных нами видов наиболее широкий спектр морфологических нарушений установлен у сига-пыжьяна в р. Сыне – 8 показателей. Травмы выявлены у рыб в 2001, 2010, 2012 гг., чаще встречаются аномалии (рис. 3), представленные асимметрией и жировым перерождением гонад, спайкой пилорических придатков и брюшины, деформацией хвостового плавника, отсутствием одного из непарных плавников, сросшимися позвонками в туловищном отделе позвоночника.

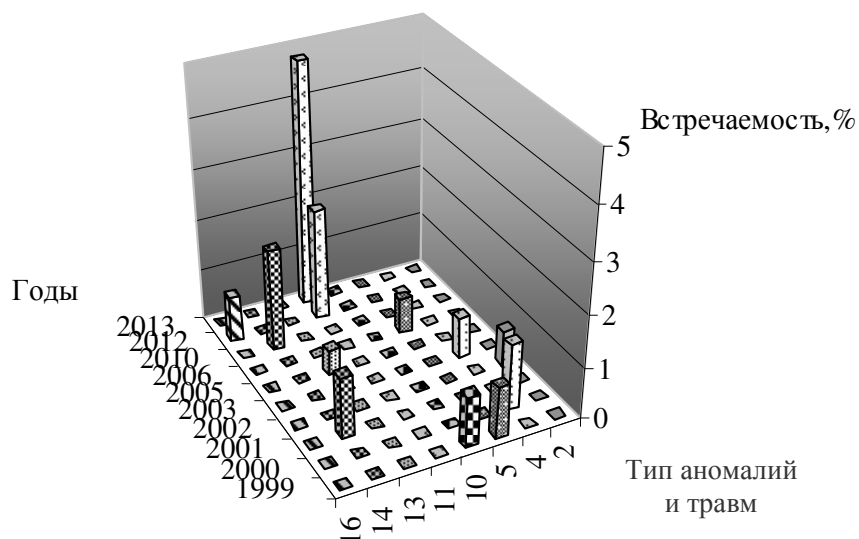


Рис. 3. Встречаемость разных аномалий строения и травм у сига-пыжьяна в период нерестовой миграции в р. Сыне за годы исследований. Нумерация типов аномалий и травм соответствует приведенной в табл. 2

Травмы выражены в незначительных повреждениях чешуйного покрова или плавников, глубоких ранах на теле рыб. Доля рыб с аномалиями и травмами по годам была ниже, чем у чира – 0,5–4,8 %. В целом за ряд лет средняя доля особей с морфологическими нарушениями от всего исследованного сига-пыжьяна из р. Сыни составила 0,9 %.

Обсуждение результатов исследования

Морфологические патологии у сиговых рыб изучались преимущественно в промышленных областях России (Северо-Западный регион, полуостров Таймыр), где суммарное воздействие всех видов загрязнения среды наиболее велико [7, 16, 17]. Влияние загрязнения водоемов Кольского Севера тяжелыми металлами на развитие патологий у сиговых рыб было показано Т. И. Моисеенко [1]. Ю. С. Решетниковым [18] установлено, что аномалии в строении гонад сиговых рыб – следствие эвтрофирования водоемов. В бассейне Ладожского озера были выявлены патологические изменения органов рыб в результате загрязнения водоема, описаны аномалии строения скелета, жабр, внутренних органов и предложены способы их оценки у разных видов рыб в водоемах Кольского полуострова, Норило-Пясинских озер [2–4, 16]. Характерными признаками рыб загрязненных водоемов были высокое содержание жира в полости тела, жировые перерождения тканей внутренних органов, асимметрия и сегментация гонад, развитие новообразований, искривление и раздвоение жаберных тычинок. К ним относятся также искривление и недоразвитие позвоночника, плавниковых лучей, сращение позвонков, прозрачность костей черепа, ерошение чешуи, зарастание зрачка глаза, спайки внутренних органов и другие изменения. В [13, 14] дана сравнительная характеристика водоемов по степени их загрязнения на основе частоты встречаемости аномалий у рыб, предложены методы экспертной оценки неблагоприятного состояния популяций рыб. В результате нефтяного загрязнения бассейна р. Печоры у сиговых рыб стало больше аномалий гонад [19].

