

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Программа фундаментальных исследований
«Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные
исследования мониторинга» Отделение биологических наук РАН

Учреждение Российской академии наук
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

Учреждение Российской академии наук
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРЕСУРСОВ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

В двух томах

Том 2

Москва
Издательство «АКВАРОС»
2011

УДК 574.5(28)+597(28)

ББК 28.081

С 56

Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Материалы докладов I Всероссийской конференции с международным участием. 12–16 сентября 2011 г., Борок, Россия. В двух томах. – М.: АКВАРОС, 2011. – 901 с. (Том 2 – 433 с.)

Книга посвящена современному состоянию биологических ресурсов внутренних водоемов России и сопредельных стран. Представлены работы по следующим направлениям: современное состояние рыбных ресурсов во внутренних водоемах; видовое разнообразие рыбного населения в пресноводных водоемах; динамика популяций рыб внутренних водоемов и антропогенные воздействия; современные методы исследования рыбных ресурсов во внутренних водоемах; современное состояние охраны и правового регулирования рыбных ресурсов.

Табл. 152. Ил. 226.

Current state of inland waters biological resources. Proceedings of the First All-Russian conference with foreign partners. September 12–16, 2011, Borok, Russia. – М.: AQUAROS, 2011. – 901 p. (Volume 2 – 433 p.) – ISBN 978-5-901652-14-5.

The book is devoted to the current state of biological resources in the inland waters of Russia and its neighbouring countries. The following research areas are presented: current state of fish resources in the inland waters; species diversity of freshwater fish communities; dynamics of fish populations in the inland waters and anthropogenic impacts; modern methods for studying fish resources in the inland waters; current situation with protection and legal regulation of fish resources.

Книга печатается по решению Ученого совета Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН № 8 от 29.07.2011 г.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 11-04-06095-г*

ISBN 978-5-901652-14-5

© Издательство «АКВАРОС», 2011

© Институт биологии внутренних вод РАН, 2011

© Институт проблем экологии и эволюции РАН, 2011

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА НЕРЕСТОВЫХ
ПОДХОДОВ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* (L.) В Р. СИТЬ
(РЫБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ)**

А.С. Маврин

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии внут-
ренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия,
mavr_as@mail.ru*

Большое значение для понимания процесса естественного воспроизводства рыб и разработки основ управления продуктивностью имеет изучение механизмов, лежащих в основе преднерестовой дифференцировки производителей по готовности к нересту. Период воспроизводства рыб характеризуется определенной пространственно-временной структурой нерестовых скоплений. О ее существовании свидетельствует разделение периода нереста на несколько подходов с интервалом 7–14 сут. Это отмечали многие авторы изучавшие биологию леща. В обобщающих работах о рыбах России К.Ф. Кесслер (1864), Л.П. Сабанеев (1911), Л.С. Берг (1926) приводят названия нерестовых подходов леща на основании народных примет и наблюдений рыбаков. В последующий период времени, до начала 80-х годов, одни авторы писали о двух подходах леща на нерест в разных водоемах России (Кулемин, 1934; Троицкий, 1935; Дементьева, 1952; Морозова, 1952; Невядомская, 1957; Зеленин, 1960; Лукин, 1975; Иванцов, 1977), а другие – о трех подходах (Белогуров, 1936; Тихий, 1939; Павлов, 1948; Потапов, 1951; Морозова, 1952; Морозова, 1956; Никаноров, Никанорова, 1963; Ширкова, 1974). П.А. Дрягин (1939), Ф.Д. Великохатко (1941), Б.Н. Казанский (1949) связывали подходы леща на нерест с порционностью икротетания. В большинстве этих работ авторы обращали внимание на размеры приходящих на нерест рыб. В некоторых – предполагали, что на нерест приходят рыбы разных возрастных групп (Белогуров, 1936), но не изучали возрастной состав нерестовых подходов. Нам известна одна опубликованная работа, в которой был определен возраст производителей в первый подход в оз. Яск-Ярви (Климова, 1951). Определение возрастной структуры нерестовых группировок на нерестилищах необходимо для оценки воспроизводительной способности популяции, поскольку возраст производителей оказывает влияние на качество половых продуктов (Жужинский, Гош, 1981; Анисимова и др., 1979), а от него зависит жизнестойкость потомства и в целом, непрерывность существования видов. В Рыбинском водохранилище известно два подхода леща на нерест (Захарова, 1955; Ильина, 1963.

1978). Причем, как отмечает автор для Волжского плеса Рыбинского водохранилища, второй подход леща в 1951 году проходил 12 июня, 1959–6 июня и количество участвующих в них особей было невелико. В 1972 году в р. Сутка повторный подход леща был 30 мая. Это явление не может быть объяснено порционностью икротетания, так как доказано, что у леща Рыбинского водохранилища икротетание не порционное (Леви, 1953). Л.И. Васильевым (1955), А.А. Остроумовым (1955, 1959), было показано, что в Рыбинском водохранилище половое созревание лещей начинается в возрасте 7 лет, а завершается у самцов в возрасте 11 лет, у самок – 12 лет. В.М. Володин (1993), анализируя материалы лаборатории ихтиологии ИБВВ АН СССР, за период с 1953 по 1986 год, приводит табличные данные по периодам наблюдений. Из них следует, что завершение созревания лещей Рыбинского водохранилища происходило в 12 лет. Ускорение созревания на один год наблюдалось в 70-х годах. Таким образом, основу нерестового стада леща Рыбинского водохранилища в период с 1950 по 1986 гг. составляли 13-ти годовалые рыбы. Исследованиями размерно-возрастной структуры нерестовых группировок первого подхода леща на нерест (Маврин, 1990) было установлено, что на нерестилищах нет первых трех возрастных групп 7–9 лет. Для того чтобы разобраться в этих различиях была поставлена цель работы: изучить и сравнить размерно-возрастной состав первого и второго нерестовых подходов леща на нерест в р. Сить.

Материал собирали перед нерестом и во время нереста леща в течение двух лет в р. Сить, впадающей в Моложский плес Рыбинского водохранилища. Отлов рыб производили 100 м закидным неводом. В 1987 г – с 15 по 19 мая на устьевом нерестилище и на верхнем – в 6 км от устья. В 1988 г – с 30 апреля по 10 мая там же, а также на нерестилище в 10 км от устья. Нерест леща в 1987 г проходил 18 и 19 мая при температуре воды 12–14 °С, в 1988 г 9 и 10 мая при тех же температурах. В 1987 г было отловлено 113 экз. производителей леща. На верхнем нерестилище 28 самок и 33 самца, на устьевом – 26 самок и 26 самцов. В 1988 году поймано 122 экз.: по 30 самок и 31 самцу на верхних и устьевом нерестилищах. Нерест леща второго подхода в 1988 году проходил с 19 по 21 мая при температуре воды 16–18 °С. Во время второго подхода леща в 1988 г поймано на тех же нерестилищах 167 экз.: 31 самка и 136 самцов на верхних и устьевом нерестилищах. Все исследованные производители леща имели гонады в IV-V стадии зрелости. У рыб измеряли длину (L) – от начала головы и до конца тела с помощью измерительной линейки (точность 1 мм); массу тела (m) рыб без внутренностей – с помощью ве-

сов ВРНЦ-3 (точность 5 г). Возраст определяли по чешуе с использованием стереомикроскопа Technival и спектропроектора SP-2. Чешую для определения возраста брали в первом ряду выше боковой линии на середине чешуйного покрова, по 5 чешуй с каждой рыбы. Определение возраста по чешуе проводили с использованием критериев годового кольца (Чугунова, 1959). Для проверки точности определения возраста брали клейтрум. Всего проанализировано 402 экз. рыб. Данные обработаны статистически с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel 2003, Statistica 6.0. Результаты представлены в виде средних и их ошибок. Оценка достоверности проведена для уровня вероятности $P=0.05$ по U-критерию Манна-Уитни.

Было установлено, что во время первого подхода на нерест в р. Сить в 1987 году пришли 10–18-ти годовалые самки (рис. 1), а в 1988 году – 11–16-ти годовалые самки. Наиболее многочисленными возрастными группами в первый год наблюдений были 12-ти годовалые самки (поколение 1975 года рождения) и 13-ти годовалые, во второй год модальной группой были 13-ти годовалые (поколение 1975 года рождения). Следует отметить, что в этом возрасте все лещи зрелые (Васильев, 1955; Остроумов, 1955, 1959; Володин, 1993). Самцы на нерестилищах во время первого подхода в 1987 году были представлены особями 10–17-ти лет, в 1988 году – 8–16 лет, причем в выборке было всего два самца 8 и 9 лет. Сравнительный анализ возрастной структуры первого подхода леща на нерест и половозрелой части популяции леща Рыбинского водохранилища позволил выявить различия наших наблюдений и опубликованных данных (Володин, 1982).

На нерестилищах не было поймано 7–9-ти годовалых самок и фактически самцов этого возраста. На основании установленного факта было сделано предположение, о том, что во время первого подхода нерестятся в основном производители среднего возраста. Исследования второго подхода леща на нерест в 1988 году отчасти подтвердили наше предположение. Возрастная структура выборки самок во время второго подхода леща была такой же, как и первого. Модальная группа состояла из 13-ти годовалых особей (поколение 1975 года рождения). Отличия были в возрастной структуре выборки самцов леща второго подхода. Возрастной ряд самцов состоял из 7–14-ти годовалых производителей. Здесь модальная группа была представлена 10-ти годовалыми рыбами. Таким образом, анализ возрастной структуры производителей леща на нерестилищах показал, что во время двух подходов леща в р. Сить самцы представлены 7–17-ти годовалыми особями, а самки 10–18-ти годовалыми с четко выраженными модальными возрастными группами.

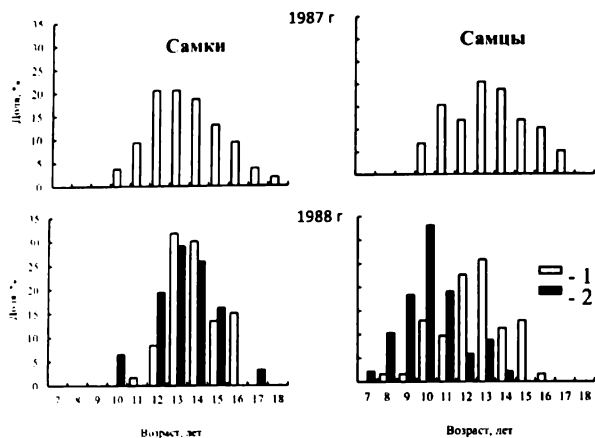


Рис. 1. Возрастная структура нерестовых подходов производителей леща в р. Сить. 1 – первый подход, 2 – второй подход.

С целью определения различий в размерно-массовых показателях производителей леща двух подходов нами было проведено их сравнение для двух лет наблюдений. В результате были установлены достоверные различия в длине и массе самок и самцов леща первого и второго подходов в 1988 году (табл. 1). Самки второго подхода были на 2.2 см, а по массе на 109 граммов меньше самок первого подхода. Самцы второго подхода были на 4.7 см, а по массе на 244 грамма меньше самцов первого подхода.

Таблица 1.

Размерно-массовые характеристики производителей леща разных нерестовых подходов в 1987–1988 гг. в р. Сить

Год	Подход	Показатель	Самки ♀	n	Самцы ♂	N
1987	1	Длина, см	37.3±0.3	54	35.8±0.3	59
1988	1		37.9±0.3 *	60	35.7±0.4 *	62
	2		35.7±0.4 *	31	31.0±0.3 *	136
1987	1	Масса, г	874±18	54	833±19	59
1988	1		954±19 *	60	843±24 *	62
	2		845±24 *	31	599±17 *	136

Примечание: * – достоверные различия для P<0.01

Оставалось выяснить, с чем связаны установленные различия? Для корректности сравнения необходимо было взять одну возрастную группу рыб. Поскольку возрастной состав самок первого и второго подходов был сходным, а модальная возрастная группа была представлена поколением 1975 года рождения, то имелась возможность сравнить этих рыб по размерно-массовым показателям. Были определены средние значения длины и массы тела рыб этого поколения. Рассчитанные данные для двух лет исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Средние значения длины тела производителей леща поколения 1975 года рождения во время нерестовых подходов в 1987–1988 гг. в р. Сить

Год	Подход	Показатель	Самки ♀	n	Самцы ♂	N
1987	1	Длина, см	36.4±0.6*	11	34.8±1.1	7
1988	1		37.8±0.4*	19	36.3±0.5	16
		Прирост, см	1.4		1.5	
1988	1	Длина, см	37.8±0.4*	11	363±0.5*	7
	2		35.9±0.4*	9	346±0.6*	12
		Разница, см	1.9		1.7	

Примечание: * – достоверные различия для $P < 0.05$.

Из таблицы видно, что за период с весны 1987 года до весны 1988 года самки первого подхода выросли на 1.4 см, в то время, как самки второго подхода имели длину на 1.9 см меньше самок первого подхода в 1988 году. У самцов наблюдалась та же тенденция и близкие значения. Достоверно отличались средние размеры самцов первого и второго подхода 1988 года. Длина самцов первого подхода была на 1.7 см больше, длины самцов второго подхода. Данные по массе тела рыб представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Средние значения массы тела производителей леща поколения 1975 года рождения во время нерестовых подходов в 1987–1988 гг. в р. Сить

рождения во время нерестовых периодов в 1987, 1988 гг.						
Год	Подход	Показатель	Самки ♀	n	Самцы ♂	N
1987	1	Масса, г	812±36*	11	779±68	7
1988	1		930±30*	19	898±30	16
			Прирост, г	118		119
1988	1	Масса, г	930±30*	11	898±30*	7
	2		841±23*	9	789±39*	12
			Разница, г	89		109

Примечание: * – достоверные различия для $P < 0.05$.

Масса самок первого подхода поколения 1975 года рождения за исследованный период времени увеличилась на 118 граммов, а

масса самок второго подхода была на 89 граммов меньше самок первого подхода в 1988 году. Разница в массе самцов второго и первого подхода была 109 граммов. Эти расчеты справедливы только в том случае, если мы рассматриваем нерестовые скопления леща, как не постоянные с ежегодным перемешиванием и подбором по физиологическому состоянию производителей в зимовальный и преднерестовый период, в противном случае необходимо проводить обратные расчисления размеров рыб для корректного обоснования установленных различий.

Таким образом, полученные данные по длине и массе тела рыб поколения 1975 года рождения свидетельствуют о том, что на нерест во время второго подхода приходят самцы и самки, имеющие меньший годовой прирост.

Проведенное исследование пространственно-временных нерестовых группировок производителей леща на нерестилищах в р. Сить позволило определить возрастную структуру нерестовых подходов и сравнить ее с таковой половозрелой части нерестового стада леща Рыбинского водохранилища. Интересно отметить, что модальная группа, состоящая из 13-ти годовалых рыб первого подхода леща в 1987–1988 гг. на нерестилищах в р. Сить совпала с модальной группой аналогичного возрастного класса в работе Шатуновского и др. (2009), в которой представлен возрастной состав уловов леща Рыбинского водохранилища. Полученные в нашем исследовании данные определяют перспективы дальнейшего изучения пространственно-временных нерестовых скоплений впервые созревающих 7–9-ти годовалых самок леща и причин, вызывающих разделение рыб на временные подходы. Как было показано Н.И. Комовой (2003, 2005) в мышцах более крупных и старших по возрасту лещей, в предшествующую нересту осень, содержится больше липидов, чем у меньших по размерам молодых рыб. Ранее (Халько, Таликина, 1993) была установлена асинхронность роста ооцитов старшей генерации в преднерестовый период. В гонадах самок присутствовали неоднородные по функциональному состоянию яйцеклетки (вителлогенные, дефинитивные и созревающие). Количество созревающих клеток у более крупных и старших по возрасту лещей в начале мая было более 30%, а у меньших по размеру и молодых – около 20%. Объединение производителей в преднерестовые группировки происходит на основе сходства их физиологического состояния. По-видимому, разделение всего периода нереста леща на нерестовые подходы определяется разной готовностью производителей к нересту. Нам представляется, что

механизм этого явления может быть установлен на основе эколого-физиологического подхода к периодизации онтогенеза рыб (Шатуновский, 2001), терморегуляционного поведения рыб (Голованов, 1987, 2006), изучения связи между минерализацией костной ткани и половой зрелостью рыб (Маврин, Мартемьянов, 2010), а также сезонной динамики содержания катионов во внутренней среде и тканях производителей рыб (Мартемьянов, 1998).

Таким образом, среди исследованных лещей 1 и 2-го подходов в 1987–1988 гг. 7, 8, 9-ти годовалых самок в р. Сить не обнаружено. Модальной возрастной группой во время первого и второго подходов леща были 13-ти годовалые самки. Модальной возрастной группой во время первого подхода были 13-ти годовалые, а во время второго 10-ти годовалые самцы. Средняя длина и масса тела всех самок леща второго подхода была достоверно меньше, чем те же показатели у самок первого подхода. Те же закономерности были установлены для самцов. Разница в длине и массе тела между самками поколения 1975 года рождения первого и второго подходов леща указывает на разный темп роста в предшествующий нересту год. Аналогичная закономерность обнаружена у самцов. Прирост длины и массы рыб второго подхода был меньше, чем у рыб второго подхода на нерест. Преобладание на нерестилищах определенного возрастного класса может свидетельствовать об урожайности поколения или 100% половой зрелости рыб.

Список литературы

- Анисимова И. М., Гамаюн Е. П., Привезенцев Ю. А. Зависимость качества потомства карпа от возраста производителей. М. 1979. 88 с.
- Белогуров А.Я. Материалы к изучению Осташковских озер. Система озера Селигер. Ихтиофауна и рыбохозяйственная характеристика // Ученые записки. МГУ. 1936. Вып. 8. С. 65–99.
- Володин В. М. Плодовитость леща *Abramis brama* (L.) (*Cyprinidae*) Рыбинского водохранилища // Вopr. ихтиологии. 1982. Т. 22. Вып. 2. С. 246–252.
- Володин В. М. Динамика структуры популяций леща *Abramis brama* (L.) (*Cyprinidae*) Рыбинского водохранилища // Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища. Тр. ИБВВ РАН. Санкт-Петербург. Гидрометеониздат. 1993. Вып. 67(70). С. 233–251.
- Голованов В.К. Терморегуляционное поведение гидробионтов // Биол. внутр. вод.: Информ. бюлл. Л. 1987. № 73. С. 56–60.

- Дементьева Т.Ф. Биологический цикл Северо-Каспийского леща. // Тр. ВНИРО. 1952. Т. 21. С. 185–194.
- Дрягин П.А. Порционное икротетание у карповых рыб // Известия ВНИОРХ. 1939. Т.21. С. 81–119.
- Великохатко Ф.Д. Материалы к познанию леща из р. Днепра // Зоол. журнал. 1941. Т. XX. Вып. 1. С.101–117.
- Жукинский В.Н., Гош Р.М. Жизнеспособность эмбрионов в зависимости от интенсивности энергетического обмена в овулировавшей икре и сперме у тарани и леща разного возраста // Разнокачественность онтогенеза у рыб. Киев. Наукова думка. 1981. С.65–94.
- Захарова Л. К. Материалы по биологии размножения рыб Рыбинского водохранилища // Тр. биол. ст. «Борок». М., Л.: АН СССР. 1955. Вып. 2. С. 200–265.
- Зеленин А.М. Характер размножения леща (*Abramis brama* L.) в Дубоссарском водохранилище // Тр. Ин-та биол. Молдавского филиала АН СССР. 1960. Т. II. Вып. 1. С.79–91.
- Иванцов А.А. Характеристика нереста леща Выборгского залива // Известия ГОСНИОРХ. 1977. Т. 123. С. 158–164.
- Ильина Л.К. О сроках нереста рыб в Рыбинском водохранилище // Материалы по биологии и гидрологии Волжских водохранилищ. Изд-во: АН СССР. 1963. С. 93–64.
- Ильина Л.К. Роль притоков Рыбинского водохранилища в размножении фитофильных рыб и особенности нерестилищ в маловодные годы // Тр. Ин-та биол. внутр. вод. Рыбинск. 1978. Вып. 39(42). С. 124–135.
- Казанский Б.Н. Особенности функций яичника и гипофиза у рыб с порционным икротетанием // Тр. лаборатории основ рыболовства. Ленинград. 1949. Т. II. С.64–120.
- Кесслер К.Ф. 1864. описание рыб, которые встречаются в водах С.-Петербургской губернии // Естественноисторические исследования, производимые членами русского энтомологического общества в С. Петербурге. Т.1. 240 с.
- Климова А.В. Лещ (*Abramis brama*) из озера Яск-Ярви // Тр. Карело-Финского отд. ВНИОРХ. Петрозаводск. 1951. Т. III. С. 188–196.
- Комова Н.И., Халько В.В. Сравнительный анализ биохимического состава гонад леща *Abramis brama* (*Cyprinidae*) из разных преднерестовых скоплений // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43. № 2. С. 242–248.
- Комова Н.И. Внутривидовые особенности морфофункциональных и биохимических показателей фитофильных рыб Рыбинского

- водохранилища. Автореф. дис. канд. биол. наук. ИБВВ РАН. Борок. 2005. 24 с.
- Кулемин А.А. Исследования Ростовского озера Неро в гидробиологическом и хозяйственном отношении // Рыбное хозяйство ивановской промышленной области и его перспективы. ИВОВНИОРХ. 1934. Вып. II. С.35–55.
- Леви Л. А. О некоторых особенностях полового цикла леща Рыбинского водохранилища // Изв. ВНИОРХ. 1953. Т. XXXIII. С. 54–65.
- Лукин А.В. Биологическая дифференцировка локальных стад леща (*Abramis brama*) Куйбышевского водохранилища // Зоол. журн. 1975. Т. LIV. Вып.7. С. 1037–1047.
- Маврин А.С. Размерно-возрастной состав нерестовых группировок и темп роста производителей леща *Abramis brama* (L) (*Cyprinidae*) р. Сить // Структура локальной популяции у пресноводных рыб. Рыбинск. 1990. С. 160–170.
- Маврин А.С., Мартеньянов В.И. Содержание ионов натрия, калия, кальция, магния в позвонках и чешуе плотвы *Rutilus rutilus* L. в зависимости от зрелости гонад // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Т. 1. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2010. С.140–145.
- Мартеньянов В.И. Сезонная динамика содержания кальция в плазме, эритроцитах, мышцах и гонадах производителей плотвы, *Rutilus rutilus* L. // Биология внутренних вод. 1998. № 2. С. 73–79.
- Морозова П.Н. Лещ Аральского моря. Известия ВНИОРХ. Т. XXX. Пищепромиздат. 1952. С. 74–96.
- Морозова П.Н. 1956. Лещ Ладожского озера // Известия ВНИОРХ. Т. XXXVIII. С. 136–142.
- Невядомская П.С. Биология леща озер Нарочанской группы // Тезисы докладов. Пятая научн. конференция по изучению внутренних водоемов Прибалтики (16–20 апреля 1957) Белорусское отделение ВНИОРХ. Минск. 1957. С. 22–24.
- Никаноров Ю.И., Никанорова Е.А. Рыбы озера Селигер и их биология // Озеро Селигер и его рыбные ресурсы. Тр. Осташковского отд. ГОСНИОРХ. 1963. Т. 1. С. 70–145.
- Остроумов А.А. 1955. О возрастном составе стада и росте леща Рыбинского водохранилища // Тр. биол. ст. «Борок». М., Л.: АН СССР. Вып. 2. С. 166–183.
- Павлов П.И. Морфология леща Среднего Днепра // Тр. Инст. гидробиологии. Киев. 1948. №22. С. 14–29.

- Потапов О.И. Материалы к размножению леща в Сямозере // Тр. Карело-Финского отд. ВНИОРХ. Т. III. Петрозаводск. 1951. С. 181–187.
- Сабанеев Л.П. Рыбы России. М. 1911. 1062 с.
- Берг Л.С. Современное состояние Аральского рыбного хозяйства // Изв. отд. прикл. ихт. 1926. Т. V. Вып. 1. 165 с.
- Тихий М.И. Наблюдение над икрометанием весеннее-нерестующих рыб // Известия ВНИОРХ. 1939. Т. XXI. С. 65–80.
- Троицкий С.К. Материалы к оценке состояния Азово-донского леща // Работы Доно-Кубанской научной рыбохозяйственной станции. 1935. Вып. 3. 48 с.
- Халько В.В., Таликина М.Г. Сравнительная характеристика преднерестового состояния гонад репродуктивных изолятов фитифильных рыб Рыбинского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 1993. Т. 33. № 2. С. 241–247.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. 1959. 164 с.
- Шатуновский М.И. Эколого-физиологические подходы к периодизации онтогенеза рыб // Экологические проблемы онтогенеза рыб: физиолого-биохимические аспекты. 2001. С. 13–19.
- Шатуновский М.И., Дребудзе Ю.Ю., Бобырев А.Е., Соколова Е.Л., Усатый М.А., Крепис О.И., Усатый А.М., Чебану А.С. Некоторые закономерности изменчивости структуры и динамики популяций леща *Abramis brama* водоемов Восточной Европы // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49. № 4. С. 497–507.
- Ширкова А.П. Лещ Псково-Чудского водоема // Известия ГОСНИОРХ. 1974. Т. 83. С. 89–100.
- Golovanov V. K. The Ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior on fish // Journal of Ichthyology. 2006. Vol. 46, Suppl. 2, pp. S180–S187.