В отдельных точках бассейна Оби и в водоемах на Ямале и Гыдане проводились гистологические исследования сиговых рыб (репродуктивная система, жаберный аппарат, печень, почки), обнаружен ряд патоморфологических изменений в тканях и сделан вывод, что действие на организм рыб многолетнего нефтяного загрязнения усиливается под влиянием экстремальных абиотических природных факторов [20, 21].

В 2009 г. была предпринята попытка оценить состояние здоровья шести видов сигов из Обской и Тазовской губ фенетическими методами [22]. Исследование было проведено с использованием флюктуирующей асимметрии и тератогенного метода на небольших по объему разовых выборках, без учета внутривидовой структуры, миграций, стадий жизненного цикла, биологических характеристик рыб, и его результаты авторами [22] рассматривают как предварительные.

Наши многолетние исследования проводились на одних и тех же участках нерестовых рек, в период, когда сиговые рыбы находятся в одном физиологическом состоянии, позволяющем на массовом материале визуально оценить состояние репродуктивной системы, внутренних органов, скелета, кожных покровов и строение плавников, дифференцировать травмы и аномалии развития по степени их тяжести. Полученные нами данные существенно расширяют и дополняют результаты гистологических исследований в бассейне Нижней Оби и низовьев р. Северной Сосьвы, выполненных в разные периоды жизненного цикла сиговых рыб на небольшом по объему материале из-за трудоемкости метода. При достаточно редко встречающихся морфологических аномалиях у производителей сиговых рыб в Нижней Оби объем материала влияет на результаты работы, поэтому из-за редкой встречаемости ряпушки в исследованных реках не представляется возможным выявить полный спектр морфологических аномалий у этого вида.

В [2, 4] отмечено, что встречаемость патологий у рыб увеличивается с возрастом, поэтому у тугуна, как практически моноциклического вида с коротким жизненным циклом (продолжительность жизни обычно составляет два-три года) и живущего в относительно чистых водотоках, морфологических нарушений не отмечено. Это подтверждается гистологическими исследованиями в бассейне р. Северной Сосьвы [21]. У производителей чира, возраст которых составляет обычно семь – одиннадцать лет, даже в небольших по объему выборках выявляются морфологические аномалии. Относительно высокая доля особей чира с аномалиями и травмами для обеих рек обусловлена небольшими объемами выборок по сравнению с сигом-пыжьяном в р. Сыне и тугуном в р. Манье.

По нашим данным, возрастной состав особей сига-пыжьяна с аномалиями и травмами (5+...7+ лет) соответствует доминирующим по численности возрастным группам здоровых производителей в р. Сыне [9].

Соотношение полов у рыб с аномалиями и травмами, по нашим данным, совпадает с половой структурой производителей и свидетельствует о подверженности травмам и проявлении аномалий у самцов и самок в равной степени.

Сравнение спектра морфологических нарушений у чиров из разных рек показало большее количество травмированных особей в р. Манье, что свидетельствует о сложности для рыб более протяженного пути миграции к нерестилищам по сравнению с р. Сыней. Резкое увеличение травм у производителей чира, выявленное в 2004 г., объясняется, скорее всего, случайными факторами (влияние судоходства или незаконных орудий лова).

Отсутствие травм и аномалий у производителей сига-пыжьяна в р. Манье подтверждает высокий миграционный потенциал здоровых производителей, позволяющий освоить нерестилища, наиболее удаленные от мест нагула, и, отчасти, элиминацию особей с нарушениями в период миграции.

В последние годы в обеих реках у производителей чира, тугуна, сига-пыжьяна не наблюдалось расширения спектра аномалий и увеличения числа травмированных рыб. В 2012–2013 гг. чаще встречались сиги-пыжьяны с асимметрией гонад, что, связано, вероятно, с неблагоприятными условиями нагула рыб в данные маловодные годы [9].

По нашим данным, разнообразие аномалий и частота их встречаемости у сига-пыжьяна, чира, ряпушки и тугуна уступают таковым у пеляди [15], что подтверждается литературными данными, полученными для обских сигов другими методами исследований [20–22].

В отличие от этих видов пелядь – планктофаг, ее нагул протекает в пойме Оби южнее, чем у других видов, поэтому не исключено влияние нефтяного загрязнения пойменных водоемов, распространяющегося вниз по течению с паводковыми водами от среднего течения Оби, где расположены нефтяные месторождения, к ее низовьям.

Средняя за все годы оценка степени тяжести патологий у чиров с морфологическими нарушениями и травмами в р. Манье составила 2,8 балла, что близко к критической для жизни рыб. Прежде всего это обусловлено высокой долей тяжело травмированных рыб в 2004 г. Этот же показатель у особей чира из р. Сыни (1,8 балла) близок к патологиям средней тяжести, которые снизили для них возможность избежать вылова или гибели вследствие нападения хищника, но не исключили возможность нереста. Степень тяжести патологий у сига-пыжьяна с аномалиями и травмами из р. Сыни также близка к средней (1,9 балла) и сходна с таковой у чира. Тяжелые аномалии и травмы, исключающие нерест, были отмечены только у трех рыб, остальные нарушения в небольшой и средней степени снижали репродуктивный потенциал производителей сига-пыжьяна.

Заключение

На основе многолетних исследований аномалий и травм у половозрелых сига-пыжьяна, чира, тугуна, ряпушки из двух нерестовых рек бассейна Нижней Оби, Маньи и Сыни, получены следующие данные.

Спектр аномалий внешнего и внутреннего строения представлен нарушениями формы и скелета непарных плавников, осевого скелета, отсутствием парного плавника, изменениями гонад, спайками внутренних органов и брюшины (результат воспаления).

Разнообразие и встречаемость аномалий у разных видов сиговых отличаются, что обусловлено разной продолжительностью жизни, распространением в бассейне Нижней Оби в течение годового цикла, типом питания, протяженностью нерестовой миграции каждого вида. Для получения репрезентативного материала необходимо учитывать эти особенности биологии разных видов, чтобы получить корректные результаты.

Спектр аномалий у рыб в р. Манье меньше, чем в р. Сыне, поскольку только производители с хорошим состоянием здоровья могут преодолеть более протяженный путь к нерестилищам.

Травмы, полученные в ходе нерестовой миграции, большей частью вызывали глубокие рассечения мышц на боках и спине рыб, плавники повреждались реже. Несмотря на случайный характер травм, они в значительной мере снижают репродуктивный потенциал ряда особей.

Доля сиговых рыб четырех изученных видов с морфологическими аномалиями в среднем в р. Манье составила 0,8 %, в р. Сыне – 0,9 % от их общего вылова за все годы исследований.

Степень тяжести патологий у сига-пыжьяна и чира с аномалиями из р. Сыни в среднем оценивается в 1,8–1,9 балла, в р. Манье из-за роста травматизма чира она возросла до 2,8 балла.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что спектр патологий, их встречаемость и степень тяжести у производителей сиговых рыб в бассейне Нижней Оби невелики по сравнению с рыбами из водоемов с сильно загрязненным водосборным бассейном (Кольский полуостров, Карелия, полуостров Таймыр, р. Печора), где аномалии выявлены у 60–100 % рыб [4, 16–19, 23].