**СВЯЗЬ РАЗМЕРНО-МАССОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
СЕГОЛЕТОК ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS* (L.) С
СОДЕРЖАНИЕМ КАТИОНОВ В ТЕЛЕ РЫБ**

А.С. Маврин, В.И. Мартемьянов

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии внут-
ренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия,
mavr_as@mail.ru*

Показано, что у самок и самцов плотвы в преднерестовый период существует зависимость между содержанием основных катионов в позвонках, чешуе и зрелостью гонад (Маврин, Мартемьянов, 2010). Работами В.В. Васнецова (1934, 1953), Г.В. Никольского (1947), Г.Н. Монастырского (1949), Т.Ф. Дементьевой (1952) было установлено, что время наступления половой зрелости у большинства видов рыб обычно связано с достижением определенных размеров и зависит от их скорости роста. Б.В. Кошелев (1971) приходит к выводу, что скорость полового созревания не имеет прямой связи ни с возрастом, ни с длиной, ни с массой особи, а прямая связь может быть только частным случаем стабильных условий среды. Это подтверждают последние сравнительные исследования широкоареального вида – леща (Шатуновский и др., 2009), в которых показано существование карликовых популяций с низким темпом роста и половым созреванием при небольших размерах рыб. Возможно, половое созревание рыб, происходящее при разных размерах рыб, связано не только с накоплением жира, но и минеральных компонентов в различных депо организма и в частности в скелете рыб. В этом случае размеры рыб будут показывать опосредованную связь с половым созреванием, а скорость накопления ионов в организме непосредственно будет определять время наступления половой зрелости. Можно предположить, что даже при медленном соматическом росте рыб ионные транспортные системы в конечном итоге обеспечат определенную минерализацию костной ткани и создадут внутри организма благоприятные условия для полового созревания рыб.

Экспериментальными исследованиями показано, что рост рыб зависит от количества доступной пищи и различных абнотических факторов, оказывающих на него непосредственное влияние. Так повышение содержания в воде ионов кальция и магния при избытке пищи ускоряет рост сеголеток леща (Маврин и др. 1992), а накопление Са мальками карпа интенсивнее в воде с высокой его концентрацией (Русанов, 1974). Установлено, что преобладает прямое

поглощение кальция из воды через жабры, несмотря на его поступление с пищей, (Berg, 1970).

Аккумуляция кальция, магния, натрия и калия влияет на процесс минерализации костей. Поскольку до 90% минеральных ионов поступает в организм рыб непосредственно из воды через жабры (Krogh, 1939; Fleming, 1973; Simkiss, 1974; Виноградов, 2000), то исходя из вышесказанного, оссификация костных тканей и рост рыб должны быть взаимосвязаны. Самый большой относительный прирост тела у рыб происходит в первый год жизни, когда формируются основные жизненно важные системы организма. Однако до сих пор остается неизвестным, есть ли связь между размерами рыб и накоплением ионов в их теле в этот период в природных условиях?

Целью работы явилось определение содержания катионов в организме сеголеток плотвы в зависимости от размера и массы рыб.

Материалом для работы послужили сеголетки плотвы, пойманные в нижнем (устье) и верхнем (51.8 км и 23.6 км от устья) течении р. Сить и Ильдь (Брейтовский и Некоузский районы Ярославской области) 9 сентября 2009 года. В верхнем течении р. Ильдь было поймано 11 экз, в устье – 21 экз рыб. В верхнем течении р. Сить – 6 экз., устье – 20 экз. У рыб измеряли длину тела (L) – с помощью штангенциркуля (точность 0.1 мм); массу тела (m) с внутренностями – с помощью весов ВТ-500 (точность 1 мг) и ($m > 500$ мг) – с помощью весов ВЛКТ-500 (точность 0.01 г). За динамикой натрия, калия, кальция и магния в обеих реках в течение всего периода роста рыб вели наблюдения – отбирали пробы воды 1 раз в 18 дней. Озольнение тела рыб, определение содержания ионов в пробах проводили по ранее описанной методике методом пламенной спектрофотометрии (Мартемьянов, 1992). Общую минерализацию воды определяли кондуктометрическим методом (Хлебович, 1974). Концентрация ионов в теле рыб выражали в ммоль/кг сырой массы ткани. Связь между длиной, массой рыб и содержанием ионов в их теле определяли с помощью метода ранговой корреляции Спирмена (R_s). Данные обработаны статистически с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel 2003, Statistica 6.0. Результаты представлены в виде средних и их ошибок. Оценка достоверности проведена для уровня вероятности $P=0.05$ по U-критерию Манна-Уитни.

Проведенные исследования показали, что длина и масса, а также содержание натрия, кальция, магния в теле сеголеток плотвы из верхового участка р. Сить были достоверно больше, чем у других исследованных рыб (рис. 1). Наименьшие размерно-массовые пока-

затели и содержание катионов в теле имели сеголетки плотвы из верховьев Ильди.

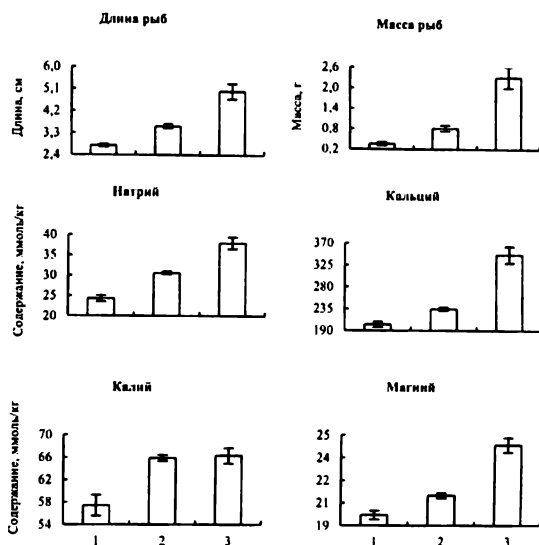


Рис. 1. Размерно-массовые характеристики сеголетков плотвы и содержание катионов в теле рыб. По оси абсцисс – станции отбора проб: 1 – 23.6 км от устья р. Ильдь, 2 – устье р. Ильдь и Сить, 3 – 51.8 км от устья р. Сить.

Мы объединили выборки из устьевых участков р. Ильдь и р. Сить поскольку они имели близкие значения по длине, массе рыб и содержанию катионов в теле (рис. 1, 2). Это вероятно, связано с тем, что устья рек находятся в зоне подпора вод Рыбинского водохранилища. Поэтому в летнюю межень гидрологический режим здесь имеет сходный характер, а вода мало отличается по минеральному составу и минерализации (Безлер, 1963). Наши данные по средним значениям общей минерализации воды подтверждают это. Так в устье Сити за период наблюдений она была 128.1 ± 13.5 мг/л, в устье Ильди – 126.9 ± 11.3 мг/л. В верхнем течении Ильди колебания минерализации воды были выражены больше, составляя 157.7 ± 26.1 мг/л, в отличие от верховьев Сити – 154.1 ± 10.8 мг/л.

Низкое содержание калия в теле рыб из верховьев р. Ильдь может быть вызвано угнетением ионного транспорта, вследствие антропогенного загрязнения или влияния других факторов.

Аккумуляция ионов зависит от процессов ионной и осмотической регуляции (Виноградов, 2000). Наряду с поглощением ионов происходит и их потеря, которая может быть вызвана различными причинами. Например, присутствие в воде тяжелых металлов (Al^{3+}) увеличивает потери кальция из организма рыб (Виноградов, 2000). На кинетику кальция влияет содержание магния в воде (Виноградов, Комов, 1987), чем больше магния в среде, тем меньше абсорбция кальция. Недостаток поступления кальция снижает рост мальков вследствие замедления минерализации скелета (Бодрова, Краюхин, 1962). Угнетение обмена кальция между организмом и средой происходит при концентрациях аммония в воде 0.25–0.5 ммоль/л (Виноградов, 1988), а его концентрации – 0.29–2.14 ммоль/л (Турстон, 1981) нарушают не только обмен кальция, но и натрия и калия.

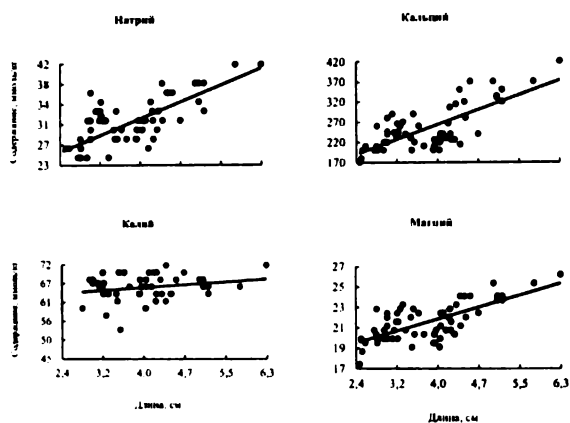


Рис. 2. Связь между длиной сеголеток плотвы и содержанием ионов в их теле. Сплошная линия – линия тренда.

При изменении ионного состава воды, ацидификации и других факторов происходят морфофункциональные адаптивные перестройки проницаемости жаберного эпителия рыб (Матей, 1996).

Нами установлено, что содержание калия и натрия в воде реки Ильдь в 1.6 и 1.5 раза соответственно выше, чем в реке Сить. Вода этих рек отличается по соотношению ионов. В верховьях р. Сить $K:Na:Ca:Mg$ равно 1:6:42:11 соответственно, в то время как в р. Ильдь 1:5:21:7. Для объединенных данных по устью р. Сить и Ильдь это соотношение было 1:4:30:9. Необходимо отметить снижение доли кальция и магния в воде р. Ильдь и минимальное отношение Ca/K и Mg/K в верховьях реки.

Разница в условиях обитания отразилась на размерах сеголеток плотвы, увеличив разнокачественность изучаемых показателей. Длина рыб варьировала в пределах 2.5–6.3 см, а масса 0.2–3.9 грамма.

На основании литературных и наших данных можно предположить, что различия в размерах сеголеток плотвы и содержании катионов в организме рыб из разных участков рек это результат действия комплекса факторов на проницаемость и ионную транспортную систему рыб.

С целью определения связи между накоплением в теле катионов и длиной сеголетков плотвы был посчитан коэффициент ранговой корреляции Спирмена (R_s) для объединенной выборки четырех станций. Между длиной рыб в первый год жизни и содержанием натрия, кальция и магния в теле установлена прямая связь средней силы ($R_s=0.66, 0.62, 0.62$) (рис. 2).

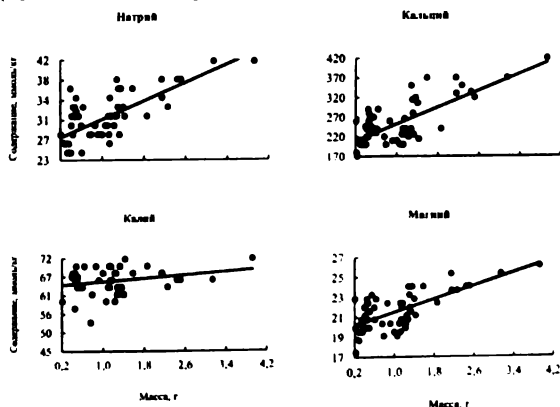


Рис. 3. Связь между массой сеголеток плотвы и содержанием ионов в их теле. Сплошная линия – линия тренда.

Для калия эта связь выражена слабо ($R_s=0.45$). Нам представляется, что сила связи между размерами рыб и накоплением может меняться в исследованных участках рек в разные годы. Сила связи может быть обусловлена развитием кормовой базы. Прямая сильная связь может проявиться при безлимитном пищевом ресурсе на фоне прочих благоприятных условий. В других случаях могут возникать различные вариации связи между размером сеголеток рыб и накоплением катионов в их теле.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (R_s) был рассчитан также для определения связи между массой и накоплением катионов в теле. Между массой рыб в первый год жизни и содержанием натрия, кальция и магния в теле установлена прямая связь средней силы ($R_s=0.64, 0.58, 0.59$) (рис. 3). Для калия эта связь выражена слабо ($R_s=0.44$).

Таким образом, установлена положительная связь средней силы между размерно-массовыми показателями сеголеток плотвы и накоплением натрия, кальция, магния в теле рыб и слабая связь с накоплением калия. Рост молоди рыб в первый год жизни тесным образом связан со способностью организма извлекать из среды жизни важные катионы и накапливать их в различных тканях. Чем выше развита эта способность, тем быстрее рост особи. Вещества или факторы, блокирующие транспорт ионов или увеличивающие проницаемость могут снижать поступление ионов в организм. И, наоборот, усиливающие транспорт и снижающие проницаемость будут увеличивать накопление, способствовать нормальной минерализации костной ткани. С помощью таких факторов можно управлять процессом оссификации и роста рыб. Увеличение размеров рыб зависит от сбалансированного поступления в организм минеральных и органических веществ. Вероятно, что меньшие размерно-массовые характеристики сеголеток плотвы из верховьев р. Ильдь это результат лимитирующего действия кормовых условий, различий в гидрохимическом составе речных вод, оказывающих отрицательное влияние на транспорт ионов из воды в организм, на поступление ионов с пищей по трофической цепи, и возможно, негативного воздействия сточных вод пос. Новый Некоуз.

Список литературы

Безлер Ф.И. Сезонные изменения химического состава вод Рыбинского водохранилища // Тр. Ин-та биол. водохр. 1963. Вып. 5(8). С. 329–350.

- Бодрова Н.В., Краюхин Б.В. Про значение кальция для молоди карпа // Деяки питания физиологии травления та обмин реговин у рыб. Киев. Вид-во. АН УССР. 1962. С. 54–67.
- Васнецов В.В. Опыт сравнительного анализа линейного роста семейства карповых // Зоол. журн. 1934. Т.13. № 3. С. 540–584.
- Васнецов В.В. О закономерностях роста рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. 1953. С. 218–226.
- Виноградов Г.А., Комов В.Т. Обмен катионов у карася в средах с различным ионным составом // Физиол. журн. 1987. Т. 73. № 7. С. 986–989.
- Виноградов Г.А. Процессы ионной регуляции у пресноводных рыб и беспозвоночных. М.: Наука. 2000. 216 с.
- Виноградов Г.А. Процессы ионной регуляции у пресноводных костистых рыб // Структура и функционирование пресноводных экосистем. Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР. Л.: Наука. 1988. Вып. 55(58). С. 164–197.
- Дементьева Т.Ф. Рост рыб в связи с проблемой динамики численности // Зоол. журн. 1952. Т. XXXI. Вып. 4. С. 634–637.
- Кошелев Б.В. Некоторые закономерности роста и времени первого икрометания у рыб // Закономерности роста и созревания рыб. М.: Наука. 1971. С. 186–218.
- Маврин А.С., Виноградов Г.А., Лапирова Т.Б., Ершов И.Ю., Микрякова Т.Ф. Влияние кальция, магния и тяжелых металлов на молодь леща *Abramis brama* L. Результаты исследований // Биология вн. вод: инф. бюлл. СПб. Наука. 1992. № 91. С. 45–50.
- Маврин А.С., Мартемьянов В.И. Содержание ионов натрия, калия, кальция, магния в позвонках и чешуе плотвы *Rutilus rutilus* L. в зависимости от зрелости гонад // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Т. 1. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2010. С. 140–145.
- Монастырский Г.Н. О типах нерестовых популяций рыб. // Зоол. журн. 1949. Т. 28. № 6. С. 535–545.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищевая пром-сть. 1947. 447 с.
- Русанов В.В. Влияние ультрафиолетовых лучей на рост и обмен кальция у мальков карпа // Изв. ГОСНИОРХ. 1974. Т.92. С. 141–144.
- Турстон Р.В. Факторы влияющие на токсичность аммиака для рыб // Матер. III сов.-амер. симпоз. Теоретические вопросы водной токсикологии. Л.: Наука, 1981. С. 104–120.

- Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974. 236 с.
- Шатуновский М.И., Дгебуадзе Ю.Ю., Бобырев А.Е., Соколова Е.Л., Усатый М.А., Крепис О.И., Усатый А.М., Чебану А.С. Некоторые закономерности изменчивости структуры и динамики популяций леща *Abramis brama* водоемов Восточной Европы // Вopr. ихтиологии. 2009. Т. 49. № 4. С. 497–507.
- Berg A. Studies on the metabolism of calcium and strontium in fresh-water fish. II. Relative contribution of direct and intestinal absorption in growth conditions. Mem. Ist. ital. Idrobiol. 1970. V. 26. P. 241–255.
- Fleming W. R. Electrolyte metabolism of teleosts, including calcified tissues. In Chemical Zoology, New York: Academic Press. 1973. Vol. VIII. P. 471–508.
- Krogh A. Osmotic Regulation in Aquatic Animals. Cambridge University Press. 1939. 242 p.
- Simkiss K. Calcium metabolism of fish in relation to ageing // The ageing of fish: Proceedings of an Int. Symp., 19–20 July, 1974. P. 1–12.

**ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ
БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ (*COREGONUS MIGRATORIUS*)
ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

А.М. Мамонтов

*Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия,
mamontov@lin.irk.ru*

Введение. Ихтиофауна Байкала – достаточно мощный источник рыбопродукции. Промысел рыбы в озере, расположенном в зоне слабо развитого земледелия обеспечивал устойчивое существование населения. Вылов подразделялся на неучтенный – для местного потребления (без включение в статистические сведения) и на товарный – учтенный статистикой [4]. С ростом численности населения, интенсивности промысла и с развитием транспорта учет общего вылова становился все более затрудненным. С 1955-гг. неучтенная доля вылова превысила товарный. Такая особенность распределения улова рыбы не позволяла оценить промысловую емкость Байкала и вела к дезориентации в планировании промысла.

История рыбного хозяйства на Байкале насыщена чрезвычайными событиями. Известны «три критических периода»: в 1850–1870, 1895–1910 и с середины 1960-х годов [26]. На первых этапах развития промысла сокращение численности омуля связывалось с чрезмерным выловом нерестовых стад. Рыбные промыслы были дезорганизованы. Но последняя «депрессия» развивалась при благоприятных условиях водности и под контролем научных организаций. В 1940–1950-е гг. вылов омуля так же достигал близкого к предельно возможному его значению (11 тыс. т), известному по первому этапу освоения Байкала. Однако подрыва запасов не произошло. Допустимый вылов определялся нижними пределами возможного максимального вылова. Но в 1960-х годах товарные уловы стали быстро снижаться (до 1 тыс. т в 1968 г.), и промысел был прекращен на 5 лет (1969–1975 гг.). В это годы численность омуля была повышенной. В 1962–1964 гг. (при подъеме уровня плотинной Иркутской ГЭС) рождались многочисленные поколения, которые (при одновременном увеличении размера ячей в орудиях лова) сформировали в 1967 и в 1973 гг. самые мощные нерестовые стада. Рыбопромысловая статистика в этот период не отражала не только фактических величин вылова, но и направленности их изменений [3, 6]. Следовательно, запрет на лов омуля надо рассматривать не как следствие перелова, а, прежде всего, как необходимое мероприятие для упорядочивания промысла. Понятие «депрессии» числен-

ности омуля не может быть применено к этому периоду. В дальнейшем был утвержден лимитированный вылов на основе научно-промысловой разведки запасов рыбы в районах промысла.

В конце 1960-х годов ихтиомасса омуля определялись в 10–20 тыс. т., в 80-х – на уровне 28 тыс. т, равном ее величинам в 1940–1950-х годах, с 1990-х гг. – в пределах 20.5–26.4 т. т. [2, 20, 22].

Общий вылов омуля в 1940-е годы достигал 10–12 тыс. т [4, 18]. Такие уловы в условиях Байкала не могли быть обеспечены продукционной способностью омуля массой в 28 тыс. т. Предельное усиление промысла в военное время не подорвало запасов рыбы. В 1950-х гг. общие уловы были столь же велики. В среднем с 1938 по 1965 гг. они составляли около 8.0 тыс. т. [7, 10]. Промысел в 1950-х годах находился в соответствии со способами лова и с масштабом воспроизводства [17]. Среднегодовая величина добычи омуля в 1930–1950-е гг. «выражала собой среднегодовое состояние основного промыслового запаса омуля в Байкале», соответствующее сложившимся экологическим условиям воспроизводства и нагула омуля [5].

По другим данным [1.6] среднегодовые значения биомассы омуля определены в 40–50 тыс. т.

Требовалось подтверждение одной из столь различных оценок его биомассы, или примерного уровня этих значений. Такая возможность появилась с применением гидроакустических средств измерений в рыбохозяйственных исследованиях.

Гидроакустическая оценка ресурсов байкальского омуля. Вся толща Байкала населена рыбами. Но энергетические свойства омуля с точки зрения акустики облегчают его идентификацию на фоне беспузырных рыб [14]. Численность же других видов, выявляемых гидроакустическими средствами на глубинах свыше 50 м невелика. Влияние «шумовых» эффектов (выходы метана) устраняются их контрастностью. В результате уже на экране монитора можно наблюдать в целом всю зону обитания омуля.

Первые работы в этом плане были выполнены в 1989 гг. Лимнологическим институтом СО РАН и НТК «Эхо» (г. Петрозаводск) [21]. Исследования включали всю акваторию Байкала. Результаты имели большое значение в связи с новыми знаниями о распределении омуля, а метод учета рыбы определен как тралово-акустический. Но, установленная ихтиомасса омуля в 26–33 тыс. т. и численность, соответственно, в 300 и 265 млн. особей не решили вопроса.

Не могли быть приняты и результаты исследований в 1995, 1996 и 1998 гг., определявших биомассу в 13.4–12.1 тыс. т. [15, 16]. Общий вылов свидетельствовал о ее больших величинах [9, 14].

В 2003 г. с 27 мая по 9 июня подобные исследования были выполнены совместными усилиями Лимнологического института и лаборатории промышленной гидроакустики ВНИРО с участием ЗАО «Экспериментально-конструкторское бюро «МариНПО» по использованию тралового зонда ТУЗ-«ЭХОТЕРМ», позволяющего проводить прицельные ловы в пелагиали. Использовались: эхолот EY-500 Simrad с буксируемой антенной (Split Beam); частота – 70 кГц; система навигации GPS фирмы Trimble Navigation (США).

Запасы омуля на 57% (1.8 млн. га) акватории озера (работы были прерваны) определены в 87.1 тыс. т. численность в 450 млн. особей [11]. Такие результаты для многих исследователей оказались неожиданными.

В 2007 г. исследования проводились при участии сотрудников Лимнологического института СО РАН, ОАО «Востсибрыбцентра» (г. Улан-Удэ), ООО «ПромГидроакустика» г. Петрозаводск и Калининградского госуд. техн. университета. Биомасса, рассчитанная тралово-акустическим методом и с учетом данных Востсибрыбцентра, составила, соответственно 17.4 и 22.0 тыс. т. [15]. Эти расчеты еще более дистанцировали представления о запасах омуля.

В связи с этим было проведено сравнение оценок биомассы омуля в 2003 г. с примерно близкими между собой значениями, полученными в другие годы [15]. На основе этих оценок результаты съемки в 2003 г. были признаны как «экстраординарные», требующие проверки. Эти выводы вошли и в монографию [16] по гидроакустическому учету ресурсов байкальского омуля. В свою очередь подробное описание выполненных работ позволило оценить соответствие ихтиомассы общим уловам омуля [8, 9, 10]. Они частично обобщены в материалах совещания в 2010 г. [14], но, вероятно, не были доступны для широкого ознакомления (тираж 100 экз.).

Результаты исследований в 2003 г. Наблюдения проведены на акватории с глубинами более 50 м и лишь sporadично на мелководьях с глубинами до 20 м для наблюдения за формированием плотных скоплений, но они в расчеты не были включены. Средние и северные участки Северного Байкала остались не исследованными. Трудно распознаваемые скопления омуля были отловлены и включены в общий состав омулей [11, 13]. Расчеты численности и биомассы были приняты как и при тралово-акустической съемке омуля в 1989 г. [21] – («по хвостам») с учетом разности частот эхолотов. Сила цели омуля все еще не была точно установлена, но при отлове отдельных скоплений в пелагиали ее принятые значения были близкими расчетным.

Если в расчет включить рыб из северных не обследованных районов (где преобладает прибрежно-пелагический омуль) – около 11% ихтиомассы омуля [21] и рыб склоновой зоны (количественная оценка которых затруднена), то все стадо составит около 100 тыс. т. С учетом поправок в размерах рыб в траловых ловах ихтиомасса всего стада в районах обследования оказалась меньшей величины – 74.5 тыс. т, или 80–90 тыс. т. для всего Байкала. При этом установлена низкая численность особей в возрасте 1–3 года [12]. Это могло свидетельствовать о недоучете или о периодичности в урожайности поколений. Численность младших групп была «восстановлена» по возрастному составу взрослых рыб [по:27]. Полученная теоретическая кривая весьма точно соответствует экспоненте (рисунок). Ихтиомасса стада, рассчитанная по полученной экспоненте, составила 50 тыс.т. (или около 55–60 тыс.т. для всего Байкала) [12]. Она оказалась близкой к ее среднемноголетней величине [1.6].

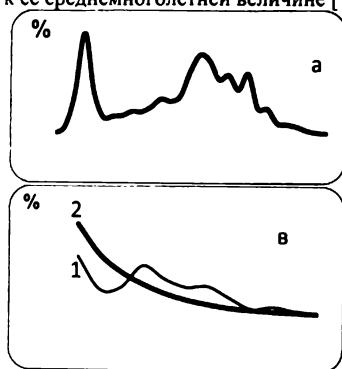


Рис. «а» – размерный (АД, мм) и «в» – - возрастной составы омуля в уловах тралом в 2003 г. 1- возрастной состав,%, 2 – экспонента «восстановленного» возрастного ряда [по: 27].

Экспонента отражает годовую убыль поколений, а, следовательно, применима для расчетов динамики численности и ихтиомассы во времени. Такой анализ возможен для периода, когда в составе стада сохраняются достаточно многочисленные поколения, отмеченные в 2003 г. Расчеты даны ранее [9]. Количество особей в возрастах 1–3 года в 2003 г. было меньшим, чем в 1996–1999 гг. в 3–6 раз. Такая «деформированность» возрастного состава, предполагала снижение величины стада и уловов по мере вступления малочисленных поколений в промысел. По этим же расчетам, при

условии неизменности общей убыли и пополнения, ихтиомасса омуля к 2008 г снижалась до 46–50 тыс. т., численность до 370 млн. особей. Возможный вылов составлял около 1/10 ихтиомассы. Ученные уловы в последние годы так же неуклонно снижались [20]. Полученные данные свидетельствовали о больших (до 200%) колебаниях численности при одновременном ограничении накопления биомассы стада омуля в связи с изменениями роста рыб. В тоже время ихтиомасса оказалась близкой расчетной при возможных уловах в 4–5 тыс. т. в последние годы [8, 9, 10].

Для 1950-х годов расчет выполнен для прибрежных и пелагических рыб. За основу принята численность рыб в уловах средневозрастных групп («равна – близка» их убыли от естественной смертности). Ученный вылов омуля составлял около 5.3 тыс. т., общий – около 10 тыс. т. [18]. Учитывая состав уловов [17], общее стадо омуля составляло около 350 млн. особей массой около 50–55 тыс. т. Общий вылов при быстром в те годы росте рыб определится в 15–20% ихтиомассы. Ввиду приближенности значений общего вылова ихтиомассу омуля, включая глубоководных рыб, можно определить в 55–60 тыс. т. Отсюда, величина стада в 2008 г приблизилась к ее значению в 1940–1950-е годы, когда жирность рыб была высокой и в их рационе бычковые рыбы занимали значительную долю [19]. То есть намечается возможность оценки емкости экологической ниши омуля в ее оптимальном варианте.

По оценке Востсибрыбцентра (г. Улан-Удэ) ихтиомасса омуля в 1990–2005-е гг. определялась в 20.5–26.3 тыс. т, а общий допустимый вылов (ОДУ) в 2.5–3.3 тыс. т., но в учтенном промысле и этот вылов не был реализован [20]. Неучтенный улов экспертно и «по самой скромной» оценке принят больше учтенного вылова на 30–50% [24]. Эта величина близка разности ОДУ и фиксированного вылова. «Но существует еще браконьерский лов», снижающий численность нерестовых стад в р. Баргузин, речках Посольского сора и р. Селенга до 5–25% их состава [18, 23, 24, 25].

На научно-практической конференции в Улан-Удэ в 2008 г. были представлены результаты по гидроакустическим съемкам на основе гидроакустических комплексов «АСКОР-2» (СевНИИРХ, г. Петрозаводск) с применением эхолота Fugino с рабочей частотой 50 кГц, учитывающего рыб до глубин 60 м и 200 кГц – с максимальной глубиной регистрации отдельных целей до глубин 250 м [24]. Следовательно, не учитывались рыбы склонов, Южного Байкала и открытой пелагиали до глубины 350 м. Однако отмечено, что учетные работы «в целом адекватно отражают численность и

распределение омуля». Но рыбы при увеличении численности увеличивают зону своего распространения, при уменьшении они распределяются в наиболее оптимальных местах. Отсюда близкая численность особей в зонах их обычного обитания сравнительно мало изменяется и, следовательно, адекватен и вывод об относительном постоянстве общих показателей численности и биомассы на фоне их значительных изменений в водоеме.

До настоящего времени, практически за 70 лет промысла биомасса омуля неизменно занижалась до уровня (10) 20–30 тыс. т. при колебаниях учетного вылова от 1 до 10 тыс. т. В результате многие биологические особенности омуля в эти годы не объяснены, а прогнозы возможных уловов не оправдывались.

Заключение. К одной из вероятных причин расхождения оценок биомассы омуля определилось разным учетом скоплений, не распознаваемых по одиночным объектам.

Не всегда соблюдался контроль размерного состава рыб, полученного на основе акустического сигнала.

В процессе анализа авторы часто опирались на данные рыбопромысловой статистики с недостаточно значимой экспертной поправкой на неучтенную величину вылова.

Приведенные расчеты биомассы стада омуля в 2003 г. позволяют нам сделать вывод, что оценка ресурсов омуля на основе тралово-акустических исследований по методическим условиям 2003 г. имеет основание считаться достаточно точной и перспективной. Она впервые подтвердила расчетные соотношения вылова и ихтиомассы стада и позволила с большей уверенностью считать омуля важнейшим промысловым объектом в настоящее время.

Список литературы

- Байкал: Атлас / РАН СО Межвед. науч. совет по программе «Сибирь» М. 1993. 140 с.
- Калягин Л.Ф., Афанасьев Г.А., Войтов А.А., Майстренко С.Г., Соболев В.И., Шулев В.В. Совершенствование организации промысла омуля в бассейне озера Байкал // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. 1984. Вып. 211. С. 49–58.
- Картушин А.И. К вопросу об изменении численности байкальского омуля, промысловом возврате и обеспеченности кормами // Труды ВостСибрыбНИИпроекта. Т. 1. Вып. 2. Рыбы и рыбное хозяйство Восточной Сибири. Улан-Удэ: Бурятское кн. изд-во, 1980. С. 3–30.
- Кожов М.М., Спелит К.К. Динамика добычи рыбы в Байкале и его Бассейне // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Иркутск: Иркутское книжн. Изд-во, 1958. С. 504–525.

- Краснощёков С.И. Биология омуля озера Байкал. М.: Наука, 1981. 144 с.
- Мамонтов А.М. Ихтиоценозы Байкала, их структура и динамика продуцирования // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. Новосибирск: Наука, 1977. С. 263–288.
- Мамонтов А.М. К оценке критических периодов в развитии рыбного хозяйства на Байкале // Материалы XIII научного совещания географов Сибири и Дальнего Востока, т. 2. Иркутск: Издат. Института географии им В.Б. Сочавы СО РАН, 2007. С. 76–77.
- Мамонтов А.М. Динамика общего вылова байкальского омуля в годы ученого промысла // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке. Материалы Всеросс. Конф. С междунар. Участием, посвященной 100-летию Енисейской ихтиологической лаборатории (ФГНУ «НИИЭРВ»). Красноярск. 2008. С. 193–196.
- Мамонтов А.М. Динамика величины стада и возможного вылова байкальского омуля // Современное состояние водных биоресурсов. Материалы международной конференции. Новосибирск: «Агрос», 2008. С. 156–160.
- Мамонтов А.М. Оценка общих уловов омуля в озере Байкал // География и природные ресурсы. 2009. № 1. С. 75–80.
- Мамонтов А.М., Смирнова Н.С., Бондаренко В.М. и др. Численность и биомасса омуля по материалам тралово-акустической съемке на Байкале в 2003 г. // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами. Тезисы Международной конференции. Улан-Удэ (Россия) – Улан-Батор (Монголия), 1–8 сентября 2004 г. В двух томах. Улан-Удэ: Издат. Бурятского научного центра СО РАН, 2004а. Т. 1. С. 161–162.
- Мамонтов А.М., Смирнова Н.С., Ханаев И.В. и др. Размерно-возрастные характеристики и распределение омуля по материалам тралово-акустической съемки на Байкале в 2003 г. // Там же. Т. 1. С. 162–163.
- Мамонтов А.М. Смирнова-Залуми, Сороковиков А.В., и др. К вопросу об идентификации плотных скоплений омуля при акустических исследованиях на Байкале // Гидроакустические исследования на внутренних водоемах. Материалы докладов Всероссийской конференции. Борок: ООО «Принтхаус», 2008. С. 45–50.
- Мамонтов А.М., Сороковиков А.В., Попов С.В., Бондаренко В.М., Горин А.Н., Баранов В.И. Сравнительная оценка величины стада байкальского омуля по данным тралово-акустических и научно-промысловых исследований. Там же. С. 50–59.

- Мельник Н.Г., Дегтев А.И., Соколов А.В., и др... Гидроакустическая оценка распределения омуля *Coregonus migratorius* в озере Байкал в мае – июне 2007 г. для определения его запасов // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона. Сб. докл. научно-практ. конф. 10–12 июля 2008 г. Улан-Удэ: Издательский Дом «ЭКОС», 2008. С. 68–72.
- Мельник Н.Г., Смирнова-Залуми, Смирнов В.В. и др. Гидроакустический учет ресурсов байкальского омуля. Новосибирск. 2009. 243 с.
- Мишарин К.И. Байкальский омуль // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Иркутск: ОГИЗ, 1958. С. 130–287.
- Попов П.В. Материалы по неучитываемому официальной статистикой рыболовству в водоемах бассейна озера Байкал // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. Иркутск: ОГИЗ, 1958 С. 526–559.
- Потакуев Я.Г. Питание и пищевые взаимоотношения планктоноядных рыб оз. Байкал. Автореферат канд. дис. Иркутск. 1954. 14 с.
- Рыбы озера Байкал и его бассейна / Н.М. Пронин, А.Н. Матвеев, В.П. Самусенко и др. Улан-Удэ: Издательство Бурятского научного центра СО РАН, 2007. 284 с.
- Сиделева В.Г., Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Мамылов В.С., Немов В.И., Пушкин С.В. Оценка ресурсов байкальского омуля гидроакустическим методом // Рыбное хозяйство. № 6. 1996. С. 37–38.
- Смирнов В.В., Шумилов И.П. Омули Байкала. Новосибирск: Наука, 1974. 160 с.
- Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона. Сб. докл. научно-практ. конф. 10–12 июля 2008 г. Улан-Удэ: Издательский Дом «ЭКОС», 2008. 112 с.
- Соколов А.В., Калягин Л.Ф. Методические аспекты рыбохозяйственного мониторинга состояния запасов байкальского омуля // Там же. С. 95–96.
- Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля. Ред. А.В. Соколов и С.М. Семенченко. Санкт-Петербург: ООО «ИП Комплекс», 2001. 101 с.
- Тюрин. П.В. О причинах снижения запасов байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) и неотложных мерах по их восстановлению // Вопр. ихтиол. 1969. Т. 9. Вып. 5. С. 782–797.
- Тюрин П.В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства // Изв. Госуд. н.-и. ин-та озern. и речн. рыбн. хозяйства (ГосНИОРХ). 1972. Т. 71. С. 71–127.

ЗАВИСИМОСТЬ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ВИДА ОТ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЫБ

В.И. Мартемьянов

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия,
martem@ibiw.yaroslavl.ru*

Рыбопродуктивность того или иного вида в ряду поколений зависит от условий среды, которые оказывают влияние на физиологическое состояние производителей и ювенильных особей. При оптимальных и благоприятных условиях реализуются физиологические процессы, обеспечивающие созревание гонад и рост организмов. Неблагоприятные и экстремальные факторы вызывают в организме физиологическое состояние, задерживающее либо останавливающее созревание и рост полностью. Связь между продукционными (ихтиологическими) показателями и разными типами физиологического состояния рыб представлена на рис. 1.

Актуальной задачей является выявление критериев, отражающих разные типы физиологического состояния организма рыб. По состоянию рыб можно судить об условиях среды и на основе этого составлять прогноз и осуществлять те или иные мероприятия для улучшения ситуации в случае необходимости.

В вегетационный период при хороших условиях организм рыб растет, а у производителей дополнительно осуществляется процесс созревания гонад. Неблагоприятные и экстремальные ситуации тормозят рост и воспроизводительную функцию, приводя в конечном итоге к снижению рыбной продукции.

Существующие методики на основе регистрирующих структур, таких как чешуя, позвонки, отолиты и другие, реконструируют с помощью различных уравнений значения длины и массы тела для описания линейного и весового роста в прошлом. Измерение длины и массы тела рыб за какой-либо промежуток времени позволяет рассчитать приросты, имеющие отношение также к прошедшему периоду. Однако для оценки ситуации в вегетативный период очень важно знать: растет ли организм рыб в конкретный момент времени или нет.

Голодание, на фоне остальных благоприятных факторов среды, приводит к задержке роста и созревания рыб. При этом происходит увеличение количества воды в различных тканях организма.

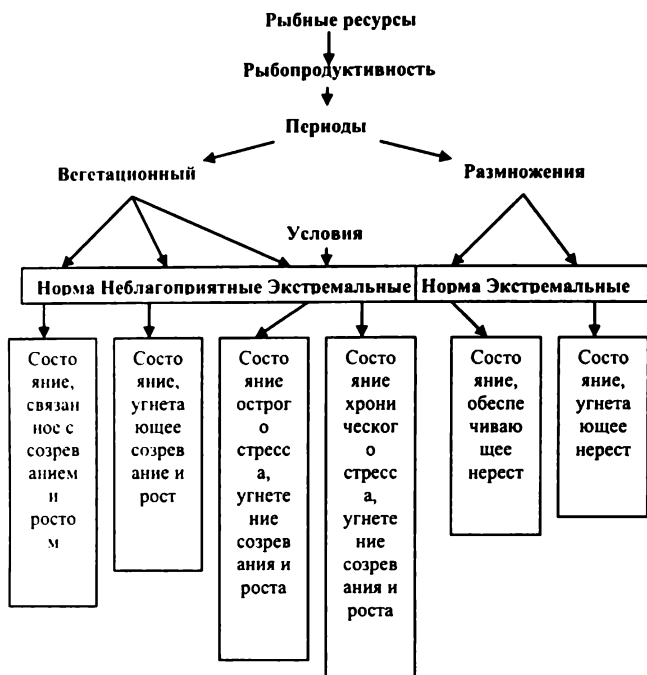


Рис. 1. Зависимость ихтиологических показателей от различных типов физиологического состояния рыб.

Нами было показано (Мартемьянов, 2010), что у упитанных сеголетков карпа, акклиматизированных к различным температурам во всем диапазоне, который данный вид может переносить, проявились два разных достоверно различающихся между собой уровня поддержания воды в организме. Рыбы, находящиеся при температуре 0-18 °C, имели повышенный уровень воды в теле, составляющий $77.6 \pm 0.26\%$. Отмечается (Корнеев, 1982), что у карпов при температурах ниже 20 °C резко снижалось накопление массы, объемом потребляемой пищи и активность пищеварительных ферментов. Это коррелирует с резким снижением скорости роста карпов. Следовательно, высокий уровень воды, регистрируемый в теле рыб, акклиматизированных в области температур 0-18 °C, имеет отношение

к физиологическому состоянию, которое связано с переживанием условий среды неблагоприятных для роста организма.

У карпов, акклиматизированных в интервале температур 19–34 °С, содержание воды в теле поддерживалось на более низком уровне со значением $72.3 \pm 0.27\%$. Обобщение многолетних данных (Корнеев, 1982) позволило выявить, что интенсивный рост карпа происходил при температурах 20–33 °С. Следовательно, регистрируемый в данной зоне температур низкий стабильный уровень воды в теле карпа может быть связан с физиологическим состоянием, отражающим рост организма.

Истощенные карпы, акклиматизированные в диапазоне температур 4–28 °С, регулировали концентрацию воды в организме на более высоком относительно стабильном уровне со значением $80.1 \pm 0.14\%$. У этих рыб, находящихся при температурах выше 18 °С, не происходило уменьшения количества воды в организме, аналогичного тому, которое наблюдалось у упитанных сеголетков. То есть, в данном случае, организм истощенных рыб (состояние при котором рост невозможен), несмотря на благоприятные температуры, не переходил на другой уровень функционирования, связанный с низким содержанием воды в организме.

Два уровня поддержания воды в организме, отражающие разные типы физиологического состояния, проявляются у производителей плотвы в ходе годового цикла (рис. 2). В зимний и весенний периоды содержание воды в организме производителей плотвы поддерживалось на повышенном уровне $75 \pm 0.06\%$ (рис. 2, жирная пунктирная линия) в диапазоне 73.9–76.1% (границы отмечены тонкими пунктирными линиями).

Нерест плотвы в Рыбинском водохранилище обычно проходит в конце апреля – первой половине мая. После нереста, в пределах 1–1.5 месяца, рыбы нагуливаются, восстанавливаясь от истощения, вызванным воспроизводством. В этот период содержание воды в организме продолжает поддерживаться на повышенном уровне, указывая на отсутствие роста производителей.

После восстановления внутренних ресурсов, в начале июля наблюдался переход на другой тип функционирования с поддержанием уровня воды в организме $72.6 \pm 0.05\%$ (рис. 2, жирная сплошная линия). В редких случаях уже в июне встречались одиночные особи плотвы с низким уровнем содержания воды в организме (рис. 2, светлые маркеры). По первую декаду октября большинство особей поддерживало содержание воды в организме на низком уровне

в диапазоне 71.8–73.1% (границы выделены тонкими сплошными горизонтальными линиями относительно оси абсцисс).

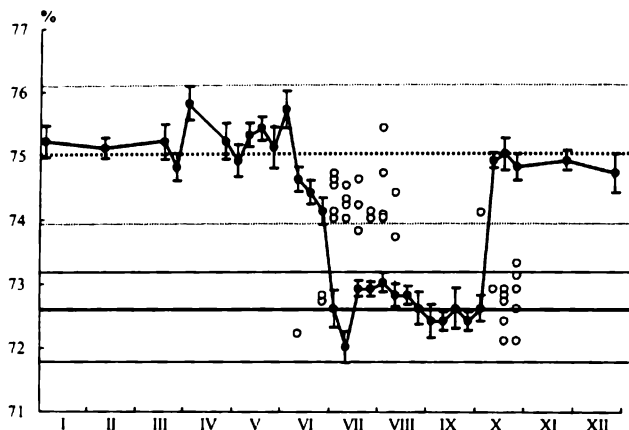


Рис. 2. Динамика содержания воды в организме производителей плотвы в ходе годового цикла. По оси абсцисс – месяцы года; по оси ординат – содержание воды.

В октябре часть производителей плотвы осуществляла переход на повышенный уровень, тогда как другие особи продолжали поддерживать низкие концентрации воды в организме. В ноябре все производители переходили на высокий уровень регулирования воды в организме.

У особей плотвы с низким уровнем содержания воды в организме наблюдался процесс созревания гонад. В летний период встречалось определенное количество особей плотвы с повышенным уровнем содержания воды в организме (рис. 2, светлые маркеры). Процесс созревания гонад у таких рыб не наблюдался. Эти производители не будут участвовать в последующем репродуктивном цикле из-за отсутствия зрелых половых продуктов. Можно полагать, чем больше будет доля, не созревающих в вегетативный период производителей, тем следует ожидать малочисленное и менее качественное последующее поколение.

Наличие в летний период особей с повышенным содержанием воды в организме и угнетенной половой функцией свидетельствует о влиянии на этих рыб неблагоприятных факторов. Показано, что

различные экстремальные воздействия вызывают стресс, оказывая неадаптивное влияние на выживаемость, рост и созревание рыб (Pickering, 1992). В связи с этим является актуальным выявление физиологических состояний у рыб, связанных с нормой, острым и хроническим стрессом.

В медицинской практике и ветеринарии, как правило, используется клинический анализ, позволяющий оценивать состояние индивидуального организма на основе знаний по диапазонам регуляции того или иного показателя, характеризующего норму реакции, полученную на здоровых особях. В научных исследованиях на животных, как правило, применяется статистический анализ. Содержание какого-либо вещества в плазме крови или тканях сравнивается между контрольными группами и выборками объекта, находящегося в различном физиологическом состоянии или подвергнутого какому-либо воздействию. Этот подход позволяет оценить направление и величину наблюдаемых сдвигов исследуемого показателя, но не дает ответа на вопрос: выходят ли зарегистрированные изменения за пределы физиологической нормы реакции? В связи с этим, центральной проблемой является определение диапазонов регуляции характеризующих собой норму реакции и пределы, связанные с отклонениями от нормы.

Для выполнения этой задачи нами было предложено осуществлять определение уровней ионов во внутренней среде и тканях животных, акклиматизированных к какому-либо фактору во всем диапазоне, который вид может перенести (Мартемьянов, 1996), изучать динамику показателей в ходе годовых циклов (Мартемьянов, 2001) и при действии экстремальных воздействий.

Проведенные исследования показали, что у рыб в зоне толерантных температур и в ходе годового цикла, уровни электролитов в плазме крови и тканях регулировались в определенных диапазонах концентраций, характеризуя собой норму реакции. Отклонения от нормы наблюдались у рыб в зоне критических температур и в период связанный с воспроизводством.

Неблагоприятные воздействия существенно сдвигают различные показатели организма животных за пределы нормы, вызывая состояние стресса. На основе продолжительности отклонений от нормы выделяют две формы стресса. Острый стресс протекает в пределах 2–3 суток. Хронический стресс продолжается более длительное время. В эксперименте проследить длительность изменений не представляет особых затруднений. В обычных (полевых) условиях продолжительность отклонения от нормы невозможно

определить, поскольку неизвестна предыстория. Необходимы критерии, которые позволяли бы отличать формы стресса у особей с неизвестной предысторией. Это возможно осуществить на основе выявления физиологических различий между двумя формами стресса.

Проведенные нами исследования показали, что при остром стрессе концентрация различных ионов в плазме, эритроцитах и тканях пресноводных рыб в пределах 1–2 суток существенно отклоняется от нормы, а затем в ходе дальнейшей адаптации восстанавливается и стабилизируется, как правило, на исходных уровнях. При хроническом стрессе содержание натрия в плазме крови рыб поддерживается на пониженном уровне, тогда как другие показатели водно-солевого обмена не отличаются от нормы. Выявленные различия позволяют оценивать норму и форму стресса у рыб в лабораторных, рыбоводных и полевых условиях и на этой основе судить о качестве среды и составлять прогноз о возможной продуктивности.

Известно, что в ряду поколений тот или иной вид рыб производит малоурожайные и высокоурожайные поколения. Этот феномен связывают с влиянием множества факторов, как биотических, так и абиотических. Нами (Мартемьянов, 1998) установлено, что качество воспроизводительной функции, обуславливающей урожайность поколений, связано с кальциевым обменом рыб.

Рядом исследователей установлено, что сезонная динамика уровня кальция в крови производителей самок пресноводных, эвригалинных и морских видов рыб имеет сходный характер и связана с овариальным циклом. Минимальные уровни кальция в плазме крови обнаруживаются у самок рыб на II стадии зрелости гонад. В период созревания яичника содержание кальция в крови поддерживается на повышенном уровне.

Замечено, что в водоемах с низкой минерализацией и pH у самок рыб во время созревания гонад содержание кальция в плазме крови сохранялось на пониженном уровне. От икры таких самок наблюдалась наибольшая смертность эмбрионов.