В настоящее время причинами снижения воспроизводства сиговых рыб в уральских притоках Оби травмы и аномалии внешнего и внутреннего строения не являются. В связи с тем, что сиг-пыжьян, чир Нижней Оби имеют возможность размножаться в нескольких нерестовых притоках, отличающихся по удаленности от мест нагула, производители даже с рядом аномалий имеют шанс участвовать в воспроизводстве. Полученные данные могут быть использованы для контроля изменений среды обитания рыб в Нижней Оби, наряду с результатами гистологических и фенетических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Моисеенко Т. И.* Изменение некоторых биологических показателей рыб как экологический мониторинг / Т. И. Моисеенко // Состояние природной среды и прогноз ее изменения. Апатиты, Изд-во Кольск. фил. АН СССР, 1982. С. 48–58.
2. *Аршаница Н. М.* Материалы ихтиотоксикологических исследований в бассейне Ладожского озера / Н. М. Аршаница // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 285. С. 12–24.
3. *Решетников Ю. С.* Современные проблемы изучения сиговых рыб / Ю. С. Решетников // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, № 2. С. 156–174.
4. *Кашулин Н. А.* Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения / Н. А. Кашулин, А. А. Лукин, П.-А. Амундсен. Апатиты: Изд-во Кольск. науч. центра АН СССР, 1999. 142 с.
5. *Акимова Н. В.* Морфологическое состояние репродуктивной системы рыб в водоемах Кольского полуострова / Н. В. Акимова, О. А. Попова, Ю. С. Решетников, Н. А. Кашулин, А. А. Лукин, П.-А. Амундсен // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40, № 2. С. 282–285.
6. *Шарова Ю. Н.* Система воспроизводства сига *Coregonus lavaretus* в условиях многофакторного загрязнения / Ю. Н. Шарова, А. А. Лукин // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40, № 3. С. 425–428.
7. *Моисеенко Т. И.* Сиг как тест-объект для биоиндикации качества вод озер Крайнего Севера / Т. И. Моисеенко, А. А. Лукин, Н. А. Кашулин // Современные проблемы сиговых рыб. Владивосток, 1991. С. 213–224.
8. *Москаленко Б. К.* Сиговые рыбы Сибири / Б. К. Москаленко. М.: Пищ. пром-сть, 1971. 182 с.
9. *Богданов В. Д.* Рыбы бассейна Нижней Оби / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова, Я. А. Кижеватов, И. П. Мельниченко. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. С. 252–300.

10. *Богданов В. Д.* Экологическое состояние притоков Нижней Оби (реки Харбей, Лонготъеган, Щучья) / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова, И. П. Мельниченко, Л. Н. Степанов, М. И. Ярушина. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 235 с.
11. *Богданов В. Д.* Экологическое состояние притоков Нижней Оби (реки Сыня, Войкар, Сось) / В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова, Л. Н. Степанов, М. И. Ярушина. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 135 с.
12. *Богданов В. Д.* Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В. Д. Богданов. М., 1997. 38 с.
13. *Решетников Ю. С.* Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб / Ю. С. Решетников // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119, № 2. С. 165–177.
14. *Аришаница Н. М.* Патолого-морфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных токсикологических исследованиях / Н. М. Аришаница, Л. А. Лесников // Методы ихтиотоксикологических исследований. Л.: ГосНИОРХ, НПО «Промрыбвод», 1987. С. 12–24.
15. *Госькова О. А.* Морфологические аномалии и травмы у пеляди в период нерестовой миграции в уральских притоках Оби / О. А. Госькова, И. П. Мельниченко, В. Д. Богданов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 7–15.
16. *Савваитова К. А.* Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды / К. А. Савваитова, Ю. В. Чеботарева, М. Ю. Пичугин, С. В. Максимов // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, № 2. С. 182–188.
17. *Лукин А. А.* Патологии рыб Северо-Запада России / А. А. Лукин, Ю. Н. Лукина // Материалы IX Северного социально-экологического конгресса «Актуальные вопросы жизнедеятельности в экстремальных условиях». Архангельск, 2013. С. 129–137.
18. *Решетников Ю. С.* Экология и систематика сиговых рыб / Ю. С. Решетников. М.: Наука, 1980. 301 с.
19. *Новоселов А. П.* Состояние сиговых рыб Печорского бассейна в условиях многофакторной антропогенной нагрузки / А. П. Новоселов, И. И. Студенов, А. Л. Безумова, И. В. Булатова, А. В. Боровской // Арктика: экология и экономика. 2012. № 4 (8). С. 26–35.
20. *Селюков А. Г.* Морфофункциональное состояние сиговых рыб (Coregonidae) в устье Оби как интегральная оценка условий их обитания / А. Г. Селюков, Т. И. Моисеенко, Л. А. Шуман, И. С. Некрасов // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. 2012. № 12. С. 135–137.
21. *Шуман Л. А.* Гистопатологические изменения и репродукционный потенциал у рыб в водоемах Обь-Иртышского бассейна с различной антропогенной нагрузкой: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. А. Шуман. М., 2015. 20 с.
22. *Пресняков А. В.* Опыт оценки здоровья сиговых рыб Тазовской и Обской губ двумя фенетическими методами / А. В. Пресняков, Е. В. Микодина, А. Н. Макоедов // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб: материалы 7-го Междунар. науч.-произв. совещ. (16–18 февраля 2010 г., Тюмень). Тюмень, 2010. С. 140–144.
23. *Даувальтер В. А.* Прогнозирование долговременных изменений пресноводных региональных систем рыбного хозяйства Арктики / В. А. Даувальтер, Н. А. Кашулин // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. 2012. Т. 15, № 1. С. 171–180.

Статья поступила в редакцию 1.09.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Госькова Ольга Александровна – Россия, 620144, Екатеринбург; Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук; канд. биол. наук; научный сотрудник лаборатории экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем; goskova@ipae.uran.ru.

Мельниченко Ирина Павловна – Россия, 620144, Екатеринбург; Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук; канд. биол. наук; старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем; melnichenko@ipae.uran.ru.



O. A. Goskova, I. P. Melnichenko

**MORPHOLOGICAL ANOMALIES AND TRAUMAS
OF FOUR SPECIES OF WHITEFISH
DURING THE PERIODS OF SPAWNING MIGRATION
IN THE URAL TRIBUTORIES OF THE OB RIVER**

Abstract. In the basin of the Lower Ob whitefish fishes are widely spread, they constitute the bulk of the catch, and because of the high sensitivity to contamination they are monitored. Annual long-term studies of the spectrum and frequency of morphological abnormalities of tugun (*Coregonus tugun*) and semi-anadromous whitefish (whitefish (*Coregonus lavaretus pidschian*), round-nosed whitefish (*Coregonus nasus*), European cisco (*Coregonus sardinella*) were carried out during the spawning migration in two Ural tributaries of the Lower Ob – Magna and Synya rivers to assess the health status of different types of the producers. For visual evaluation of the changes in the fish parameters the method of morpho-pathological analysis is used. It is found that the anomalies of the external and internal structure of the four types of whitefish are presented as disorders of the shape and skeletal form of the unpaired fins, axial skeleton, the absence of one of the paired fins, changes in the gonads, spikes of internal organs and peritoneum. The diversity and the occurrence of abnormalities in different species of whitefish are different due to the different life expectancies of fish species distribution in the basin of the Lower Ob, the type of food and the length of the spawning migration. Share of whitefish of the studied species with morphological disorders is about 0.8 % in the river Magnier and 0.9 % in the river Sygnier of their total catch for all the years of the research. The severity of abnormalities of whitefish and round-nosed whitefish with abnormalities from the river Sygnier is rated as average, while in the river Magnier it is rated as high due to the increase in injuries of round-nosed whitefish during one of the studied years. The spectrum of pathologies, their occurrence and the degree of severity of the producers of whitefish in the basin of the Lower Ob is rather small, compared with fish from regions with high industrial pollution.

Key words: whitefish, broad whitefish, tugun, Siberian cisco, spawning migration, the Ob river, morphological anomalies, traumas, pathology estimation.