Нами в 1987, 1988 и 1989 гг исследовалась сезонная динамика концентрации кальция в плазме крови производителей самок плотвы. В разные годы плотва перед началом созревания яичника (II стадия зрелости гонад) поддерживала содержание кальция в плазме крови, в среднем около 2.8–3.1 ммоль/л. Повышение концентрации кальция в плазме крови во время овариального цикла наблюдалось у рыб только в 1987 г и отсутствовало у самок 1988 и 1989 гг. По

данным, любезно предоставленным нам А.С. Стрельниковым, уловы молоди плотвы Рыбинского водохранилища в осенних стандартных рейсах по годам 1988, 1989 и 1990 составили, соответственно, 21.6, 0.69, 0.59%. Плотва, у которой в 1987 г во время вителлогенеза наблюдался повышенный уровень кальция в плазме, и отнерестившаяся в 1988 г, дала более многочисленное потомство, превышающее в 31.3 и 36.6 раз таковое, полученное от рыб, созревших в 1988 и 1989 гг без повышенного уровня кальция в плазме и отнерестившихся, соответственно, в 1989 и 1990 гг. У плотвы в 1988 и 1989 гг, созревающей без повышения уровня кальция в плазме крови в последующем в течение всего лета в уловах попадались отдельные особи, которые не смогли отнереститься.

Таким образом, у самок рыб в период вителлогенеза может наблюдаться отсутствие повышения концентрации кальция в плазме крови. Это указывает на то, что производители находятся в неблагоприятных условиях, при которых во время вителлогенеза образуется некачественная икра. Ухудшение состояния производителей, качества их половых продуктов, неполноценный нерест ведет к снижению рыбной продукции. С целью контроля состояния производителей и качества воспроизводства в природных условиях, аквакультуре, заводском способе выращивания, необходимо регистрировать содержание кальция в плазме крови самок на II стадии зрелости и во время формирования икры. На основе полученных результатов можно будет осуществлять различные мероприятия с целью улучшения ситуации.

Показано (Маврин, Мартемьянов, 2010), что половое созревание самок плотвы также связано с кальциевым обменом. Установлено, что созревают те самки, у которых кальция накапливается в позвонках не менее 700 ммоль/кг сырой массы. Неблагоприятные факторы, угнетающие поступление ионов кальция в организм рыб, будут снижать количество и качество созревающих производителей, оказывая отрицательное влияние на воспроизводительную функцию и рыбопродуктивность.

Ресурсы ценных в промысловом отношении видов рыб (осетровые, лососевые) существенно подорваны. Повысить численность пытаются за счет воспроизводства заводским способом. В таких условиях созревшие производители, как правило, не осуществляют нерест. Это указывает на то, что в заводских условиях физиологическое состояние производителей существенно отличается от такового, характерного для рыб в природных условиях. Физиологическое состояние производителей в искусственных условиях до сих пор долж-

ным образом не изучено. Дозревание рыб при индустриальном способе осуществляется за счет гормональных инъекций с последующим изъятием половых продуктов и искусственным оплодотворением. Однако полученное таким способом потомство оказывается менее жизнестойким по сравнению с природной молодью.

Заключение

Данные по содержанию воды в организме в зависимости от температуры акклимации и в ходе годового цикла показывают наличие у эвритермных видов рыб разных дискретных уровней физиологического состояния. Низкий уровень воды в теле рыб связан с функциональным состоянием, обуславливающим созревание и рост организма. Более высокий уровень воды имеет отношение к физиологическому состоянию, которое связано с переживанием условий среды неблагоприятных для созревания и роста организма. Неблагоприятные условия в вегетационный период сопровождаются переходом организма на физиологическое состояние, при котором созревание и рост тормозятся, оказывая тем самым негативное влияние на рыбопродуктивность.

При остром стрессе различные показатели водно-солевого обмена отклонены от нормы в крови и тканях рыб, тогда как при хроническом стрессе проявляется только гипонатремия. В состоянии острого и хронического стресса угнетается жизнестойкость, созревание и рост организма, сопровождаясь потерей рыбной продукции.

Половое созревание и качество половых продуктов зависят от кальциевого обмена у рыб. Физиологическое состояние производителей в природных и индустриальных условиях существенно различается, сказываясь на воспроизводстве рыб.

Список литературы

- Корнеев А.Н. Разведение карпа и других видов рыб на теплых водах. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. 152 с.
- Маврин А.С., Мартеньянов В.И. Содержание ионов натрия, калия, кальция, магния в позвонках и чешуе плотвы *Rutilus rutilus* L. в зависимости от зрелости гонад // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Т. 1. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. С. 140–145.
- Мартеньянов В.И. Диапазоны регуляции ионов натрия, калия, кальция, магния в плазме, эритроцитах и мышечной ткани карпа

- Cyprinus carpio* // Ж. эволюц. биохимии и физиологии. 1996. Т. 32. № 1. С. 37–43.
- Мартемьянов В.И. Сезонная динамика содержания кальция в плазме, эритроцитах, мышцах и гонадах производителей плотвы, *Rutilus rutilus* L. // Биология внутренних вод. 1998. № 2. С. 73–79.
- Мартемьянов В.И. Диапазоны регуляции концентрации натрия, калия, кальция, магния в плазме, эритроцитах и мышечной ткани плотвы *Rutilus rutilus* в природных условиях // Ж. эволюц. биохимии и физиологии. 2001. Т. 37. № 2. С. 109–113.
- Мартемьянов В.И. Физиологическая основа терморегуляционного поведения рыб // Поведение рыб. Материалы докладов IV Всероссийской конференции с международным участием. М: АК-ВАРОС, 2010. С. 224–228.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ТИЛЯПИИ (*Oreochromis sp.*) ИЗ ВОДОЁМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ АЭС

С.И. Меньшиков

ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия,
z-32167@yandex.ru

Из всех водоёмов-охладителей центральной части России тилapia (*Oreochromis sp.*) была интродуцирована в два – Десногорское водохранилище (водоём-охладитель Смоленской атомной станции) и Курчатовское водохранилище (водоём-охладитель Курской АЭС). В Десногорское водохранилище было произведено заселение трех видов рыб: голубой тилпии (*Oreochromis aureus*), красной гибридной тилпии (*Oreochromis spp.*) и мозамбикской тилпии (*Oreochromis mossambicus*) (Соколов 1991г.). В настоящее время популяция фенотипически однородна, что, учитывая возможность свободной гибридизации перечисленных видов, может свидетельствовать о наличии в водоёме одного гибридного вида. Однако для более точного определения видовой принадлежности тилпии, обитающей в Десногорском водохранилище, необходимы специальные генетические исследования, а поскольку они не проводились, в данной работе изучаемый объект будет идентифицироваться как «*Oreochromis sp.*».

О наличии каких-либо исследований по определению возраста тилпии (*Oreochromis sp.*) из водоёмов-охладителей центральной части России в настоящее время не известно, хотя такие исследования определенно представляют интерес в плане изучения темпа роста и динамики численности вида в искусственных водоёмах.

Как правило, в качестве регистрирующей структуры для определения возраста пресноводных рыб берется чешуя (Чугунова 1959), поскольку у большинства рыб годовые кольца на ней отображаются достаточно четко. Реже в качестве материала для определения возраста используют отолиты или кости рыб. Это происходит в тех случаях, когда у исследуемого вида чешуя отсутствует (осетровые), чешуя непригодна или слабопригодна для определения возраста (линь) или когда методика определения возраста по чешуе не разработана и исследователю необходимо иметь контрольный материал для сравнения, коим служат другие регистрирующие структуры.

Различают виды у которых годовые кольца на чешуе хорошо видны (например плотва) и виды, у которых при отсутствии опре-

деленного опыта у оператора их достаточно тяжело различить (например окунь, судак). Тляпия относится к последним. Поэтому для неё вопрос выбора регистрирующих структур стоит достаточно актуально и данная работа посвящена сравнению сложности и точности определения возраста по трем регистрирующим структурам: чешуе, отолитам и позвонкам.

Материал и методика

Аномально низкие температуры зимы 2009–2010 года, а так же отклонение в это время части блоков реактора Курской АЭС привели к снижению температуры воды в водохранилище ниже порога выживаемости тляпии – 10–12 °С (Привезенцев 2008) и массовой гибели рыбы. По этим причинам материал собирался только на Десногорском водохранилище. Материал был собран в июне и октябре 2010г. Общее количество отловленных особей тляпии составляло 197 экземпляров. Материал обрабатывался по стандартным методикам (Чугунова 1959, Правдин 1966г.) Измерялась масса рыбы (m) и длина от рыла до конца чешуйчатого покрова (l). Для определения возраста применялся микроскоп бинокулярный БМС-10 и микроскоп с фотокамерой «Olimpus». Материал был отобран и обработан одним оператором, что снижает вероятность ошибок. Чешую просматривали в проходящем свете, как с изготовлением постоянных препаратов, так и без них. Все определения возраста выполнены автором. Общее количество обработанного материала составило: 197 позвонков, 163 отолита и по 4–5 экз. чешуи от каждой рыбы.

Условия формирования годового кольца

Периодика роста, вызванная внешними (температура, наличие и доступность корма) и внутренними (физиологические процессы) факторами, проявляется у рыб в образовании колец на чешуе, костях и отолитах (Решетников, 1976). На Десногорском водохранилище годовая амплитуда температур составляет за 2010г 26 °С при колебаниях от 11 °С до 37 °С. График динамики за 2010г. в зоне близкой к сбросу теплых вод представлен на рис. 1.

На графике отложены средненежные значения трех ежедневных измерений, проводимых в 8 00, в 12 00 и в 18 00. Поскольку температурный оптимум вида лежит в диапазоне от 25 до 35 °С, анализ графика позволяет предположить наличие у тляпии всего одного периода в году с замедленным ростом (с октября до середины мая), когда температура воды опускается ниже оптимума вида.



Рис. 1. Температура воды Десногорского водохранилища.

Сравнение регистрирующих структур

Годовые кольца, отражающие неравномерность роста рыбы, практически не различимы на отолидах (рис 2).

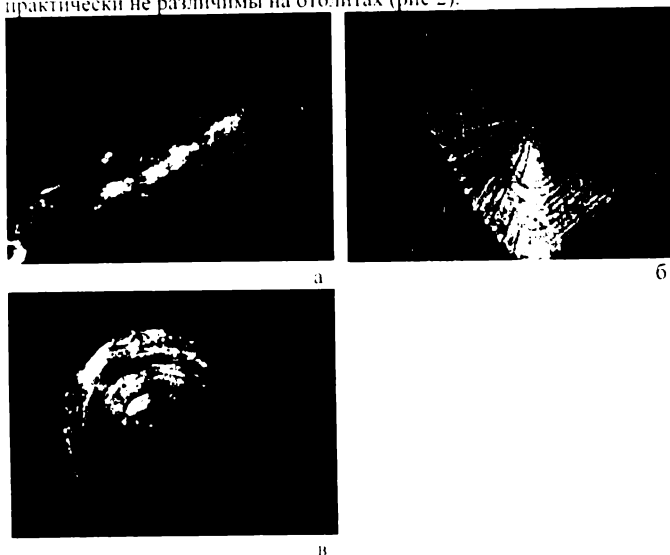


Рис. 2. Регистрирующие структуры плавинки (м особи №7631.): а - отоид; б - чешуя; в - поимок.

На продольном срезе отолита тилапии массой 763г даже при хорошем разрешении снимка можно увидеть только фрагменты одного кольца и незначительные фрагменты второго. При рассмотрении чешуи той же особи хорошо различимых как минимум 5 колец. При рассмотрении позвонка (в) видно множество дополнительных колец, но по-прежнему выделяются 5 основных.

Результаты сравнения регистрирующих структур отражены в табл. 1 и 2. Возрастной состав выборки тилапии, определенный по отолитам, не представлен ввиду низкой точности определения возраста по указанной регистрирующей структуре и неполноты выборки отолитов (163 экз. от 197 проб рыб).

Таблица 1.

**Возрастной состав выборки (определенный по чешуе),
средняя длина и масса тилапии.**

Возраст, лет	m средняя, г.	m lim, г.	l средняя, см.	l lim, см	n
0+	23±18.1	3–84	8.2±2.3	3.9–16	150
1+	98±23.2	60–138	14.1±1.1	11.4–15.1	11
2+	166±29.2	132–245	16.2±1.1	14.7–19.4	21
3+	374±108.7	221–515	21.3±2.1	18–23.8	5
4+	491±166.2	357–677	22.5±3.5	20–26.5	3
5+	864.8±274.6	656–1354	28.5±2.4	26.5–32.5	6
6+	1284		31		1

Таблица 2.

**Возрастной состав выборки (определенный по позвонкам),
средняя длина и масса тилапии.**

Возраст, лет	m средняя, г.	m lim, г.	l средняя, см.	l lim, см	n
0+	23±18.1	3–84	8.2±2.3	3.9–16	150
1+	98±23.2	60–138	14.1±1.1	11.4–15.1	11
2+	166±29.2	132–245	16.2±1.1	14.7–19.4	21
3+	380.9±92.6	221–515	21.1±1.8	18–23.8	7
4+					0
5+	762.6±152.6	656–1026	27.7±1.5	26.5–30.3	5
6+	991.5±413.6	699–1284	28.8±3.2	26.5–31	2
7+	1354		32.5		1

У исследуемого вида нерест многократный в течение года в водоёмах-охладителях. Это и обуславливает значительный разброс по массе (3–84 г.) для особей 0+ лет. То есть экземпляр массой 3 г – из последнего нереста (сентябрь), а экземпляр массой 84 г – из первого нереста того же года (июнь).

Как видно из таблиц 1 и 2 возрастные группы, определенные по позвонкам и чешуе 0–2+ совпадают. Различия наблюдаются лишь в старших возрастных группах. Это обусловлено большим количеством дополнительных колец на позвонках, что значительно затрудняет процесс определения возраста.

Из сравниваемых регистрирующих структур тилляпии наиболее репрезентативен позвонок при условии наличия опыта у оператора по выявлению годовичных и дополнительных годовых колец. Наименее репрезентативен отолит. Чешуя рекомендуется для определения возраста при больших выборках.

Список литературы

- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М., 1966. С. 163–192.
- Привезенцев Ю. А. Тилляпии (систематика, биология, хозяйственное использование). М., 2008. С. 13–26.
- Решетников Ю. С., Кларо Р. М. Циклика биологических процессов у тропических рыб на примере *Lutjanus synagris* (L.) // Вопр. ихтиологии. 1976. Т. 16. Вып. 5. С. 785–787.
- Соколов В. Б. Рыбоводно-биологическое обоснование на вселение нильской тилляпии в зону сброса термальных вод САЭС в качестве объекта пастбищного рыбоводства. М., 1992 С. 3–18.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. Москва, 1959 С. 14–72.

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ЗДОРОВЬЯ РЫБ

В.Р. Микряков, Д.В. Микряков, Н.И. Силкина

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия,
e-mail: mvr@ibiv.yaroslavl.ru*

Иммунная система одна из важнейших структур организма, обеспечивающих индивидуальную целостность организма, оптимальный рост, развитие, адаптацию рыб к возмущающим факторам, в том числе паразитам, физическим и химическим и т.д. (Гончаров и др., 1967; Микряков и др., 1974, 1978, 1979; 2001, 2004, 2006; Микряков, 1984, 1991; Gontcharov, Mikryakov, 1968). Происходящие изменения в иммунной системе рыб могут служить надежными биологическими маркерами при оценке условий среды обитания, зараженности рыб паразитами, характера течения эпизоотических процессов и темпов естественной смертности рыб (Микряков и др., 1974; 1979; 2001; 2011; Микряков, 1978; 1984; 1991; Микряков, Гречанов, 1979).

Настоящее сообщение посвящено анализу зависимости зараженности рыб паразитами, условий среды обитания и естественной смертности рыб во время зимовки от функционального состояния гуморального иммунитета.

1. Зараженность рыб паразитами в зависимости от функционального состояния механизмов гуморального иммунитета.

Данные по изучению связи между степенью зараженности рыб паразитами в естественных условиях и уровнем функционирования иммунной системы в доступной литературе немногочисленны. Между тем, знание этого вопроса имеет определенное значение при разработке иммунологических способов мониторинга состояния рыб, характера распространения паразитов в популяции и оценке факторов, регулирующих динамическое равновесие в системе хозяин-паразит, а также при решении вопросов краткосрочного прогнозирования степени устойчивости рыб к паразитам.

Исследование данного вопроса мы проводили на примере леща *Abramis brama* L. дельты Волги, имеющих разные показатели гуморальных факторов иммунитета по данным анализа бактериостатических свойств сыворотки крови (БАСК) (Микряков, 1979).

Материалом для исследования послужили 35 половозрелых лещей дельты Волги и 40 синцов Рыбинского водохранилища. У леща определяли видовой состав паразитов, экстенсивность и интенсивность зараженности, а у синца – частоту встречаемости моногене-

тических сосальщиков *Dactylogyrus chranilowi*. Одновременно у них изучали активность антимикробных свойств сыворотки крови. Рыбы, имеющие различные величины БАСК, условно нами подразделены на 4 класса – леши и 3 – синцы.

Результаты полного паразитологического исследования показали, что паразитофауна лещей состоит из 16 видов, относящихся к 8 классам: книдоспоридии, ресничные инфузории, моногенеи, ленточные черви, дигенетические сосальщики, пиявки и пластинчатожаберные моллюски (табл. 1).

Таблица 1.

Частота встречаемости паразитов у леща в зависимости от антимикробного эффекта сыворотки крови, %.

№ п/п	Видовой состав паразитов	Уровень антимикробного эффекта сыворотки крови, %.			
		До 25	26–50	51–75	76–100
	Число рыб	11	9	10	5
1.	<i>Sphaerospora sp.</i>	72.8	40.4	40	0
2.	<i>Myxobolus sp.</i>	27.3	10.1	20	0
3.	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	100.0	100.0	100	40
4.	<i>Trichodina sp.</i>	36.4	20.2	0	0
5.	<i>Dactylogyrus wunderi</i>	100.0	90.0	90	80
6.	<i>Dactylogyrus falcatus</i>	18.2	80.8	60	20
7.	<i>Dactylogyrus sphyrna</i>	9.1	10.1	0	0
8.	<i>Dactylogyrus auriculatus</i>	72.8	80.8	80	100
9.	<i>Dactylogyrus cornu</i>	0	40.4	20	0
10.	<i>Gyrodactylus parvicapula</i>	100.0	80.8	80	100
11.	<i>Gyrodactylus laticeps</i>	54.6	20.2	0	0
12.	<i>Bucephalus polymorphus</i>	36.4	20.2	0	0
13.	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	72.8	20.2	40	40
14.	<i>Paracaenogonimus ovatus</i>	72.8	80.8	0	40
15.	<i>Piscicola geometra</i>	100.0	40.4	60	60
16.	<i>Unionidae sp.</i>	54.0	80.8	20	0

Встречаемость отдельных видов паразитов среди лещей колебалась от 2 до 636 экземпляров. По частоте встречаемости *Gyrodactylus parvicapula*, *Dactylogyrus wunderi* стоят на 1-м месте. Эти паразиты обнаружены у 94.4%, а *Ichthyophthirius multifiliis* – у 81.9% особей.

По частоте встречаемости *Gyrodactylus parvicapula* и *Dactylogyrus wunderi* стоят на 1-ом месте. Эти паразиты обнаружены у 94.4% особей, а *Ichthyophthirius multifiliis* – у 81.9%.

При сопоставлении частоты встречаемости паразитов с данными иммунологических исследований показано, что характер рас-

пространения паразитов в исследуемой популяции зависит от уровня защитных свойств сыворотки крови хозяина (табл. 1).

У особей, имеющих антимикробный эффект до 50%, выявлено 16 видов паразитов, при средней зараженности каждой особи 10 видами. У рыб с исследуемыми признаками иммунитета от 51 до 75% обнаружено 11 видов паразитов при средней индивидуальной зараженности их паразитами семи видов, а у лещей, имеющих бактериостатический эффект сыворотки крови свыше 76% выявлено 8 видов со средней зараженностью каждой особи паразитами 5 видов. Такие паразиты, как *Sphaerospora* sp., *Myxobolus* sp., *Trichodina* sp., *D. sphiirna*, *D. cornu*, *C. laticeps*, *B. polymorphus*, *Unionidae* sp. у рыб, имеющих высокие показатели антимикробного эффекта (свыше 76%) не найдены. Зараженность рыб другими видами паразитов, по-видимому, не зависит от факторов иммунитета, поскольку они выявлены у всех категорий рыб, имеющих разные уровни антимикробного эффекта. Таким образом, особи, имеющие высокий бактериостатический эффект сыворотки крови (свыше 50%) заражены по видовому составу меньшим числом паразитов, чем особи с низкими величинами этого эффекта.

Сходный характер зависимости интенсивности зараженности рыб установлен и на примере паразито-хозяинной системы синец – *Dactylogyrus chranilowi* (табл. 2). Распределение рыб по классам на основании результатов анализа защитных свойств сыворотки крови оказалось относительно равномерным и колебалось в пределах 27–37%.

Таблица 2.

Распределение рыб по классам БАСК, экстенсивность и интенсивность поражения дактилогиридями
D. chranilowi, Выховский, 1931

Классы рыб	Число рыб		Экстенсивность заражения, %	Интенсивность заражения	
	п	%		$\bar{X} \pm x$	v
I	15	37.5	100	36.8 ± 9.1	3.7
II	11	27.5	100	12.7 ± 3.8	2.9
III	14	35.0	78.8	5.4 ± 1.1	2.6

Примечание: п – число рыб, \bar{X} – средняя арифметическая, x – ошибка среднего, v – коэффициент вариации

Степень зараженности дактилогиридями особей, как внутри одного класса, так и между отдельными группами, была различна. Рыбы I класса, с низкими величинами защитных свойств сыворотки крови (до 33%), имели более широкий спектр индивидуальных раз-

личий по числу жаберных паразитов по сравнению с особями II-III классов, с более высокими величинами БАСК (от 34% и выше).

Количество дактилогирид на одной рыбе I класса в среднем равнялось 36.8 паразитов, II класса – 12.7, III класса – 5.4 соответственно. Уровень различий в зараженности рыб I класса, по сравнению с таковыми I, II и III классов была выше ($P 0.001$), чем между синцами двух последних классов ($P 0.01$). По экстенсивности поражения синцы I и II классов между собой не отличались. Дактилогириды в этих группах обнаружены у всех 100% рыб. Некоторые отличия в экстенсивности поражения было установлено среди рыб III классов. Исследуемые паразиты у особей данной группы выявлены только у 78.5% просмотренных рыб.

Таким образом, данные проведенных исследований показывают, что зараженность рыб паразитами и характер их распространения в популяциях рыб зависит от функционального состояния иммунной системы хозяина. В популяциях рыб с низкими величинами БАСК или среди иммунодефицитных (ИМД) особей возрастает видовой состав паразитов и число пораженных особей. Напротив, среди рыб с высокими показателями иммунитета – иммунореактивных (ИМР) частота встречаемости паразитов, а также видовое разнообразие паразитофауны падает. Выявленные различия в степени зараженности рыб паразитами в зависимости от БАСК свидетельствуют о том, что неспецифические факторы иммунитета, видимо, играют существенную роль в регуляции численности и состава паразитов на хозяевах.

2. Связь доли содержания иммунодефицитных (ИМД) и иммунореактивных (ИМР) рыб с кормовой базой.

Характер связи кормовой базы с функциональным состоянием определяли на основе анализа доли содержания ИМД и ИМР по БАСК на примере леща *Abramis brama* L. Рыбинского водохранилища (Микряков, Баканов, 1982).

Пробы бентоса отбирались на серых илах русловой части Волжского плеса Рыбинского водохранилища, с помощью дночерпателя ДАК – 250 (Баканов, 1979), промывались через мельничный газ №9.

Результаты сравнительного анализа исследуемых показателей свидетельствуют о том, что в годы с различной биомассой кормовых организмов меняются как средние арифметические защитных свойств сыворотки крови леща, так и доля ИМД и ИМР особей (табл. 3). В годы с более высокой биомассой бентоса в районе нагула рыб уровень БАСК был в 1.5–2 раза выше, чем в годы с низким содержанием бентосных организмов (табл. 3).

Таблица 3.

Биомасса бентоса и доля ИМД и ИМР, %

Годы	Биомасса бентоса, г/м ²	Число рыб, экз.	М±м БАСК, %	Распределение лещей	
				ИМД	ИМР
1975	24.5	75	85±3.7	9.2	90.2
1977	17.9	70	58.0±6.0	26.6	73.4
1978	14.2	72	42.0±8.2	38.2	61.8

Например, летом 1975 г. биомасса зообентоса в среднем равнялась 24.5 г/м² и была выше, чем в соответствующие периоды 1977 и 1978 гг. на 6.6 и 10.3 г/м² при этом уровень антимикробных свойств сыворотки крови был максимальным в 1975г. и минимальным – в 1978 г. Летом 1975 г. не только средний уровень антимикробных свойств оказался выше по сравнению с таковыми в последующие годы, но и процент ИМР в 1.5–2 раза больше, чем в 1977–1978 гг. (табл. 2). Соответственно доля ИМД, сыворотка которых не подавляла развитие бактерий, в годы с низким уровнем биомассы макрозообентоса была почти в 3–4 раза выше, чем в годы с высоким уровнем содержания бентоса.

При рассмотрении состава бентоса установлено, что снижение уровня биомассы в 1977 г. по сравнению с 1975 г. произошло за счет олигохет и моллюсков, а в 1978 г. – за счет всех групп кормовых объектов (табл. 4).

Таблица 4.

Состав микрозообентоса в разные годы, г/м² сырой биомассы

Кормовые организмы	1975	1977	1978
Хиროномиды	8.9	8.4	4.8
Олигохеты	11.5	9.0	8.8
Моллюски	1.1	0.5	0.6
Суммарный бентос	24.5	17.9	14.2

Однако, доля хируномид в биомассе бентоса летом 1978 г. снижалась в большей степени, чем олигохет и моллюсков. Вполне вероятно, что изменение в соотношениях кормовых объектов сказалось на показателях иммунологической реактивности рыб. Из полученных данных следует, что антимикробный эффект сыворотки крови, отражающий общее физиолого-биохимическое состояние рыб (Микряков и др., 1979) и являющийся индикатором функционального со-

стояния естественных факторов гуморального иммунитета, зависит от условий нагула, обеспеченности пищей и ее состава.

3. Оценка выживаемости рыб во время зимовки по данным анализа функциональных характеристик гуморального иммунитета.

Вопрос о существовании связи между выживаемостью рыб во время зимовки и функциональным состоянием иммунной системы до сих пор никем не рассматривался.

Учитывая большое значение данного вопроса для целей краткосрочного прогнозирования состояния популяции, темпов и характера естественной смертности рыб нами проведено изучение по выяснению связи между выживаемостью их во время зимовки и функциональным состоянием гуморальных факторов иммунитета, на примере карпов (Микряков, Гречанов, 1979).

Основанием для этих работ послужили данные наблюдений за сезонной динамикой БАСК леща (Микряков, 1978; Микряков и др., 1979; Силкина, 1998 и др.). Ранее нами было показано, что в годы, когда повышается число иммунодефицитных особей (с низкими величинами БАСК, ниже 25%) в популяциях леща появляются эпизоотии сапролегниоза (Микряков, 1978; 1984). Было замечено, что выживаемость рыб карпов во время зимовки на экспериментальной прудовой базе «Сунога» Института биологии внутренних вод АН СССР, отличалась в годы, когда они перед посадкой в зимовальные пруды имели разные показатели БАСК (Микряков, 1979; Микряков, Гречанов, 1979).

Способ определения выживаемости рыб во время зимовки основан на выявлении иммунодефицитных и иммунореактивных особей по данным анализа БАСК перед посадкой их на зимовку. Сбор материала осуществляли не менее чем от 20–25 особей каждой возрастной группы.

По характеру влияния сыворотки на тест-микробы *Aeromonas punctata* среди исследуемых рыб выявляли долю иммунореактивных и иммунодефицитных особей. К иммунореактивным особям относили рыб с уровнем БАСК свыше 50%, а к иммунодефицитным – ниже 25% и сыворотки которых не угнетали развитие тест-микробов.

Оценку выживших особей осуществляли по доле иммунореактивных особей, а погибших – по доле иммунодефицитных, в%. Расчет выживших рыб проводили путем вычитания доли иммунореактивных особей из общего числа исследуемых особей, принятых

за 100% путем экстраполяции полученных результатов на фактическое число посаженных на зимовку рыб по формуле:

$$\Sigma = 100 - \text{п},$$

где: Σ – число выживших рыб в%; 100 – общее число посаженных на зимовку рыб, в%; п – доля иммунодефицитных особей, в%.

Исследованиями показано, что между естественной смертностью рыб во время зимовки и долей рыб, имеющих высокие и низкие показатели иммунитета существует относительно прямая связь (табл. 5).

Таблица 5.

Взаимосвязь между выживаемостью карпов во время зимовки и показателями иммунитета

Кол-во карпов, посаженных на зимовку	Возраст карпов	Число исследованных карпов	ИМД особ., %	ИМР особ., %	Прогноз выживаемости по данным иммунологического анализа, %	Фактическое число выживших карпов весной	
						шт	От общего числа посаженных на зимовку, %
120000	0+	30	24	76	75–80	90000	70
27000	0+	25	92	8	10	280	1
1190	1+	25	88	12	15	373	33
1040	1+	30	13	87	85–90	1000	97

Из представленных материалов видно, что естественная смертность рыб во время зимовки в основном происходит за счет иммунодефицитных особей, сыворотки которых перед посадкой на зимовку имели низкие величины антимикробных свойств или на развитие микробов не влияли. Обнаруженная прямая связь между числом выживших рыб и долей иммунореактивных особей свидетельствует о том, что зимостойкость карпов, видимо, происходит за счет рыб с высокими показателями БАСК. Сравнительный анализ доли иммунореактивных и иммунодефицитных особей среди разных возрастных групп карпов свидетельствует о том, что с возрастом иммунологическая разнокачественность среди исследуемых

рыб падает. Например, если среди сеголеток карпа доля иммунодефицитных особей колебалась в пределах 24 и 92%, однолеток 13–88%, то среди двухлеток – 12%. Иммунодефицитные особи в популяциях трехлеток отсутствовали. Одновременно со снижением доли иммунодефицитных особей с возрастом повышается доля иммунореактивных карпов. Таким образом, обнаруженное увеличение зимостойкости и выживаемости карпов старших возрастных групп во время зимовки, по-видимому, обусловлено снижением доли ИМД особей.

Выявленную связь между естественной смертностью рыб во время зимовки функциональным состоянием гуморальных факторов иммунитета мы использовали для разработки способа определения зимостойкости карпов в рыбхозах (Микряков, Гречанов, 1979). Производственную проверку предложенного способа осуществляли в рыбокомбинатах Белоруской и Латвийской ССР в 1979, 1980 и 1981 гг.

Исследования показали, что точность прогноза для сеголетков карпа в производственных условиях в среднем колебалась ± 10 –18%, а для рыб в возрасте 1+ – $\pm 5\%$ (табл. 6). На основании результатов производственной проверки сделан вывод о возможности использования предложенного способа в практике рыбного хозяйства для определения зимостойкости рыб (авторское свидетельство № 709042, 1979). Используемый в наших опытах иммунологический показатель свидетельствует о возможности применения причин, регулирующих динамику численности популяции и темпа естественной смертности рыб на отдельных этапах годового цикла, (т.е. время зимовки).

Таблица 6.

Прогноз и фактическое число выживших в рыбхозах БССР, %.

№ п/п	Наименование рыбокомбината	Прогнозируемый выход рыб весной 1980 г.		Фактическое число выживших, %	
		0+	1+	0+	1+
1.	Белос	90	-	91.4	-
2.	Кр. Слобода	78	-	76.3	-
3.	Любань	84	100	57.8	100
4.	Волма	72	94	50.4	90
Среднее		81	97	68.5	95

Таким образом, из представленных данных следует, что БАСК является индикатором функционального состояния врожденных

гуморальных факторов иммунитета и отражает реакцию рыб на меняющиеся условия среды обитания, устойчивость рыб к паразитам и их естественную смертность во время зимовки. Данный показатель иммунитета, по-видимому, можно использовать при оценке состояния здоровья рыбного населения, при изучении условий среды обитания и степени устойчивости рыб к паразитам, а также при выяснении механизмов, нарушающих динамическое равновесие в системе паразит-хозяин, темпов естественной смертности и их адаптационного потенциала к возмущающим факторам.

Список литературы

- Гончаров Г.Д., Романенко В.И., Микряков В.Р. Изучение механизма иммунитета при помощи ^{14}C // ДАН СССР. 1966. Т. 171. № 5. С. 1237–1240.
- Микряков В.Р. Зубкова Л.А., Степанова Г.А.. О некоторых особенностях зараженности леща паразитами в период нереста. Бюллетень Всесоюзного института экспериментальной ветеринарии. 1975. Вып. 20. С. 40–44.
- Микряков В.Р. Актуальные вопросы иммунологии рыб // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л. Наука, 1978. С. 166–233.
- Микряков В.Р. О возможности использования иммунологических показателей в экологических исследованиях // Экологическая физиология и биохимия рыб. Астрахань, 1979. Т. 1. С. 31–32.
- Микряков В.Р., Силкина Н.И., Силкин Н.Ф. Антимикробные свойства сыворотки крови рыб // Физиология и паразитология пресноводных организмов. Л., 1979. С. 125–133.
- Микряков В.Р., Гречанов И.Г. Способ определения выживаемости рыб во время зимовки. // Изобретение. Авторское свидетельство № 709042. Общ. бюлл. № 2. 1979.
- Микряков В.Р., Баканов А.И. О связи антимикробных свойств сыворотки крови леща с некоторыми условиями нагула. // Информ. бюлл.: Биол. внутр. вод. Л.: Наука, 1982. № 56. С. 43–46.
- Микряков В.Р., Степанова М.А. Зараженность синца (*Abramis baeleris* L.) дактилогеридами *Dactylogyrus chronilowi* в зависимости от антимикробных свойств сыворотки крови // Информ. бюлл.: Биол. внутр. вод. Л.: Наука, 1983, № 57. С. 34–36.
- Микряков В.Р. Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб: Автореф. дис. д-ра биол. наук. ИБВВ, АН СССР. 1984. 48 с.

- Микряков В.Р. Закономерности формирования приобретенного иммунитета у рыб // Рыбинск: ИБВВ, АН СССР. 1991. 153 с.
- Микряков В.Р., Балабанова Л.В., Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Попов А.В., Силкина Н.И. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление среды. М.: Наука, 2001. С. 126.
- Микряков В.Р., Степанова М.А., Микряков Д.В. Зависимость интенсивности заражения синца *Abramis ballerus* дактилогиридами (*Dactylogyrus chraniłowi*, Byohowsky, 1931) от уровня антимикробных свойств сыворотки крови хозяина // Паразитология, 2011. Т. 45(1). С. 50–53.
- Gontcharov J.D., Mikryakov V.R. Etude des facteurs de immunité des poissons à une infection bactérienne // Bull. Off. Inf. Epiz. 1968. V. 69. № 9–10. P. 1373–1376.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ОРУДИЙ ЛОВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО СООБЩЕСТВА ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.Е. Минин

Нижегородская лаборатория ФГНУ «ГосНИОРХ», Нижний Новгород, Россия, aeminin@mail.ru

Известно, что не существует универсального орудия лова, которое позволяло бы с одинаковой эффективностью облавливать различные виды рыб и одинаково успешно исследовать различные биотопы. Более того, даже разные размерные группы одного и того же вида облавливаются неодинаково [Шибяев, 2004].

Как правило, для изучения структуры рыбного населения какого-либо водоема используют данные промысловой статистики, которая лишь в общем описывает сообщество рыб [Терещенко, 2005], так как отражает структуру его промысловой части. Особенно это характерно для настоящего времени, когда во главу угла добычи ставится коммерческая эффективность, а не количественные показатели, как было до 2000-х гг.

Обычно исследователи используют какой-либо один вид рыболовных снастей. Это или набор ставных сетей с разным шагом ячеи, либо закидной невод с определенными параметрами (длина, ячея и др.), либо трал также с определенными параметрами. Каждое из этих орудий лова не может эффективно облавливать различные биотопы крупных водоемов. Исключение составляют только небольшие озера со слабой изрезанностью береговой линии, небольшими различиями в гидрологических параметрах по всей акватории. Правильно подобранный и расставленный набор ставных сетей может достаточно точно оценить видовую структуру, но не способен дать количественную оценку ихтиомассы.

При исследовании крупных водоемов, отдельные акватории которых значительно различаются по морфологическим, гидрологическим и другим параметрам, на наш взгляд необходимо различать эти участки и применять на них те орудия лова, которые наиболее эффективно отражают картину рыбного населения каждого из них.

Горьковское водохранилище относится к типу русловых равнинных водохранилищ. Площадь при НПГ 84м составляет 161 тыс. га, длина – 434 км, наибольшая ширина – 14 км, глубина максимальная – 23 м. Площадь мелководий (до 2 м) – 36.8 тыс. га (22%) [Исаев, Карпова, 1989].

Обычно в продольном направлении, по течению р. Волги, на Горьковском водохранилище выделяют четыре отдела: верхнеречной, среднеречной, озерный и приплотинный. В то же время на каждом из отделов по глубинам можно выделить литоральную, сублиторальную и профундальную зоны. На каждой из них, как показывает практика, имеется свой состав рыбных сообществ.

В задачи настоящего исследования входило на основе данных, полученных в ходе ихтиологических съемок активными орудиями лова, выявить видовой состав отдельных глубинных зон Горьковского водохранилища, общий видовой состав ихтиофауны, а также интегрально оценить общую биомассу рыб в водоеме.

Материал и методика

Данные по видовой структуре рыбного населения Горьковского водохранилища были собраны за последние 15 лет (с 1996 по 2010 гг.) в ходе неводных и траловых съемок.

В прибрежной зоне с глубинами до 1.5 м для сбора материала использовалась мальковая волокуша (МВ) длиной 10 м и ячеей 3.6 мм. Притонения осуществлялись с разной регулярностью в разные сезоны года на 39 станциях. Проведено 76 съемок. Общая площадь облова – 1.6 га. Отловлено 13577 особей.

На мелководьях с глубинами до 3 м использовался 30-ти метровый мальковый невод (МН) с ячеей в мотне 6 мм. Полная база данных содержит 78 съемок на 35 станциях. Общая площадь облова – 6.3 га. Отловлено 23881 особь 27 видов рыб.

В переходной зоне с мелководий до русловой части (глубины до 5 м, в основном затопленная пойма) использовались промысловые невода длиной 100–300-ти метров с ячеей в мотне 22–40 мм. Полная база данных содержит 68 съемок на 32 станциях. Общая площадь облова – 207.5 га. Отловлено 28507 особей 22 видов рыб.

Коэффициенты уловистости всех неводов приняты на уровне 0.5 [Шибяев, 2007].

В русловой части водохранилища с глубинами свыше 5 м использовались 18-ти и 25-ти метровые донные тралы конструкции ГосНИОРХ с ячеей в кутце 30 мм. Коэффициенты уловистости по различным видам 0.4–0.6 [Шибяев, 2007, Сечин, 2010]. Полная база данных содержит 243 съемки на 78 станциях. Общая площадь облова – 1274.6 га. Отловлено 52825 особей 25 видов рыб.

В 2006–2010 гг. параллельно с донным тралом в русловой части водохранилища применялся 12 метровый пелагический трал с ячеей в кутке 6 мм. Коэффициент уловистости – 0.4 [Лапшин др., 2010].

Полная база данных содержит 91 траление на 12 станциях. Общая площадь облова – 58,6 га. Отловлено 41603 экземпляра 15 видов рыб.

В ходе исследования в каждой зоне подсчитывалось общее количество видов, их встречаемость, численность и биомасса. Затем с учетом площадей исследуемых зон находилась общая биомасса рыб в водохранилище. Различная селективность орудий лова, перекрывающихся по площади, позволяет это сделать, а биомасса как результирующий показатель была выбрана, так как она является интегральной величиной. Площади, облавливаемые конкретным орудием, требуют дальнейшей детализации и взяты грубо от общей площади водоема: 10% для мальковой волокуши, 30% для малькового невода, 40% для промневода, 30% для донного трала и 40% для пелагического трала.

Результаты и их обсуждение

На мелководьях Горьковского водохранилища (глубины до 5 м, неводные съемки) по данным учета мальковыми волокушей и неводом встречено наибольшее число видов рыб – 36 из общего количества 40 (табл. 1 и 2). Максимальное количество видов поймано мальковой волокушей – 28, минимальное – промысловым неводом – 21.

В русловой части водоема на глубинных свыше 5 м в траловых уловах зарегистрировано 29 видов. Минимальное количество видов встречено в уловах пелагического трала – 15, что меньше половины общего количества. Однако в уловах данного орудия отмечены белоперый пескарь и снеток, которые не были добыты другими снастями.

Таблица 1.

Список видов рыб Горьковского водохранилища по данным учета различными орудиями лова (систематика [Атлас..., 2003])

№	Вид		Семейство
	Русское название	Латинское название	
1	Стерлядь	<i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, 1758	Acipenseridae
2	Голец	<i>Barbatula barbatula</i> Linnaeus, 1758	Barbatulidae
3	Тюлька	<i>Clupeonella cultriventris</i> , Normann, 1840	Clupeidae
4	Щиповка	<i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758	Cobitidae
5	Язюшка	<i>Coregonus albula</i> Linnaeus, 1758	Coregonidae
6	Подкаменщик обыкновенный	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	Cottidae
7	Блоглазка	<i>Abramis sapa</i> Pallas, 1814	Cyprinidae
8	Верховка	<i>Leucaspis delineatus</i> Heckel, 1843	Cyprinidae

№	Вид		Семейство
	Русское название	Латинское название	
9	Голавль	<i>Leuciscus cephalus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
10	Гольян обыкновенный	<i>Phoxinus phoxinus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
11	Густера	<i>Blicca bjoerkna</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
12	Елец	<i>Leuciscus leuciscus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
13	Жерех	<i>Aspius aspius</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
14	Карась золотой	<i>Carassius carassius</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
15	Карась серебряный	<i>Carassius auratus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
16	Красноперка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
17	Лещ	<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
18	Линь	<i>Tinca tinca</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
19	Пескарь белоперый	<i>Romanogobio alpinus</i> (Lukasch, 193)	Cyprinidae
20	Пескарь обыкновенный	<i>Gobio gobio</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
21	Плотва	<i>Rutilus rutilus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
22	Подуст волжский	<i>Chondrostoma variable</i> Jakowlew, 1870	Cyprinidae
23	Сазан	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
24	Синец	<i>Abramis ballerus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
25	Толстолобик белый	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Valenciennes, 1844	Cyprinidae
26	Уклея	<i>Alburnus alburnus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
27	Чехонь	<i>Pelecus cultratus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
28	Язь	<i>Leuciscus idus</i> Linnaeus, 1758	Cyprinidae
29	Ротан	<i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877	Eleotrididae
30	Щука	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Esocidae
31	Бычок головац	<i>Neogobius iljini</i> Vasiljeva et Vasiljev, 1996	Gobiidae
32	Бычок кругляк	<i>Neogobius fluviatilis</i> Pallas, 1814	Gobiidae
33	Бычок щуик	<i>Proterorhinus marmoratus</i> Pallas, 1814	Gobiidae
34	Налим	<i>Lota lota</i> Linnaeus, 1758	Lotidae
35	Снеток	<i>Osmerus eperlanus</i> Linnaeus, 1758	Osmeridae
36	Берш	<i>Stizostedion volgensense</i> Gmelin, 1788	Percidae
37	Ерш	<i>Gymnocephalus cernuus</i> Linnaeus, 1758	Percidae
38	Окунь	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Percidae
39	Судак	<i>Stizostedion lucioperca</i> Linnaeus, 1758	Percidae
40	Сом	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Siluridae

Доминирующих видов в целом по водохранилищу – 3. Это лещ, плотва и окунь (85.7% общей биомассы). Видов рыб, которые представлены во всех орудиях лова, оказалось семь (лещ, плотва, окунь, густера, судак, берш и чехонь). Еще десять видов наблюдались в четырех снастях из пяти: голавль, жерех, ерш, карась, линь, сазан, щука и язь. Остальные 23 вида были пойманы не более чем тремя орудиями.

Таблица 2.

Биомасса рыбного населения Горьковского водохранилища по данным учета различными орудиями лова

Виды рыб	Орудия лова					Биомасса	
	МВ	МН	ПН	ДТ	ПТ	т	%
Белоглазка	-	-	0.1	0.7	-	0.8	0.00
Берш	7.3	0.8	0.2	3.9	1.4	13.5	0.07
Бычок головач	0.3	-	-	-	-	0.3	0.00
Бычок кругляк	-	0.5	-	-	0.0	0.5	0.00
Бычок цуцик	4.8	0.0	-	-	-	4.8	0.03
Верховка	0.2	0.0	-	-	-	0.2	0.00
Голавль	2.2	65.3	0.7	0.2	-	68.3	0.37
Голец	1.4	-	-	-	-	1.4	0.01
Гольян	9.1	-	-	-	-	9.1	0.05
Густера	153.5	4.6	66.2	23.4	3.4	251.1	1.38
Елец	518.7	24.5	6.3	-	-	549.4	3.01
Ерш	4.8	17.9	-	0.0	0.4	23.1	0.13
Жерех	12.1	2.4	48.0	4.6	-	67.0	0.37
Карась	37.7	28.2	124.6	11.2	-	201.7	1.11
Карась зол.	1.2	-	-	-	-	1.2	0.01
Красноперка	24.5	9.9	0.8	0.0	-	35.2	0.19
Лещ	2012.	1243.3	3436.7	1317.5	262.5	8272.4	45.3
Линь	174.9	41.1	0.4	0.1	-	216.5	1.19
Налим	-	1.2	0.6	1.6	-	3.5	0.02
Окунь	588.1	1122.4	309.6	0.2	11.3	2031.5	11.1
Пескарь	1.0	1.2	-	-	0.0	2.2	0.01
Пескарь белоп.	-	-	-	-	0.0	0.0	0.00
Плотва	411.3	1745.5	3169.3	1.8	4.5	5332.4	29.2
Подкаменщик обыкновенный	0.8	-	-	-	-	0.8	0.00
Подуст	-	-	1.7	-	-	1.7	0.01

Виды рыб	Орудия лова					Биомасса	
	МВ	МН	ПН	ДТ	ПТ	т	%
Ротан	-	0.0	-	-	-	0.0	0.00
Ряпушка	-	-	-	0.0	11.5	11.5	0.06
Сазан	2.4	1.4	7.0	0.6	-	11.3	0.06
Синец	-	0.9	3.1	3.6	-	7.6	0.04
Снеток	-	-	-	-	0.0	0.0	0.00
Сом	-	-	16.6	9.4	-	26.0	0.14
Стерлядь	-	-	-	0.2	-	0.2	0.00
Судак	10.9	27.3	51.0	50.9	32.7	172.8	0.95
Толстолобик белый	-	-	-	0.4	-	0.4	0.00
Тюлька	0.0	8.1	-	0.0	142.8	150.8	0.83
Уклея	117.9	238.8	-	-	0.2	356.9	1.96
Чехонь	0.1	0.0	16.2	2.2	28.3	46.8	0.26
Щиповка	2.4	1.7	-	-	-	4.1	0.02
Щука	51.2	133.8	114.2	13.1	-	312.3	1.71
Язь	16.8	20.3	19.9	2.3	-	59.3	0.33
ВСЕГО	4168. 0	4740.8	7393.1	1447.8	498.9	18248. 6	100. 00
Количество видов	28	27	21	24	15	40	

Наблюдаются значительные различия и в разнообразии рыбных сообществ на глубоководных и мелководных участках. Максимальное значение индекса Шеннона – 2.47 – характерно для литоральной зоны (до 1.5 м, облов МВ). С увеличением глубины снижается видовое разнообразие (табл. 3).

Таблица 3.

Индексы биоразнообразия рыбного населения Горьковского водохранилища по данным учета различными орудиями лова (по биомассе)

Показатель	МВ	МН	ПН	ДТ	ПТ	Среднее
Индекс Шеннона	2.47	2.29	1.67	0.70	1.89	1.71
Индекс Симпсона	0.28	0.26	0.40	0.83	0.37	0.44
Индекс Пиелу	0.51	0.48	0.38	0.15	0.48	0.39

Минимальные значение индекса Шеннона отмечается для придонного сообщества русловой зоны водохранилища (уловы донно-

го трала). Здесь очень высока доля доминирующего вида – леща (93%). Индекс доминирования Симпсона достигает значения 0.83.

Заключение

В состав рыбного населения Горьковского водохранилища (в пределах р. Волги) по данным траловых и неводных съемок за 15-ти летний период обнаружено 40 видов рыб.

Наибольшее количество видов насчитывает мелководная зона до 1.5 м–28. С увеличением глубины наблюдается некоторое снижение видового богатства. В зоне глубин 0–5 м отмечено 38 видов из 40, в русловой глубоководной зоне, включая пелагиаль – 29 видов. Мелководная зона характеризуется не только высокой биомассой рыбного населения, но и высоким уровнем биоразнообразия.