REFERENCES

1. Moiseenko T. I. *Izmenenie nekotorykh biologicheskikh pokazatelei ryb kak ekologicheskii monitoring* [Changes in some biological parameters of fish as ecological monitoring]. *Sostoianie prirodnoi sredy i prognoze izmeneniia*. Apatity, Izd-vo Kol'skogo filiala AN SSSR, 1982. P. 48–58.
2. Arshanitsa N. M. *Materialy ikhtiotoksikologicheskikh issledovaniy v basseine Ladozhskogo ozera* [Results of the ichthyological studies in the Lake Ladoga]. *Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKh*, 1988, iss. 285, pp. 12–24.
3. Reshetnikov Iu. S. *Sovremennye problemy izucheniia sigovykh ryb* [Modern problems of whitefish study]. *Voprosy ikhtiologii*, 1995, vol. 35, no. 2, pp. 156–174.
4. Kashulin N. A., Lukin A. A., Amundsen P.-A. *Ryby presnykh vod Subarktiki kak bioindikatory tekhnogennogo zagriazneniia* [Fish in the freshwater of Subarctic as bioindicators of human impact pollution]. Apatity, Izd-vo Kol'skogo nauchnogo tsentra AN SSSR, 1999. 142 p.
5. Akimova N. V., Popova O. A., Reshetnikov Iu. S., Kashulin N. A., Lukin A. A., Amundsen P.-A. *Morfologicheskoe sostoianie reproduktivnoi sistemy ryb v vodoemakh Kol'skogo poluostrova* [Morphological state of the reproductive systems of fish in the waters of the Kola peninsula]. *Voprosy ikhtiologii*, 2000, vol. 40, no. 2, pp. 282–285.
6. Sharova Iu. N., Lukin A. A. *Sistema vosproizvodstva siga Coregonus lavaretus v usloviakh mnogofaktornogo zagriazneniia* [Reproductive system of whitefish *Coregonus lavaretus* in conditions of multifactorial pollution]. *Voprosy ikhtiologii*, 2000, vol. 40, no. 3, pp. 425–428.
7. Moiseenko T. I., Lukin A. A., Kashulin N. A. *Sig kak test-ob"ekt dlia bioindikatsii kachestva vod ozer Krainego Severa* [Whitefish as a test object for bioindication of the quality of waters of the Far North lakes]. *Sovremennye problemy sigovykh ryb*. Vladivostok, 1991. P. 213–224.
8. Moskalenko B. K. *Sigovye ryby Sibiri* [Whitefish in Siberia]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1971. 182 p.
9. Bogdanov V. D., Bogdanova E. N., Gos'kova O. A., Kizhevatoev Ia. A., Mel'nichenko I. P. *Ekologiya ryb Ob'-Irtyskogo basseina* [Fish ecology in the Ob-Irtys basin]. Moscow, Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006. P. 252–300.
10. Bogdanov V. D., Bogdanova E. N., Gos'kova O. A., Mel'nichenko I. P., Stepanov L. N., Iarushina M. I. *Ekologicheskoe sostoianie pritokov Nizhnei Obi (reki Kharbei, Longot'egan, Shchuch'ia)* [Ecological state of the tributaries of the Lower Ob (rivers Harbey, Longotiegan, Shchuchia)]. Yekaterinburg, UrO RAN, 2005. 235 p.
11. Bogdanov V. D., Bogdanova E. N., Gos'kova O. A., Stepanov L. N., Iarushina M. I. *Ekologicheskoe sostoianie pritokov Nizhnei Obi (reki Synia, Voikar, Sob')* [Ecological state of the tributaries of the Lower Ob (rivers Sygnier, Voikar, Sob)]. Yekaterinburg, UrO RAN, 2002. 135 p.

12. Bogdanov V. D. *Ekologiya molodi i vosпроизводство sigovykh ryb Nizhnei Obi: avtoref. dis. d-ra biol. nauk* [Ecology of juvenile and reproduction of whitefish in the Lower Ob: abstract of dis. doc. biol. sci.]. Moscow, 1997. 38 p.

13. Reshetnikov Iu. S. Otsenka blagopoluchiia rybnoi chasti vodnogo soobshchestva po rezul'tatam morfopatologicheskogo analiza ryb [Evaluation of the benefit of fish in the water community by the results of morphopathological analysis of fish]. *Uspekhi sovremennoi biologii*, 1999, vol. 119, no. 2, pp. 165–177.

14. Arshanitsa N. M., Lesnikov L. A. Patologo-morfologicheskii analiz sostoiianiia ryb v polevykh i eksperimental'nykh toksikologicheskikh issledovaniiax [Pathologo-morphological analysis of fish state in the field and experimental toxicological studies]. *Metody ikhtiotoksikologicheskikh issledovaniia*. Leningrad, GosNIORKh, NPO «Promrybvod», 1987. P. 12–24.