Ориентировочная биомасса рыб в Горьковском водохранилище оценивается в 18249 т. Доминирующими видами являются лещ, плотва и окунь – 85.7% общей биомассы.

Данная работа носит в основном методический характер и основана на ориентировочных данных по площадям глубинных зон. Для уточнения количественных показателей развития рыбного населения в дальнейшем необходимо детализировать гидрометрию водоема с использованием ГИС-технологий.

Список литературы

- Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М., Наука, 2003. 632 с.
- Исаев А. И. Рыбное хозяйство водохранилищ / А. И. Исаев, Е. И. Карпова. М.: Агропромиздат, 1989. 255 с.
- Определение коэффициента уловистости учетного трала на основе использования поведенческой модели процесса уловистости / Лапшин О.М., Герасимов Ю.В., Малин М.И., Базаров М.И., Павлов Д.Д., Татарников В.А., Рой И.В. // Поведение рыб. Материалы IV Всероссийская конференция с международным участием. Борок, 2010. С. 203–208.
- Надилов С.Н. Динамика рыбного населения предгорного Мингечаурского водохранилища в процессе формирования: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Борок, 1996. 24 с.
- Сечин Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоемах // Калуга, 2010. С. 204.
- Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах // М.: ВНИИПРХ, 1990. 50 с.

- Терещенко В.Г. Динамика разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ России и сопредельных стран. Автореф. дис... докт. биол. наук. СПб, 2005. 49 с.
- Шибает С.В. Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях. Калининград: КГТУ, 2004. Ч. 5. С. 213–260.
- Шибает С.В. Промысловая ихтиология. СПб: «Проспект науки», 2007. 400 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ РЫБ ОТ ПОПАДАНИЯ В ВОДОЗАБОРЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ТЭС)

Г.М. Мишелович, Н.А. Егорова

*Государственный научно-исследовательский институт
озерного и речного рыбного хозяйства (ФГНУ «ГосНИОРХ»),
Санкт-Петербург, Россия, fishdef@yandex.ru*

В общем балансе водопотребления забор воды для нужд теплоэнергетики занимает значительное место. Хотя общее количество водозаборов ТЭС не велико и составляет (по данным на 1999 г.) 8932 шт. или 4.1% от общего числа водозаборов страны, объем забираемой ими воды достигает 30.3% (Михеев, 2000). Такой объем водозъятия не может не оказывать существенного влияния на экосистемы водоисточников.

Для большинства энергетических водозаборов характерен широкий фронт и значительная глубина, большие колебания уровня воды, разнообразие климатических условий.

Для защиты рыб от попадания в водозаборы ТЭС используются почти все способы, которые применяются и на других водозаборах аналогичного типа (Михеев, 2000). Определенные различия в использовании методов рыбозащиты имеют место в зависимости от забора воды из водотоков или водохранилищ (озер).

Все рыбозащитные методы по принципу действия можно разделить на четыре класса: *экологические, механические* (сетчатые), *гидравлические и поведенческие*.

Для выбора РЗУ большое значение имеет тип водозабора и вид водоисточника (водохранилище, озеро, река). Работа большинства рыбозаградителей связана с необходимостью отвода задерживаемых рыб из зоны действия водозаборных течений. В связи с этим, устройство рыбозащиты на речных водозаборах облегчается ввиду наличия транзитного потока, который может служить естественным рыбоотводом. При водозаборе из водоемов рыбозащитные сооружения (РЗС) оснащаются устройствами принудительного отбора молоди рыб (насосы, эжекторы) и рыбоотводными трактами, которые увеличивают величину капитальных и эксплуатационных затрат и могут являться причиной травмирования и гибели молоди.

Экологические методы рыбозащиты могут быть применены только на стадии проектирования водозаборного сооружения, поскольку использование экологических методов рыбозащиты на

действующих водозаборных сооружениях требует коренной перестройки самой схемы водозабора.

Из механических РЗУ наибольшее применение для водозаборов с расходом более $1 \text{ м}^3/\text{с}$ нашли плоские сетки с рыбоотводом и конусные барабаны с рыбоотводом.

Исследование механических заградителей в виде вращающихся вертикальных или наклонных к горизонту сетчатых экранов показала их низкую эффективность с учетом выживаемости отводимой молоди (Михеев, 2000; Эрслер, 1999). Принципиальный недостаток заградителей этого типа заключается в том, что молодь рыб на какое-то время прижимается к сетному полотну и смывается с него обратным током воды периодически работающего промывного устройства. Период между промывками невозможно сделать настолько малым, чтобы обеспечить жизнеспособность молоди.

Л.М. Нусенбаум и другие (Нусенбаум, 1976) предложили оснащать обычные вращающиеся сороудерживающие сетки рыбозащитными экранами-укрытиями, где концентрируется молодь, которую затем с помощью различных средств (например, в процессе проворачивания сеток) транспортируют в рыбоотводной тракт.

Испытания промышленного РЗС этого типа проводились в течение ряда лет на Пермской ГРЭС (Оценка эффективности..., 2000). В водоприемных камерах станции мусорозадерживающие вращающиеся сетки с ячейей $4 \times 4 \text{ мм}$ были оснащены рыбоподъемником, который совершал возвратно-поступательные движения вдоль части сетного полотна. Задерживаемая молодь попадала в рыбоподъемник, из которого выливалась в рыбоотводной тракт. Эффективность этого механического заградителя с учетом выживаемости рыб после транспортировки в рыбоотводном сооружении сильно зависела от конструкции последнего. Молодь рыб длиной менее 30 мм не задерживалась сеткой, а коэффициент эффективности для более крупной доходил до 83.5% и составлял для рыб семейства окуневых: судака – 10.9–63.7%, для окуня – 46.0–74.3%, ерша – 36.2–83.5%. В среднем для всех рыб – 0.5%.

Наиболее отработанной и эффективно действующей конструкцией сетчатых РЗУ является конусный рыбозаградитель с рыбоотводом. Разработан типоразмерный ряд этих РЗУ, предназначенных для установки на водозаборах, производительностью от 0.5 до $5 \text{ м}^3/\text{с}$. При больших расходах имеется возможность устанавливать каскету из работающих параллельно конусов (Михеев, 2000).

В США и в Канаде широко используются так называемые жалюзийные РЗУ, которые за счет больших расстояний между жалюзиями

(ряд вертикальных пластин, отстоящих друг от друга на расстояние 2.5–8.0 см, расположенных под углом 10–20° к потоку) в меньшей степени стесняют поток. Жалюзийные заградители использовались, главным образом, для защиты крупноразмерной молоди лососевых рыб, однако их рыбозащитная эффективность для других рыб не велика и сильно зависит от различных биотических и абиотических факторов (Павлов, Пахоруков, 1983; Эрслер, 1999).

Для повышения эффективности жалюзийных экранов они дополняются гидроструями, что позволяет использовать их для более мелкой молоди. Эффективность защиты рыбы с помощью жалюзийного экрана с гидросмывом (ЖЭГС) проверялась на крупном водозаборе Астраханской ГРЭС (Костюрин и др., 2002). Было установлено, что на величину его эффективности сильно влияет размер покатной молоди. В июне месяце, когда размер (длина тела l_1) карповой и окуневой молоди составлял от 12.8 до 24 мм, коэффициент рыбозащиты был равен в среднем 59.3%, в июле размер молоди возрос до 21.9–31.2 мм и коэффициент задержания составил в среднем 64.2%. Наконец, в августе длина молоди рыб была уже 23.7–32 мм, а коэффициент рыбозащиты ЖЭГС достиг значения 71.9%, что выше нормативного.

ЖЭГС оказались эффективными при оснащении ими водозаборов буровых нефтегазопромысловых платформ (Михайлов др., 2010).

Для действующих водозаборов наиболее подходят *гидравлические заградители* из группы отводящих РЗС, в которых используются особенности вертикального распределения рыб в потоке воды (Михеев, 2000).

Гидравлический заградитель типа вертикального концентратора (РКВС) представляет собой водоподводящий канал, в котором установлены лотки- концентраторы и рыбоотводящий тракт. На входе в лоток имеется порог, создающий гидравлический прыжок, в котором происходит отделение слоя воды со скатывающейся молодью от остального потока. Для эффективности работы этого типа РЗС необходимо обеспечить расход воды в рыбоотводе до 20% от общего расхода, что существенно снижает экономические показатели работы водозаборного сооружения.

Исследования РЗС типа РКВС на водозаборе Череповецкой ГРЭС показали, что снижение расхода воды через рыбоотвод (0.6 м³/с вместо проектной величины 2.0 м³/с при расходе насосной 20 м³/с) приводит к падению рыбозащитной эффективности до 50.4% при размере рыб 12–20 мм и до 66.5% для молоди размером более 20 мм (Уточнение эффективности..., 2002).

Поведенческие РЗУ используют реакцию рыб на различные физические поля (световые, электромагнитные, акустические, гидродинамические), которые позволяют управлять поведением рыб.

Среди разнообразных рыбозаградителей этого класса наибольший интерес представляют воздушно-пузырьковые, акустические и электрические РЗУ.

Воздушно-пузырьковые завесы (ВПЗ) представляют собой проложенную поперек водозабора трубу, в которой на определенном расстоянии друг от друга расположены отверстия для выхода сжатого воздуха, накачиваемого в трубу компрессором. Выходящий из отверстий воздух образует на пути миграции рыб завесу из пузырьков, движение которых к поверхности воды генерирует в воде акустическое поле. Предполагалось, что в результате воздействия ВПЗ на зрительные и слуховые рецепторы рыб они не смогут проходить сквозь эту преграду. Однако исследования наших и зарубежных ученых показали, что эффективность задержания молоди рыб посредством ВПЗ не велика и резко снижается в темное время. Некоторые виды рыб вообще не реагируют на завесу.

Кроме того, работающая ВПЗ создает акустический фон, который привлекает рыб. Привлекающий эффект работы ВПЗ может усиливаться при недостатке кислорода в воде зимой или при высокой температуре воды летом. Таким образом, весь предшествующий опыт использования ВПЗ показал бесперспективность создания на основе ВПЗ рыбозащитных устройств.

В последнее десятилетие стали широко рекламировать и использовать предложенное фирмой МНТЦ «ИНТРЕК» новое рыбозащитное устройство «Водо-воздушная завеса» (ВВЗ), отличающееся от ВПЗ тем, что в нем отсутствует компрессор для нагнетания воздуха в распределительный коллектор. В коллектор подается под давлением вода, а за счет создания зоны вакуума засасывается атмосферный воздух. Дальнейшая работа устройства аналогична действию ВПЗ. На поверхности воды ВВЗ образует гидравлический валец, создающий симметричные отточные потоки, один из которых направлен в сторону водозабора, т.е. 50% поднятой рыбы попадет в водозабор и погибнет. Поэтому, как признают авторы, ВВЗ не может обеспечить нормативную эффективность рыбозащиты. Для устранения этого недостатка предусматривается оснащать ВВЗ дополнительной завесой, направляющей поднятую молодь в транзитный поток. При его отсутствии предлагается дополнить сооружение гидравлическим щитом. Такое усложнение и, следовательно,

удорожание конструкции ВВЗ лишает ее всех заявленных преимуществ по сравнению с известными РЗУ.

Следует предостеречь водопользователей от широкого внедрения этой не проверенной конструкции на водозаборах ТЭЦ.

Тем не менее, по нашим сведениям, устройствами с ВВЗ оснащено уже примерно 19 водозаборов тепловых электростанций. В 2010 г. ФГУ «ЦУРЭН» рекомендовало установить эту конструкцию на Рязанской и Киришской ГРЭС. Вместе с тем объективные данные об эффективности этих установок не опубликованы.

Акустические рыбозаградители. Способ задерживания рыб с помощью акустического поля является весьма привлекательным для разработчиков РЗС. Акустические поля не влияют на гидравлическую структуру водозабора, распространяются в водной среде на большие расстояния с малыми затуханиями, потребляют сравнительно небольшую мощность, позволяют создавать направленное излучение, оказывает мягкое физиологическое действие на гидробионтов (Павлов, Пахоруков, 1983). Был исследован диапазон звуков от 67 Гц до 60 кГц при давлении до 400 МПа. Все исследователи, как отечественные так и зарубежные, отмечают быструю адаптацию рыб к звукам, вследствие чего не удалось вызвать у них реакции отпугивания или привлечения.

Примером попытки создания рыбозащитного устройства с излучением на этих частотах служит экспериментальный акустический рыбозаградитель (АРЗ), разработанный и смонтированный в 1998 г. на водозаборе Пермской ГРЭС фирмой ЗАО «Аквармарин» (СПб.-Петербург). В ковше перед насосной станцией было установлено три акустических излучателя, диаграммы излучающего поля которых перекрывали весь ковш по ширине. Исследование рыбозащитной эффективности АРЗ выполнилось в 2000–2003 гг. путем наблюдения за попаданием молоди рыб при суточном чередовании включения и выключения АРЗ. Результаты исследований показали отсутствие каких-либо рыбозащитных свойств у АРЗ, что может быть объяснено не правильным выбором диапазона излучаемых частот.

В последние годы внимание исследователей привлекают звуки инфранизких частот от 10 Гц и ниже. На этих частотах у рыб наблюдается четкая оборонительная реакция и менее выражена адаптация к звуковым сигналам (Мишелович, 1999). В опытах норвежских ученых удалось предотвратить попадание покатной молоди лососей в водозабор путем установки поршневого излучателя акустических сигналов частотой 10 Гц и интенсивностью 0.01 мс^{-2} .

тогда как звуки частотой 150 Гц при уровне давления 114 дБ не оказывали влияния на рыб (Knudsen, 1994).

Электрические рыбозаградители используют оборонительную реакцию рыб на действие электрического поля в воде. Направленное изменение движения рыб электрическим полем обусловлено наличием определенных пространственно-временных и энергетических характеристик поля. Обязательным условием эффективного задержания рыб, движущихся по течению или в стоячей воде, является определенный градиент напряженности поля. Поведение рыб в градиентном поле называют *градиентной ориентацией* в электрическом поле (Мишелович, 1999). Следует отметить, что при резком возрастании напряженности поля условия ориентации в таком поле ухудшаются.

Сила, с которой электрическое поле действует на рыб, зависит от большого числа биотических (вид рыб, их физиологическое состояние, возраст и т.д.) и абиотических (удельная проводимость воды, температура, род и временные параметры тока, экспозиция и другие) факторов. Для характеристики силы воздействия используются такие параметры как напряженность поля E , плотность тока j , напряжение, приходящиеся на длину тела, U_l . Для рыб одного вида величина U_l , вызывающая определенную реакцию, мало зависит от l_j и, следовательно, действие поля будет тем сильнее, чем крупнее рыба (Fishing with Electricity, 1990).

Электрические рыбозаградители обладают рядом преимуществ по сравнению с заградителями остальных типов. Однако ЭРЗ имеют ограничения по входным скоростям потока (не более 0.15–0.20 м/с), размеру рыб (не менее 15–20 мм) и требуют ограждения системы электродов от случайного попадания туда людей и животных.

Разработанный в ГосНИОРХе импульсный униполярный электрорыбозаградитель (УРЗ) имеет лучшую структуру поля, большую эффективную зону и меньшее электропотребление, чем другие ЭРЗ. УРЗ представляет собой однорядную систему электродов, разделенных на секции, питаемых поочередно от специального электронного коммутатора униполярными импульсами таким образом, что в воде образуется сильное катодное поле, «бегущее» вдоль фронта заграждения и эффективно отпугивающее рыб, и слабое пульсирующее поле анодов, оказывающее дополнительное отпугивающее действие.

Первый промышленный УРЗ был установлен в ковше насосной станции № 21 Вазузской оросительной системы, испытания которого показали его высокую эффективность: от 75 до 100% в зависимости от вида и размера рыб. Средняя эффективность для разных

видов рыб с длиной тела более 50 мм равнялась 89.6% (Мишелович, Ващинников, 2001).

В 2005 г. УРЗ был установлен на БНС–2 Конаковской ГРЭС, в 2006–2007 гг. на БНС Сормовской и Дзержинской ТЭЦ, в 2010 г. на ТЭЦ–15 (г. С.-Петербург).

Эффективность задержания рыб УРЗ на Дзержинской ТЭЦ составила по видам: укля – 81.0%, густера – 97.9%, ерш – 83.3%, лещ – 87.1%, плотва – 69.6%. Средневзвешенная для всех видов – 85.6%.

Испытания рыбозащитной эффективности заградителя на Конаковской ГРЭС производились в августе – сентябре 2010 г. Коэффициент эффективности составил: по всем видам в среднем 75.9%, по судаку – 66.8%, по тюльке – 89.2%, по всем видам кроме судака – 88.2%.

Приведенные данные показывают, что в определенных условиях электрическая рыбозащита может успешно применяться на крупных, водозаборах. ЭРЗ как и любой другой тип РЗУ, требует для эффективной работы соблюдения заданных параметров и условий применения. Оппоненты применения электрорыбозаградителей ссылаются на их низкую эффективность при задержании ранней молоди рыб, но это характерно почти для всех типов РЗУ. По данным А.Л. Эрслера (Эрслер, 1999) эффективность плоской сетки с рыбоотводом для рыб длиной тела 10–15 мм составляет 10.4–12.8%, для рыб длиной 20 мм – 60–70%. У конусной сетки с рыбоотводом при $l_f = 4–11$ мм эффективность равна 26.2%, при $l_f = 12–16$ мм – 63.2%, а при $l_f = 16$ мм – 70–76.5%. У жалюзийного заградителя эффективность задержания личинок кижуча была 20–30%, чавычи – 65–75%, а нерки – 85–95%.

При испытании Вазузского УРЗ была получена обобщенная для всех видов рыб аналитическая зависимость коэффициента его рыбозащитной эффективности $K_{рз}$, % от l_f , см (Мишелович, 2001).

$$K_{рз} = 100(1 - 1,76e^{-0,401l_f}).$$

Согласно этой формуле, размер рыб, при котором для УРЗ обеспечивается коэффициент рыбозащиты $K_{рз}=70\%$, составляет 4.41 см.

По мнению ООО «Гидропроект», одним из недостатков ЭРЗ является отсутствие в нем рыбоотвода, который, согласно разработанной ими трехкомпонентной схеме: рабочий орган, потокообразующий элемент, является обязательным элементом всякого рыбозащитного сооружения (Иванов, 2010). Авторы данной схемы полагают, что «причиной попадания рыб в водозаборы является пассивный скат их молоди». При этом пассивно скатываются

шаяся молодь считается аналогом движущегося в потоке воды мусора и предлагаются соответствующие способы ее защиты.

Однако известно, что кроме пассивного существует активный скат молоди, который и объясняет причину попадания в водозаборы рыб, размеры и плавательная способность которых позволяют свободно преодолевать незначительные по скорости течения в водохранилищах.

При проведении в 2010 г. испытаний УРЗ на БНС-2 КРЭС основным видом попадающих в водозабор рыб был судак, длина тела которого в августе – сентябре месяце достигала 60–100 мм. Крейсерская скорость плавания рыб такого размера могла составлять 0.077–0.120 м/с, что позволяло им не быть плывущим по течению мусором, но, подчиняясь покатному инстинкту, стремиться попасть в водозабор.

При активном скате УРЗ может эффективно работать без рыбоотводного потока: ощущая электрическую преграду, рыбы самостоятельно уходят из зоны действия поля.

Использование электрической рыбозащиты оправдано еще и тем, что экологический эффект от спасения подросшей молоди более значителен, чем от защиты личинок рыб (Таблица 1.).

Таблица 1.

Расчет промвозврата с учетом рыбозащитной эффективности и возрастной структуры рыб, попавших в Кисловскую оросительную систему (Браценюк и др., 1981).

N	Параметры	личинки	сего-летки	двух-летки годовики	двух годовики
1	Коэффициент промвозврата, %	0.01	2.0	2.0	2.0
2	Условный коэффициент рыбозащитной эффективности, %	30.0	70.0	75.0	80.0
3	Возрастная структура рыб, % от 57 млн. шт. попадавших в водозабор в 1973 г.	96.3	3.3	0.2	0.2
4	То же в 1974 г. из 31.0 млн. шт.	93.1	5.0	0.3	0.04
5	Промвозврат с учетом эффективности рыбозащиты в 1973 г., шт.	1664	26600	1730	1840
6	То же в 1974 г., шт.	883	22120	1422	244
7	Промвозврат отдельно для личинок и остальной молоди, в 1973 г., шт.	1664	30170		
8	То же в 1974 г.	883	23786		

Из таблицы следует, что, суммарный рыбохозяйственный эффект от работы РЗУ для сеголеток, годовиков и двухгодовиков был

бы в 1973 г в 18.1 раз выше, чем от защиты личинок, и соответственно в 26.9 раз выше в 1974 г.

Таким образом, решение о применении на водозаборе того или иного типа рыбозащитного устройства должно приниматься после всесторонней оценки гидравлической, гидрологической, климатической, ихтиологической характеристик района водозабора и анализа технических и биологических параметров различных типов РЗУ, с целью достижения максимального экологического эффекта при минимизации затрат на строительство и эксплуатацию установки.

Список литературы

- Браценюк Г.Н., Гвоздева Л.П., Сулова В.В. Определение эффективности рыбозаградителей на водозаборах Саратовского и Волгоградского водохранилищ. Сб. научных тр. ГосНИОРХ. Вып. 169. Л., 1981. С. 37–44.
- Иванов А.В. К вопросу о методах разработки современных средств защиты рыб. Рыбоохранные мелиорации и сооружения. Новочерк., 2010. С. 103–111.
- Костюрин Н.Н. Чурунов В.Н. и др. Оценка эффективности защиты молоди рыб жалюзийным экраном с гидросмывом на водозаборе АстрГРЭС // Актуальные проблемы теории и практики рыбозащиты. Астрахань, 2002. С. 41–48.
- Михайлов Н.Н., Салиенко С.Н., Костюрин Н.Н. Оценка функциональной эффективности жалюзийных рыбозащитных устройств водозаборов морских нефтегазопромысловых сооружений. Рыбо-охранные мелиорации и сооружения. Новочеркасск, «ЛИК», 2010. С. 49–54.
- Михеев П.А. Рыбозащитные сооружения и устройства. М., 2000. 405 с.
- Мишелович Г.М. Устройство для направленного перемещения рыб. а.с. СССР № 535930, бюлл. № 43. 1976.
- Мишелович Г.М. Оценка управляющих свойств электромагнитных и электроакустических полей в пресноводном рыболовстве // Сб. научных тр. Новгородской лаб. СПб: ГосНИОРХ, 1999. С. 48–61.
- Мишелович Г.М., Ващинников А.Е. Эффективность задержания разноразмерной молоди рыб униполярным электрозаградителем в ковше насосной станции. Мат-лы конф. Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных систем. Саратов, 2001. С. 109–112.
- Нусенбаум Л.М. Биологические и рыбохозяйственные обоснования средств защиты рыб на водозаборах тепловых электростанций. Отчет НИР. Фонды ГосНИОРХ. 1976.

- Оценка эффективности механической системы рыбозащиты на водозаборе Пермской ГРЭС с различными режимами работы рыбоподъемников. 2000 г. Отчет НИР. Фонды Перм. отд. ГосНИОРХ.
- Павлов Д.С., Пахоруков А.М. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 264 с.
- Уточнение эффективности рыбозащитного сооружения водозабора Череповецкой ГРЭС. 2002. Отчет. Фонды Вологодской лаб. ГосНИОРХ.
- Эрслер А.Л. Инженерно-биологическое обоснование и разработка эффективных конструкций рыбозащитных устройств на водозаборах малой производительности. Автореферат дисс. к.т.н. Новочеркасск, 1999. 36 с.
- Knudsen F.R., Sand E. and other. Avoidance responses to low frequency sound in downstream migrating Atlantic Salmon smolt // J. Fish. Biol., 1994. V.45. № 2. P. 227–233.
- Fishing with Electricity. Fish. London: News Books, 1990. 248 p.

**НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ИНЫХ ВИДОВ
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

А.В. Моисеев

*Нижегородская лаборатория ФГНУ «Государственный
научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного
хозяйства», Нижний Новгород, Россия, gosniorh@list.ru*

Согласно ГОСТ 17.1.1.01–77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения», водопользование – использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства. Многоцелевая эксплуатация водных ресурсов обуславливает необходимость регламентирования и ограничения хозяйственной деятельности в интересах сохранения водных биологических ресурсов (ВБР) и среды их обитания. В докладе не рассматриваются вопросы регулирования рыболовства, а также законодательство субъектов РФ в области охраны ВБР.

В соответствии со структурой федеральных органов исполнительной власти РФ по состоянию на май 2011 г., общее нормативно-правовое регулирование водных отношений и охрана поверхностных вод осуществляется Министерством природных ресурсов и экологии (МПРиЭ) и системой подведомственных МПРиЭ федеральных служб и агентств (Росприроднадзор, Росводресурсы, Росгидромет).

Целевую охрану водных объектов осуществляют: в местах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – Роспотребнадзор (федеральная служба Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации); в местах обитания и добычи ВБР – Федеральное агентство по рыболовству (ФАР, Росрыболовство) при Правительстве РФ. Непосредственное подчинение ФАР Правительству РФ произошло в результате длительных структурных преобразований, негативно отразившихся на системе управления рыбохозяйственной отраслью и охраной ВБР (Одинцов, 2008). Четкое разграничение функций Росрыболовства и служб МПРиЭ в области охраны водных объектов как среды обитания ВБР имеет место лишь на особо охраняемых территориях федерального значения, либо при охране занесенных в Красную книгу Российской Федерации видов. Таким образом, полномочия ФАР охватывают большую часть водного фонда РФ, что обуслав-

ливает широкое применение рыбохозяйственных нормативов и требований.

Правовой основой регулирования водных отношений в целях сохранения ВБР являются Водный кодекс РФ от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ, федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ, ряд положений федеральных законов «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ и «О животном мире» 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ, исходя из статей которых формируется система соподчиненных нормативно-правовых подзаконных актов правительства РФ (Президента) и федерального органа исполнительной власти (Росрыболовство). С учетом сложившейся к середине 2011 г. системы нормативно-правовых актов, основные направления реализации функций Росрыболовства по охране ВБР и среды их обитания при регламентировании хозяйственной деятельности могут быть сгруппированы следующим образом:

1. Принятие нормативных правовых актов в установленной сфере деятельности Агентства, согласование нормативно-методических документов других федеральных органов исполнительной власти, а также право законодательной инициативы – внесения на рассмотрение Правительства РФ проектов федеральных законов, правовых актов Президента и Правительства РФ (Постановление Правительства РФ от 11 июня 2008 г. № 444).

2. Определение целевых рыбохозяйственных показателей объектов водопользования, обуславливающих возможные ограничения по ведению хозяйственной деятельности и особенности нормирования негативного воздействия:

- установление рыбохозяйственной категории водного объекта (приказ ФАР от 17 сентября 2009 г. № 818);

- закрепление особого статуса за акваториями и береговой зоной водных объектов (Постановления Правительства РФ от 12 августа 2008 г. № 603, от 6 октября 2008 г. № 743; приказы ФАР от 15 декабря 2008 г. № 410 и № 411, от 11 февраля 2010 г. № 86);

- утверждение методик разработки нормативов качества воды и общих требований к составу и свойствам воды рыбохозяйственных водных объектов (Постановление Правительства РФ от 28 июня 2008 г. № 484; приказ ФАР от 4 августа 2009 г. № 695);

- утверждение нормативов качества воды и допустимых воздействий, в т.ч. разрабатываемые совместно или по согласованию с другими органами исполнительной власти (Постановление Прави-

тельства РФ от 30 декабря 2006 г. № 881; приказ ФАР от 18 января 2010 г. № 20).

3. Установление целевых требований к субъектам хозяйственной деятельности:

- согласование размещения новых объектов различного назначения и планируемой хозяйственной деятельности (Постановление Правительства РФ от 28 июля 2008 г. № 569);

- согласование условий водопользования при оформлении договора водопользования либо решения о предоставлении водного объекта в пользование (Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2006 г. № 844);

- согласование технологических нормативов для отдельных хозяйственных объектов, например, нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов по конкретным выпускам сточных вод (Постановление Правительства РФ от 23 июля 2007 г. № 469).

4. Взыскание ущерба, причиняемого ВБР в результате нарушений законодательства или при ведении разрешенной деятельности (непредотвращаемый природоохранными мероприятиями ущерб), а также определение порядка его компенсации, применение мер ограничительного, предупредительного и профилактического характера, направленных на недопущение юридическими лицами и гражданами нарушений в сфере охраны ВБР и среды их обитания (Постановление Правительства РФ от 11 июня 2008 г. № 444).

В целом, ФАР имеет широкие полномочия по регулированию хозяйственной деятельности на водных объектах, однако для эффективного функционирования нормативно-правовая система требует существенной доработки со стороны Росрыболовства.

Не проработаны вопросы взаимодействия с системой ведомственных служб МПРиЭ в области нормирования сточных вод. В настоящее время требования определяются исходя из соблюдения целевых нормативов качества воды, при совместном водопользовании согласно ст. 39 Водного Кодекса РФ принимаются наиболее жесткие, как правило, рыбохозяйственные нормативы. Приоритетные загрязняющие вещества и расположение створов контроля устанавливаются службами МПРиЭ без учета рыбохозяйственных особенностей водного объекта и действующих рыбохозяйственных ПДК, территориальные органы ФАР, из-за отсутствия нормативно-методических оснований, фактически не участвуют процессе регламентации производственного контроля (Моисеев, 2010). С 2015 г. нормирование качества сточных вод планируется осуществлять на основе нормативов допустимых воздей-

ствий на водные объекты, а к 2020 г. МПРиЭ предполагает перейти на новую систему нормирования воздействий на окружающую среду, основанную на принципах наилучших доступных технологий (НДТ), сохраняя в то же время статус целевых ПДК и нормативов при оценке качества воды водных объектов (Экологические нормы..., 2010). Смена принципов нормирования приведет к еще большим противоречиям при формулировании общих требований к водопользователям, осуществляющим сброс сточных вод.

Несмотря на наличие подробного регламента, крайне медленно осуществляется процесс установления рыбоохранных береговых и рыбохозяйственных заповедных зон, юридического закрепления рыбохозяйственных категорий для водных объектов и их участков. Региональные рыбохозяйственные ПДК разработаны по одному загрязняющему веществу для одного водного объекта.

Действующие в настоящее время «Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах» (Рыбоохрана..., 1996) и «Методика подсчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству в результате сброса в рыбохозяйственные водоемы сточных вод и других отходов» (Рыбоохрана..., 1988) не обеспечивают полноценное определение ущерба в современных правовых и экономических условиях. Вследствие многочисленных изменений в законодательстве, «Методика подсчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству в результате нарушения правил рыболовства и охраны рыбных запасов» (Рыбоохрана..., 1988) имеет ограниченное применение.

Росрыболовством (приказ ФАР от 1 сентября 2009 г. № 786) отменена «Инструкция о порядке осуществления контроля за эффективностью рыбозащитных устройств и проведения наблюдений за гибелью рыбы на водозаборных сооружениях», единственный нормативный документ, устанавливающий конкретные требования к оборудованию водозаборов РЗУ – СНиП 2.06. 07–87 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения».

В целом, главными недостатками нормативно-правовой системы обеспечения охраны водных биологических ресурсов являются отсутствие документов методического характера, выполняющих роль технико-биологического обоснования для формулирования требований при регулировании хозяйственной деятельности, а также подробных комплексных административно-методических указаний по рассмотрению согласуемой документации, аналогичных

по своей детальности ОНД 1–86 «Указания о порядке рассмотрения и согласования органами рыбоохраны намечаемых решений и проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений», утвержденных Министерством рыбного хозяйства СССР в 1986 г. Приказ ФАР «О согласовании размещения хозяйственных и иных объектов, а также внедрения новых технологических процессов, влияющих на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания» от 13 ноября 2009 г. № 1018, этим требованиям не удовлетворяет.

В условиях динамично изменяющегося законодательства именно комплекс нормативно-методических документов может стать основой при осуществлении подразделениями ФАР функций по охране ВБР, что позволит избежать лавинообразного возрастания количества нормативно-правовых актов и четко определить «нишу» Росрыболовства в области регулирования хозяйственной деятельности на водных объектах.

Список литературы

- В основе охраны природы – принцип НДТ // Экологические нормы. Правила. Информация. 2010. № 8. С. 2–5.
- Моисеев А.В. Проблемы нормирования качества сточных вод при осуществлении охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания/тезисы Всероссийской молодежной конференции «Вклад молодых ученых и специалистов в рыбохозяйственную науку России». СПб: ФГНУ «ГосНИОРХ». 2010. С. 118–121.
- О порядке подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование: постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2006 г. № 844 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2007. № 1 (ч. 2) ст. 295. С. 690– 695.
- О Порядке разработки и утверждения нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: постановление Правительства Рос. Федерации от 28 июня 2008 г. № 484// Собр. законодательства Рос. Федерации. 2008. № 27. ст. 3286. С. 8225.
- О Порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты: постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2006 г. № 881//Собр. законодательства Рос. Федерации. 2007. № 4. ст. 514. С. 1165.
- О Порядке утверждения нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей: постановление Правительства Рос. Федерации от 23 июля 2007

- г. № 469; в ред. постановления Правительства Рос. Федерации от 10 марта 2009 № 219 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2007. № 31. ст. 4088. С. 8723–8724.; там же. 2009. № 12. ст. 1429. С. 3441–3471.
- О Федеральном агентстве по рыболовству: постановление Правительства Рос. Федерации от 11 июня 2008 г. № 444; в ред. постановлений правительства Рос. Федерации от 13 окт. 2008 г. № 753, от 7 ноября 2008 г. № 814, от 29 дек. 2008г. № 1071, 27 янв. 2009 г. № 43, от 16 июня 2010 г. № 438, от 26 июля 2010 г. № 553, от 2 авг. 2010 г. № 589, от 28 янв. 2011 г. № 39, от 24 марта 2011 г. № 210 //Собр. законодательства Рос. Федерации. 2008. № 25. ст. 2979. С. 7782–7792.; там же. 2008. № 42. ст. 4825. С. 12771–12776.; там же. 2008. №46. ст. 5337. С. 13769–13780.; там же. 2009. № 2. ст. 253. С.631–632.; там же. 2009. № 6. ст. 738. С. 1887–1898.; там же. 2010. № 26. ст. 3350. С. 6718–6723.; там же. 2010. № 31. ст. 4251. С. 8435–8437.; там же. 2010. № 32. ст. 4330. С. 8708–8709.; там же. 2011. № 6. ст. 888. С. 2449–2460.; там же. 2011. № 14. ст. 1935. С. 4261–4270.
- Об Инструкции о порядке осуществления контроля за эффективностью рыбозащитных устройств и проведения наблюдений за гибелью рыбы на водозаборных сооружениях: приказ Федерального агентства по рыболовству от 1 сен. 2009 г. № 786 // Рос. газ. 2009. 16 дек.
- Об установлении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения и особенностей добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них и отнесенных к объектам рыболовства: приказ Федерального агентства по рыболовству от 17 сен. 2009 г. № 818 // Рос. газ. 2009. 14 окт.
- Об утверждении критериев и Порядка подготовки биологических обоснований установления рыбохозяйственных заповедных зон: приказ Федерального агентства по рыболовству от 21 июля 2009 года № 638 // Бюл. нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2009. №41. С. 82–84.
- Об утверждении методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Федерального агентства по рыболовству от 4 авг. 2009 г. № 695 // Рос. газ. 2009. 22 мая.
- Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов

- рыбохозяйственного значения: приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 янв. 2010 г. № 20 // Рос. газ. 2010. 5 марта.
- Об утверждении Порядка признания зон с особыми условиями использования территорий рыбоохранными зонами и рыбохозяйственными заповедными зонами: приказ Федерального агентства по рыболовству от 11 фев. 2010 г. № 86 // Рос. газ. 2010. 14 апр.
- Об утверждении Порядка установления на местности границ рыбоохранных зон: приказ Федерального агентства по рыболовству от 15 дек. 2008 г. № 410 // Бюл. нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2009. №5. С. 175–176.
- Об утверждении правил образования рыбохозяйственных заповедных зон: постановление правительства Рос. Федерации от 12 авг. 2008 г. № 603// Собр. законодательства Рос. Федерации. 2008. № 33. ст. 3865. С. 10420–10421.
- Об утверждении Правил согласования размещения хозяйственных и иных объектов, а также внедрения новых технологических процессов, влияющих на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания: постановление Правительства Рос. Федерации от 28 июля 2008 г. № 569 //Собр. законодательства Рос. Федерации. 2008. № 31. ст. 3740. С. 10178–10180.
- Об утверждении Правил установления рыбоохранных зон: постановление Правительства Рос. Федерации от 6 окт. 2008 г. № 743 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2008. № 41. ст. 4682. С. 12635–12636.
- Одинцов М.В. Эффективность государственного управления рыбохозяйственным комплексом Российской Федерации, в том числе контроля в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов: аналитическая записка // Бюллетень Счетной палаты Российской Федерации. 2008. №1(21). С. 184–215.
- Рыбоохрана: сборник нормативных актов /под. ред. В.Ф. Корельского.М.: Экспедитор,1996. 624 с.
- Рыбоохрана: сборник нормативных актов / под. ред. В.М. Каменцева. М.: Юрид. Лит.,1988. 616 с.

ПИТАНИЕ ОСЕТРА В КАСПИЙСКОМ МОРЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

А.И. Молодцова

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства, Астрахань, Россия. ФГУП «КаспНИРХ»

Одним из факторов влияющих на темп роста, выживаемость и численность осетра в Каспийском море является состояние его нагула в различные сезоны. Наименее изученным этот вопрос в зимний период.

Сбор материала по питанию осетровых проводился во время тралово-акустической съемки по оценке запасов осетровых, морских и других видов рыб в зимний период 2003-2006г.г. в Северном, Среднем Каспии и Южном Каспии на научно-исследовательском судне «Исследователь Каспия». Всего собрано и обработано 160 экз. осетровых рыб. Обработка материала проводилась по общепринятой методике.

Северный Каспий. Осетр зимой осваивал приглубые районы западной и восточной части Северного Каспия. В трофологическом анализе участвовали разноразмерные особи длиной 21–95 см, массой тела 0.05- 6.6 кг. Доминировали молодые особи осетра длиной до 40 см. Спектр его питания был представлен червями, ракообразными, моллюсками, рыбой и группой «прочие», куда входил песок (рис. 1).

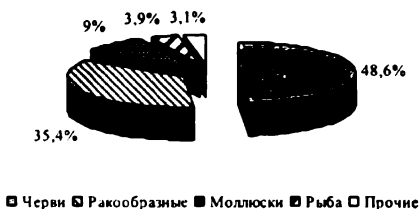


Рис. 1. Питание осетра в зимний период в Северном Каспии.

Главной пищей осетра являлись многощетинковые черви – *Hediste diversicolor* и ракообразные, характеризовавшиеся тремя видами, из которых доминировали *Dikerogammarus haemobaphes*.

Второстепенное значение играли моллюски, представленные морскими видами – *Abra ovata* и *Didacna trigonoides*. Дополняли рацион рыба, в основном бычки, и группа «прочие» – 3.9–3.1%. Общепопуляционный индекс наполнения желудка был высоким и составил 54.9⁰/1000.

У самых молодых особей осетра длиной до 40 см основу рациона составляли ракообразные и рыба (рис.2).

С увеличением длины тела осетра с 41 до 80 см в рационе доминировали ракообразные. Старшевозрастные группы осетра длиной 81–120 см интенсивно питались нерендами – 72.0%. Накормленность у всех разноразмерных особей была высокой. Максимальные показатели общего индекса наполнения желудков отмечены у старшевозрастных групп длиной 81–120 см (рис. 2).

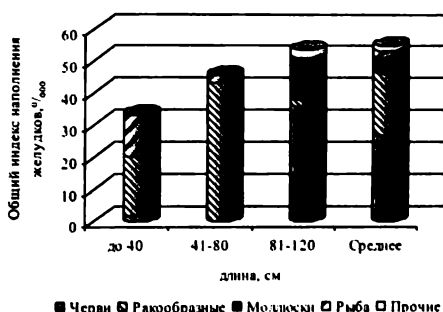


Рис. 2. Питание разноразмерного осетра в зимний период в Северном Каспии.

Разновозрастной осетр обитал в разноглубинных зонах. Молодые особи осетра длиной до 40 см осваивали приглубую зону с глубинами от 6.1 до 20 м. На глубине от 20.1 до 50 м нагуливались в основном взрослые особи.

Рассматривая особенности питания осетра в различных зонах глубин, было выявлено, что спектр питания его был аналогичен, однако соотношение различных групп организмов было неодинаковым. Главной пищей осетра в зоне глубин до 20 м являлись ракообразные. С увеличением глубины от 20 до 50 м основу рациона составляли неренды и рыба – 50.2 и 33.3% по массе. Накормленность осетра в различных зонах глубин была высокой. Максималь-

ные показатели общего индекса наполнения желудка отмечены в зоне меньших глубин.

Спектр питания осетра в западной и восточной частях Северного Каспия был аналогичен. Отличия состояли в различном соотношении кормовых организмов.

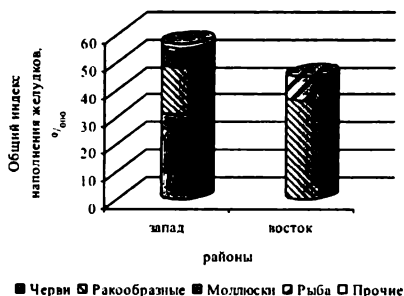


Рис. 3. Питание осетра в зимний период в различных районах Северного Каспия.

Главным кормом осетра в западной части Северного Каспия являлись многощетинковые черви – *H. diversicolor* – 54.3% (рис. 3). Второстепенное значение имели ракообразные. У всех разновозрастных рыб накормленность характеризовалась высокой величиной 49.7–71.6‰, максимальная величина отмечена у самых молодых особей длиной до 40 см на глубинах до 20 м. Общепопуляционный индекс наполнения желудка составил 54.9‰.

В восточной части моря спектр питания осетра зимой включал ракообразных, представленных гаммаридами и рыбу. Доминировали в пищевом рационе осетра гаммариды – *D. haemobaphes*. Накормленность осетра находилась на уровне 41.7‰. Наиболее благоприятные условия для откорма осетра складывались на глубинах до 20 м. С увеличением глубины до 50 м показатели интенсивности питания уменьшались.

Средний Каспий. В Среднем Каспии зимой осетр нагуливался на глубинах от 20 до 50 м. Спектр питания его не отличался от такового в Северном Каспии и состоял из червей, ракообразных, моллюсков, рыбы и группы «прочие».

Черви были представлены многощетинковыми – nereidami и олигохетами. Ракообразные характеризовались гаммаридами, ку-

мовыми, корофидами и усоногими – баянус. Моллюски характеризовались шестью видами, из которых преимущественное значение имели два морские вида – *Mytilaster lineatus* и *Didacna trigonoides*. Из рыбы встречались бычки.

Главной пищей осетра в этой части моря были моллюски и ракообразные – 47.7% и 32.2% соответственно (рис. 4). Второстепенное значение имела рыба и черви.

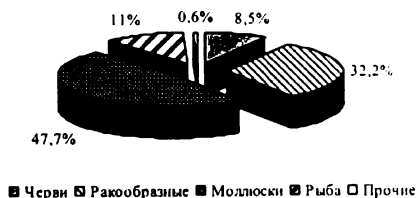


Рис. 4. Питание осетра в зимний период в Среднем Каспии.

Общий индекс наполнения желудка был высокий и составил 34.9‰. Молодь осетра длиной до 40 см избирала ракообразных – 77.9% (рис. 5).

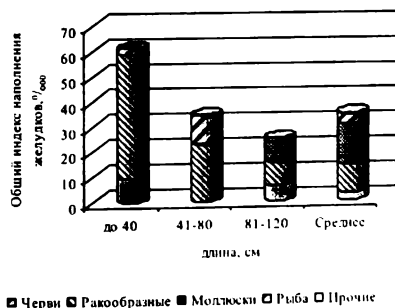


Рис. 5. Питание разноразмерного осетра в зимний период в Среднем Каспии.

Накормленность характеризовалась высокими показателями $102.3^{0/000}$.

С увеличением длины тела от 40 до 120 см в составе рациона осетра роль ракообразных понижалась до 36%, а значение рыбы возросло. Главной пищей взрослых особей осетра длиной 81–120 см являлись ракообразные (36%), моллюски (33.1%) и нереиды (25.0%).

Общие индексы наполнения понизились по сравнению с самыми молодыми, но характеризовались довольно высокими показателями – $34.7\text{--}25.2^{0/000}$. Рыбы длиной свыше 120 см питались моллюсками, интенсивность питания их была более высокой – $50.8^{0/000}$.

Качественная и количественная характеристика питания осетра в зимний период в западной и восточной частях Среднего Каспия были неодинаковые.

В западной части Среднего Каспия основу рациона осетра составляли ракообразные – 68.4%. Второстепенное значение играли черви, моллюски и рыба (рис. 5). Общий индекс наполнения желудка характеризовался высокой величиной – $139.6^{0/000}$.

Самые молодые особи осетра длиной до 40 см в западной части Среднего Каспия интенсивно питались ракообразными и нереидами. С увеличением длины тела осетра до 80 см произошла замена нереид частично на ракообразных и они стали главным кормом и частично на моллюсков. Накормленность у разноразмерных групп осетра характеризовалась очень высокими показателями – $139.6\text{--}174.6^{0/000}$.

В восточной части Среднего Каспия главным кормом осетра являлись моллюски, составляющие 53.0% (рис. 6). Второстепенное значение имели ракообразные – 26.8% дополняли их черви (8.6%) и рыба (11.3%). Общий индекс наполнения желудка составил $33.1^{0/000}$.

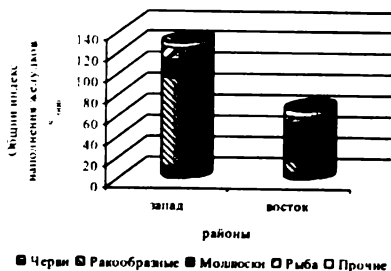


Рис. 6. Питание осетра в зимний период в различных районах Среднего Каспия.

В составе пищи молоди осетра длиной до 40 см доминировали ракообразные. Общие индексы наполнения имели средние показатели – 36,8⁰/₁₀₀₀.

С увеличением длины тела осетра в восточной части Среднего Каспия в его рационе повышалась роль нереид, рыбы и моллюсков. Взрослые особи осетра характеризовались высокой величиной общего индекса наполнения желудка.

Особенности характера питания разноразмерного осетра в различных частях Каспия обусловлены возрастными изменениями и развитием кормовых организмов бентофауны.

Южный Каспий. В юго-восточной части Каспия осетр в анализе был также представлен в основном особями длиной 41–80 см. Спектр питания осетра включал червей, высших ракообразных, моллюсков и рыбу. Черви были представлены полихетой – *Hediste diversicolor*, ракообразные – крабом – *Rhithropanopeus harrisi*. Моллюски характеризовались двумя видами, из которых доминировала *Abra ovata*. Из рыбы осетр избирал бычков, резе пуголовок, кильку обыкновенную.

Основу рациона осетра в зимний период в восточной части Южного Каспия составляли моллюски и рыба, занимающие 53,4% и 32,8% по массе соответственно (рис. 7).



Рис. 7. Питание осетра в зимний период в Южном Каспии.

Ракообразные и черви играли небольшую роль – 6,0 и 4,2% соответственно. Общепопуляционная накормленность составила 31,5⁰/₁₀₀₀.

В пище самых младших возрастных групп длиной до 40 см осетра доминировали нереиды, дополняла рыба. Накормленность характеризовалась высокой величиной (рис. 8).

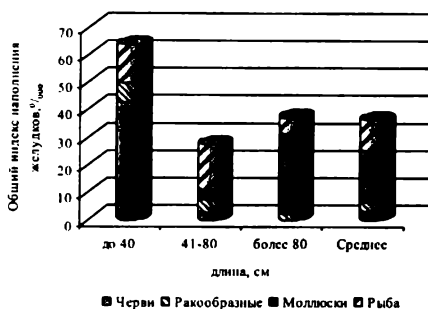


Рис. 8. Питание разноразмерного осетра в зимний период в Южном Каспии.

У рыб длиной 41–80 см главным кормом была рыба. Дополняли ее ракообразные, черви и моллюски. Общие индексы наполнения желудков понизились до $17.4^{0}/_{000}$. Взрослые особи осетра длиной более 80 см перешли на питание моллюсками и характеризовались высокой интенсивностью питания – $33.6^{0}/_{000}$.

Характер питания осетра в разных зонах глубин был неодинаков. В мелководных участках моря с глубинами до 20 м осетр откармливался на рыбе и ракообразных, а на глубинах от 21 до 50 м и выше – на моллюсках и рыбе. Более комфортные условия для нагула осетра в Южном Каспии в зимний период наблюдались в районах с глубинами до 20 м.