15. Gos'kova O. A., Mel'nichenko I. P., Bogdanov V. D. Morfologicheskie anomalii i travmy u peladi v period nerestovoi migratsii v ural'skikh pritokakh Obi [Morphological anomalies and traumas of the pelad during the period of spawning migration in the Ural tributaries of the Ob]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2014, no. 4, pp. 7–15.

16. Savvaitova K. A., Chebotareva Iu. V., Pichugin M. Iu., Maksimov S. V. Anomalii v stroenii ryb kak pokazateli sostoiianiia prirodnoi sredy [Anomalies in the fish structure as indicators of the environmental state]. *Voprosy ikhtiologii*, 1995, vol. 35, no. 2, pp. 182–188.

17. Lukin A. A., Lukina Iu. N. Patologii ryb Severo-Zapada Rossii [Pathology of fish in the North-West of Russia]. *Materialy IX Severnogo sotsial'no-ekologicheskogo kongressa «Aktual'nye voprosy zhiznedeiatel'nosti v ekstremal'nykh usloviiax»*. Arkhangel'sk, 2013. P. 129–137.

18. Reshetnikov Iu. S. *Ekologiya i sistematika sigovykh ryb* [Ecology and systematics of whitefish]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 301 p.

19. Novoselov A. P., Studenov I. I., Bezumova A. L., Bulatova I. V., Borovskoi A. V. Sostoianie sigovykh ryb Pechorskogo basseina v usloviiax mnogofaktornoi antropogennoi nagruzki [State of whitefish in the Pechora basin in conditions of multifactorial anthropogenic impact]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2012, no. 4 (8), pp. 26–35.

20. Seliukov A. G., Moiseenko T. I., Shuman L. A., Nekrasov I. S. Morfofunktsional'noe sostoianie sigovykh ryb (Coregonidae) v ust'e Obi kak integral'naia otsenka uslovii ikh obitaniia [Morphofunctional state of whitefish (Coregonidae) in the estuary of the Ob as an integral evaluation of their habitat conditions]. *Vestnik Tiimenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 12, pp. 135–137.

21. Shuman L. A. *Gistopatologicheskie izmeneniia i reproduksionnyi potentsial u ryb v vodoemakh Ob'-Irtyskogo basseina s razlichnoi antropogennoi nagruzkoj. Avtoreferat dis. kand. biol. nauk* [Histopathological changes and reproductive potential of fish in the waters of the Ob-Irtysk basin with different anthropogenic impact]. Moscow, 2015. 20 p.

22. Presniakov A. V., Mikodina E. V., Makoedov A. N. Opyt otsenki zdorov'ia sigovykh ryb Tazovskoi i Obskoi gub dvumia feneticheskimi metodami [Experience of the evaluation of the whitefish health in the Tazov and Ob bays using two phonetic methods]. *Biologiya, biotekhnika razvedeniia i promyshlennogo vyrashchivaniia sigovykh ryb. Materialy 7-go Mezhdunarodnogo nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniia (16–18 fevralia 2010 g., Tiumen')*. Tyumen, 2010. P. 140–144.

23. Dauval'ter V. A., Kashulin N. A. Prognozirovaniie dolgovremennykh izmenenii presnovodnykh regional'nykh sistem rybnogo khoziaistva Arktiki [Forecasting of the long-term changes in the freshwater regional systems of the Arctic fisheries]. *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2012, vol. 15, no. 1, pp. 171–180.

The article submitted to the editors 1.09.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Goskova Olga Aleksandrovna – Russia, 620144, Yekaterinburg; Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Department of Russian Academy of Sciences; Candidate of Biology; Research Scientist of the Laboratory of Fish Ecology and Biodiversity in Aquatic Ecosystems; goskova@ipae.uran.ru.

Melnichenko Irina Pavlovna – Russia, 620144, Yekaterinburg; Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Department of Russian Academy of Sciences; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Laboratory of Fish Ecology and Biodiversity in Aquatic Ecosystems; melnichenko@ipae.uran.ru.