Следовательно, представленные материалы по питанию осетра в зимний период нагула в 2003–2006 годах в различных частях Каспийского моря свидетельствуют о том, что спектр питания у них аналогичен, а отличия состояли в количественном соотношении кормовых организмов и показателя степени накормленности рыб.

В Северном Каспии главным кормом осетра в зимний период являются nereidy и ракообразные в равном соотношении в зависимости от длины тела.

Общепопуляционная накормленность была высокой ($54.9^{0}/_{000}$).

В Среднем Каспии в отличие от Северного осетр питался в основном моллюсками и ракообразными. Общий индекс наполнения желудков был несколько ниже, чем в Северном Каспии, но характеризовался довольно высокими показателями – $34.9^{0}/_{000}$.

Наиболее благоприятные условия для нагула разновозрастного осетра в Среднем Каспии складывались в западной части Среднего Каспия. В восточной части Среднего Каспия высокая степень накормленности отмечена лишь у старшевозрастных групп, питающихся моллюсками.

В Южном Каспии также как и в Среднем главным кормом были моллюски. Общепопуляционная накормленность в Южном Каспии была на уровне Среднего Каспия и характеризовалась высокой величиной – $31.5^{0/000}$.

Таким образом, условия нагула осетра в Северном, Среднем и восточной части Южного Каспия в 2003–2006 годах в зимний период оцениваются как удовлетворительные.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ В ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМАХ БАСЕЙНА НИЖНЕГО ИРТЫША

А.Д. Мочек, Э.С. Борисенко, Д.С. Павлов

*Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН, Москва Россия
amochek@yandex.ru*

Введение. Распределение рыб представляет собой континуальный процесс разномасштабного перемещения особей. Этого явление относится к числу базовых категорий при анализе биоресурсного потенциала водных экосистем, формировании рациональных подходов его использования (Павлов, Мочек, 2009). Особенности распределения отражают характер среды обитания рыб, обуславливают успешность их откорма, выживания и воспроизводства. Таким образом, фундаментальное изучение проблемы биологических ресурсов внутренних водоемов подразумевает проведение исследований распределения рыб.

Широко известно, что состояние экосистем внутренних водоемов претерпевает существенные сезонные изменения, соответственно модифицируется и биологическая роль различных биотопических комплексов. Так, с наступлением половодья акватория рек многократно увеличиваются за счет затопления пойменных территорий и формирования здесь мозаичного разнообразия временных водных биотопов. Существенное и многоплановое биологическое значение пойменных акваторий для рыб хорошо изучено – это места нереста, развития молоди, откорма (Поддубный, Малинин, 1988; Павлов, Мочек, 2006; Welcomme, 1985). Освоение пойменных акваторий рыбами происходит по мере повышения уровня воды в реке за счет таяния снегов, дождевых осадков и соответствующего поступления в пойму водных масс.

В пойменных водоемах рыбы перемещаются по мелким ручьям, рассредоточиваются в биотопах затопленных лугов и кустарников, в массе концентрируются в котловинах пойменных озер. В общем плане, заход рыб в пойменные водоемы, равно как их последующее оставление поймы по мере падения уровня воды, имеют очевидный сезонный характер и связаны, главным образом, с изменением физиологического статуса особей. Вместе с тем, ситуационные перемещения рыб в пределах постоянных биотопов водотока и вновь образовавшихся пойменных стаций имеют циркадную ритмику обусловленную характером эволюционных взаимодействий в системе «триотрофа» (Мантейфель, 1980).

Обь-Иртышский бассейн изобилует многочисленными, разнообразными по своей природе, условиям и размерам пойменными водоемами, а степень заполнения поймы имеет решающее значение для формирования рыбных ресурсов бассейна в целом (Иоганзен, 1972; Богданов, 1996). По руслу Нижнего Иртыша, на протяжении всего лишь десятка километров, можно встретить ряд разнообразных пойменных водоемов. Закономерно, что организация их рыбного населения – состав и особенности распределения имеют универсальные черты, но, одновременно, характеризуются рядом особенностей.

Целью настоящей работы является сравнительное исследование распределения рыб в различных пойменных водоемах Нижнего Иртыша – пойменной протоке (пр. Варпак), на акватории изолированного озера (оз. Арынное) и крупном, сообщающемся с основным водотоком крупном пойменном комплексе (Укинский сор).

Методика. Исследование выполнено с помощью семейства программно-технических гидроакустических комплексов «Асмор», «Панкор», «Неткор». Комплексы функционируют на основе гидроакустического метода обнаружения рыб, определения их численности, размера и биомассы с использованием вертикального зондирования в направлении от поверхности ко дну (гидроакустический программно-технический комплекс «Асмор» для водоемов с глубинами >5 м), горизонтального и наклонного зондирования относительно поверхности воды (гидроакустические программно-технические комплексы «Панкор» – для мелководья и «Неткор» – для малых водотоков). Гидроакустическую съемку размещения рыб в водоеме при помощи комплексов «Асмор» и «Панкор» осуществляли с моторной лодки или катера, перемещавшихся галсами, согласно общепринятым методикам. Изучение хода и ската рыб по водотоку выполняли в постоянном режиме, на протяжении нескольких суток, со стационарных платформ с помощью комплекса «Неткор». Во всех использованных приборах сигналы гидроакустических датчиков передавались по проводам или радиоканалу на ноутбук, где происходило их автоматическое преобразование в цифровой формат и запись на жесткий диск. Полученные эхограммы обрабатывали с применением оригинального программного обеспечения в камеральных условиях. Анализ эхограмм предусматривал определение численности, плотности, размерного состава скоплений рыб, выявление характера размещения рыб, определение направления их перемещений, численности, суточной ритмики распределения в водотоке.

Для определения видового состава и биологического состояния рыб на исследуемых акваториях выполняли обловы ставными сетями (размер ячеи 14, 25, 35, 45, 55, 65мм, длина сети 35–75м), а также мальковым тралом. В дальнейшем осуществляли биологический анализ выловленных рыб на основе традиционных ихтиологических методик (Правдин, 1939).

Результаты. Озеро Арынное. Оз. Арынное представляет собой типичный лимнический водоем. На акватории озера наблюдаются только ветровые течения, в то время как перемещения водных масс ассоциированных с течением основной реки Иртыша на протяжении нескольких лет в водоеме отсутствуют. Общая площадь акватории озера составила 7.7га.

Исследования рыбного населения в этом замкнутом водоеме показывают, что характер размещения рыб в водоеме не меняется на протяжении нескольких лет, оставаясь агрегированным, в пространстве, и динамичным, в суточном аспекте. Максимально заселенной рыбами оказались мелководные западная и восточная оконечности озера по границе зарослей макрофитов. Преимущественно прибрежное размещение рыб наблюдается главным образом днем, когда подавляющая часть рыбного населения тяготеет к укрытиям в зарослях. С наступлением ночи многие рыбы покидают зарослевую зону и откочевывают в открытую часть озера. Однако преимущественное размещение скоплений рыб на полярных оконечностях озера сохраняется круглосуточно. Сезонные перемещения рыб – нерестовые и покатные миграции, связанные с половодьем в озере Арынное не наблюдались.

По прошествии 3-х лет от момента последнего соединения этого водоема с Иртышом, рыбное население озера представлено главным образом серебряным карасем (*Carassius auratus* (Linnaeus)) – более 90% численности, а также золотым карасем (*Carassius carassius* (Linnaeus)). По-видимому, крайнюю таксономическая скудность ихтиофауны оз. Арынное следует объяснять тем обстоятельством, что малый уровень половодья в прошедший 3-х летний период не обеспечил соединение озера с рекой Иртыш и, соответственно, обмен ихтиофауной между двумя водоемами оказался невозможным. Зимой озеро Арынное сильно мелеет и на акватории происходит замор. На протяжении 2-х лет в этом водоеме все большую представительность приобретает ротан (*Perccottus glenii* Dybowski). Рыбы этого вида, подобно карасям, выдерживают зимний дефицит кислорода, успешно размножаются и растут, питаются, в том числе, молодь карасей. Вероятно по этой причине пополне-

ние стада карасей снижено и, соответственно, имеет место своеобразная размерная структура их популяции – наибольшая численность карасей представлена не молодой, а взрослыми особями средних размеров. Следует предположить, что при отсутствии высоких паводков в ближайшие несколько лет произойдет существенная деградация ресурсной базы оз. Арынного.

Укинский сор. Укинский сор – весьма крупный, в локальном аспекте, комплекс разнородных пойменных водоемов. Сор включает обширную лимническую акваторию – озеро подковообразной формы и лотическую часть – крупные протоки, соединяющие пойму с руслом Иртыша. Общая площадь только лимнической акватории сора составила около 40 кв. км, а с учетом лотической акватории – многочисленных протоков различной протяженности, площадь водного зеркала этого пойменного комплекса многократно возрастает.

Необходимо подчеркнуть, что суммарное значение размера водной поверхности пойменного комплекса не дает исчерпывающее представление о биологическом значении этого объекта. Различные компоненты комплекса играют в жизни рыб неодинаковую роль. Так, если акватория озера представляет для рыб, в основном, репродуктивную и трофическую зону, то протоки являются, главным образом, их транспортными путями. Наиболее интенсивные перемещения рыб по протокам осуществляются в весенне-летний период, когда происходит нерест рыб, интенсивный рост и откорм развивающейся молоди. Следует учитывать, что цветность и мутность воды в лотической и лимнической частях комплекса различны. В озере вода однородна, имеет коричневый оттенок за счет болотных водоемов и относительно прозрачна. Протоки заполняют разнородные водные массы: нижняя часть большинства пойменных протоков наполнена мутной водой Иртыша, цвета «кофе с молоком», а верховья протоков заполнены коричневой относительно прозрачной водой из пойменного озера.

Размещение рыб на акватории озера носит агрегированный характер с образованием участков повышенной концентрации, локализация которых меняется в суточном аспекте. Также как и в других пойменных водоемах, наибольшее число рыб на открытых акваториях озера обнаруживается в темное время суток. Дневное распределение рыб по всему пойменному комплексу характеризуется их предпочтением прибрежных участков, занятых водной или затопленной наземной растительностью. Суточная интенсивность перемещений рыб по протокам в суточном аспекте носит сложный характер. Согласно предварительным данным, миграции рыб в крупных протоках

с повышенной мутностью воды не имеют четко выраженного ночного максимума. Напротив, учет проходящих вверх и вниз относительно течения рыб, выявил необычное для других водоемов возрастание их активности в светлое время: с 5 часов по 23 часа местного времени, численность поклатников и вновь заходящих в пойму крупных особей наиболее высока. Размерный состав учтенных рыб характеризовался численным преобладанием ранней молодежи. Безусловно, что феномен преимущественно дневной активности рыб в укинской протоке требует дальнейшего изучения.

Облов ставными сетями пойменного массива показал, что рыбное население Укинского сора представлено фоновыми для нижней части бассейна Иртыша видами. Это – плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus)), язь (*Leuciscus idus* (Linnaeus)), лещ (*Abramis brama* (Linnaeus)), золотой карась, серебряный карась, окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus), ерш, (*Gymnocephalus cernus* (Linnaeus)), судак (*Stizostedion lucioperca* (Linnaeus)), щука (*Esox lucius* Linnaeus), стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.). Рыбное население лимнической акватории представлено особями разных размеров, причем в численном отношении абсолютно доминирует молодежь длиной менее 5 см. Значительную долю рыбного населения лотической акватории составляют особи средних размеров – от 5 до 15 см. Кроме того, в озере обитает много рыб крупных размеров, длина тела которых превышает 35 см.

Протока Варпак. Протока Варпак соединяет во время половодья правобережную пойму и основное русло Иртыша. Глубина этой протоки в низовье, при максимальном уровне воды, достигает 8 м, а в межень период водоток пересыхает почти полностью. При «большой воде» по Варпаку моторная лодка проходит вверхостояние до 2 км. Общая площадь исследованной акватории протоки составила 2 га.

Исследования распределения рыб в пойменной протоке носили двоякую направленность – анализ размещения рыб на акватории, – изучение перемещений рыб по водотоку, главным образом, в суточном аспекте. С этой целью были проведены мобильные гидроакустические съемки, в темное и светлое время суток, на всем протяжении водотока, а также постоянная, на протяжении нескольких суток, стационарная регистрация перемещений рыб по сечению водотока, в нижней его части.

Ихтиофауна пойменной протоки включает фоновые для бассейна Нижнего Иртыша виды рыб: окунь, плотва, елец (*Leuciscus leuciscus* (Linnaeus)), язь, лещ, серебряный карась, щука. Основу рыбного населения водотока представляет ранняя молодежь (размером до

2 см) и подростки мальки (размером 2–5 см). Мелкие особи этой размерной группы составляют по численности 81% от всех зарегистрированных рыб. Особи средних размеров (5–10 см), преимущественно годовики карповых, существенно уступают по численности ранней молодежи. Еще малочисленной оказываются рыбы сравнительно крупных размеров (от 10 см и более). Наиболее представительны в этой размерной группе хищники, жилае, а также проходившие из Иртыша в нижнюю часть протоки – окуни и щуки.

Размещение рыб в протоке Варпак носит агрегированный характер вне зависимости от времени суток. Рыбы на исследованном отрезке водотока протяженностью до 2 км, формируют несколько центров повышенной концентрации – 6 участков днем и 15 участков ночью. При сопоставлении результатов гидроакустических съемок в разное время суток хорошо заметно возрастание общей численности рыб на открытых акваториях, а также плотности их скоплений ночью сравнительно с днем.

Исследования осуществлялись в период падения уровня воды на пойме и, соответственно, интенсивного ската молодежи в Иртыш. Установлено, что перемещение рыб вниз по течению – скат молодежи из Варпака, был наиболее интенсивен в сумеречно-ночное время. Нарастание численности покатной молодежи имело место с наступлением ночи – около 22-х часов местного времени. В предутренние часы – с 3-х до 4-х часов по местному времени, численность покатников возрастала лавинообразно и молодежь скатывалась сплошной массой. Резкое уменьшение числа скатывающейся молодежи наблюдалось ранним утром с 5-ти часов по местному времени. Днем из протоки Варпак в Иртыш скатывалось относительно равномерно небольшое количество молодежи. Ход рыб в обратном направлении, против течения, из Иртыша в Варпак, т.е. на акваторию поймы, носил в течение суток равномерный характер. Абсолютное большинство рыб, перемещавшихся по Варпаку, было представлено ранней молодежью.

Мобильная гидроакустическая съемка, проводимая на различных участках водотока, позволила наблюдать процесс образования массивированного ската. С наступлением темноты масса молодежь отходила от берегов и формировала многочисленные скопления на открытых участках водотока. Образованные таким образом агрегации личинок и мальков, насчитывающие тысячи особей, медленно перемещалась вниз по протоке. В пределах одной летней ночи, продолжающейся не более 4-х часов, покатники не успевали достичь Иртыша и на утренней зоре в массе покидали открытые акватории, скрываясь в прибрежных зарослях уже на новых, ниже-

жащих, участках протоки. С наступлением следующей ночи процесс повторялся для каждой из ночных группировок малоразмерных рыб, вплоть до достижения ими основного русла Иртыша.

Обсуждение. Проведенные исследования представляют собой основу для сравнения организации рыбного населения в трех различных пойменных водоемах Нижнего Иртыша. В таблице представлены результаты сравнения организации рыбного населения на этих акваториях. Полученные материалы свидетельствуют о принципиальном сходстве организации рыбного населения на большей части залитой поймы Нижнего Иртыша. В том числе, во всех водоемах наблюдается агрегированность размещения рыбного населения на акватории, прослеживаются суточные кочевки с выходом большинства рыб на открытые акватории в темное время суток и последующим их возвращением, на утренней зоре – в прибрежье поросшее макрофитами.

Наиболее многочисленной ценотической группой рыб во всех исследованных пойменных водоемах, за исключением изолированного озера, были личинки и мальки карповых. В изолированном от Иртыша пойменном озере Арынное наблюдается прогрессирующая деградация биоресурсной базы. Выявлена неординарная размерная структура популяции господствующего здесь серебряного караса – наиболее многочисленна в водоеме не молодь, а взрослые особи. Предполагается, что при условии низких паводков, в ближайшие годы произойдет замещение аборигенного промыслового объекта, инвазийным сорным видом – ротаном.

Установлено, что ихтиофауна открытого пойменного комплекса – важнейшего компонента речной системы Иртыша, характеризуется естественным таксономическим разнообразием – здесь обитает большинство фоновых видов бассейна. Размерная структура рыбного населения этого водного объекта включает многочисленную когорту молоди, существенное число особей средних и крупных особей.

Исследования распределения рыб в пойменных биотопах Нижнего Иртыша позволили выявить особенности и приспособительное значение этого динамичного процесса, дать количественную характеристику размещения рыб на акватории различных водоемов, выявить суточную ритмику их перемещений. Полученные данные подтверждают необходимость рассмотрения распределения рыб, как постоянного процесса разномасштабного перемещения особей во времени и пространстве. Эта системная адаптация обеспечивает оптимальный режим использования рыбами биологических ресурсов речного бассейна.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика рыбного населения пойменных водоемов бассейна Нижнего Иртыша (состояние в июне – июле)

Название водоема	оз. Арынное	Укинский сор	протока Варпак
Тип водоема	Замкнутое озеро	Пойменный массив	Пойменная протока
Количество видов рыб	3	10	7
Характер размещение на акватории	Агрегации	Агрегации	Агрегации
Средняя плотность (тыс. экз./га)	3.5	3.9	6.9
Доминирующая группа	Молодь карповых	Молодь карповых	Серебряный карась средних размеров
Суточные кочевки	Да	Да	Да
Суточная ритмика покатной миграции	Нет миграции	Дневная миграция	Ночная миграция

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке: Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга»; Грантов РФФИ 10-04-00347-а; 11-04-10036-к; Проекта научной школы «Экологические аспекты адаптаций и популяционная организация рыб» (проект НШ-3231.2010.4); частично поддержана ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (Госконтракт № 02.740.11.0280).

Список литературы

- Богданов В.Д. Состояние воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири. Тюмень. 1996. С.11–22.
- Иогансен Б.Г. Зональное и биотопическое распределение рыб в долине Оби// Биологические ресурсы поймы Оби. Новосибирск. Изд-во Наука. 1972. С. 270–291.
- Мантейфель Б.П. Экология поведения животных. М.: Изд-во «Наука», 1980. 220 с.
- Павлов Д.С., Мочек А.Д. Рыбные ресурсы Обь-Иртышского бассейна и роль зимовальных ям в их формировании // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: «КМК», 2006. С. 132–137.

- Павлов Д.С., Мочек А.Д. Распределение рыб в реках как динамичное явление // Усп. соврем. биологии. 2009. Т. 29. № 6. С. 528–537.
- Поддубный А.Г., Малинин Л.К. Миграции рыб во внутренних водоемах. М.: ВО «Агропромиздат», 1988. 223 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Л.: ЛГУ, 1939. 245 с.
- Welcomme R.L., River fisheries. FAO Fish. Tech. Pap. (262). 1985. 330 p.

БИОРЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Т.К. Мурзашев, А.И. Ким

*Западно-Казахстанский филиал Казахского научно-
исследовательского института рыбного хозяйства, г. Уральск,
Казахстан, zkonpc@mail.ru*

Водный фонд Западно-Казахстанской области насчитывает около 100 озер общей площадью более 47 тыс.га, 35 водохранилищ и прудов (около 15 тыс. га), более 60 малых рек общей протяженностью 1125 км [1]. Основным же крупным водотоком является трансграничная р.Урал, имеющая международное значение и общую протяженность в пределах области около 800 км.

Несмотря на то, что промысел биоресурсов на р.Урал не ведется, участок реки, расположенный на территории области, имеет исключительно важное значение для воспроизводства запасов осетровых и частиковых рыб Урало-Каспийского бассейна, в силу наличия здесь высокoeffективных нерестилищ. Так, площадь русловых и прирусловых нерестилищ литофильных рыб составляет около 1 тыс. га, а площадь заливных пойменных нерестилищ в многоводные паводки доходит до 5 тыс. га. Промысловые запасы туводных частиковых рыб (лещ, жерех, сазан, чехонь, плотва, густера, синец, сом, судак, берш) в последние годы оцениваются здесь суммарной величиной порядка 750–900 т. Наиболее многочисленными промысловыми видами являются лещ, густера, плотва, чехонь, синец [2].

Из всех водоемов местного значения 55 относятся к числу рыбохозяйственных (общей площадью 47.5 тыс. га). Закреплено за природопользователями для рыбохозяйственного освоения 29 водоемов. Таким образом, 75% площадей водного фонда области имеет рыбохозяйственный статус. Остальные водоемы характеризуются чрезвычайно нестабильным гидрологическим режимом (маловодностью, высокой замороопасностью, частичным пересыханием в засушливые годы), что делает их малорентабельными для промыслового освоения.

Самым крупным из озер области является соленоводное оз. Шалкар, площадь которого превышает 21 тыс. га. Ихтиофауна водоема представлена такими видами как лещ, сазан, вобла, красноперка, линь, карась, судак, окунь, щука. Основным промысловым видом является лещ, который здесь отличается быстрым ростом и

высокой упитанностью. В настоящее время промысловые запасы рыб в водоеме оцениваются величинами порядка 20–40 кг/га.

В правобережье р.Урал и далее к западу области расположены соответственно две крупные водные системы: Урало-Кушумская оросительно-обводнительная система (УКООС) и Камыш-Самарская водная система (КСВС). Обводнение первой идет из Урало-Кушумского канала, второй – из рек Большой и Малый Узени.

В пределах УКООС расположено 4 водохранилища общей площадью до 18 тыс. га и 7 больших озер (9 тыс. га). Промысловая ихтиофауна представлена такими видами как карась, сазан, судак, лещ, плотва, густера, чехонь, синец, щука, сом, окунь. Основными промысловыми являются первые 4 вида. Показатели рыбопродуктивности здесь несколько выше, чем в оз. Шалкар – 25–60 кг/га. Это связано с более обильной кормовой базой и стабильной подпиткой воды из Урало-Кушумского канала.

Гидрологический режим озер КСВС полностью зависит от речного стока трансграничных рек Большой и Малый Узени. Вследствие зарегулированности среднего течения данных рек и накопления воды в водохранилищах за пределами Казахстана, в маловодные годы подается минимальный объем воды, что приводит к высыханию озер до средних глубин 0,7 м. Это является основным лимитирующим фактором для рыбопродуктивности, которая относительно невелика – около 15–20 кг/га. Основным промысловым видом здесь является жизнестойкий карась, который заметно отстает по темпам роста и упитанности от карася Урало-Кушумских водоемов. Развитие популяций более ценных рыб ограничивается повышенной замороопасностью и маловодностью водоемов.

Остальные рыбохозяйственные водоемы Западно-Казахстанской области не выделены в отдельные водные системы и представляют собой ряд озер, небольших водохранилищ, прудов и малых рек. Рыбное население в них представлено главным образом видами мелкого частика (карась, линь, лещ, плотва, красноперка, густера, щука, окунь). Ввиду повышенной замороопасности водоемов, основными видами являются карась или линь. Причем в небольших водоемах данные виды совместно не обитают, на основании чего можно говорить о существовании межвидовой конкуренции.

До 1991 г. добыча естественных водных биоресурсов в области достигала 1400 т в год. Полноценно функционировала крупная рыбодобывающая организация – Уральский рыбокомбинат, на долю которого приходилось более половины добываемой в области ры-

бы. Рыбокомбинат занимался переработкой рыбопродукции, осуществлял рыбоводно-мелиоративные и охранные мероприятия.

В первое десятилетие перехода к рыночной экономике произошли существенные негативные изменения рыбохозяйственной отрасли. Было полностью прекращено финансирование всех мероприятий по воспроизводству рыбных запасов, разрушилась сложившаяся годами оптимальная структура организации и ведения промысла, значительно усилилось браконьерство. Одновременно произошло ослабление контроля за промыслом со стороны природоохранных и рыбоохранных государственных структур.

В результате к началу текущего столетия годовой объем промыслового вылова рыбы упал ниже уровня 100 т. Лишь в последнее десятилетие благодаря проводимой слаженной рыбохозяйственной политике и совершенствованию нормативно-правовой базы удалось переломить негативную тенденцию снижения добычи водных биоресурсов в области (рис. 1). Увеличение объемов вылова связано с развитием промысла на ранее не осваиваемых водоемах. Из года в год стабильно растет количество водоемов, закрепляемых за природопользователями. Последние, в свою очередь, вкладывая средства в техническое оснащение, проведение текущей мелиорации и охранную службу, получают возможность для более полного освоения биоресурсов водоемов.

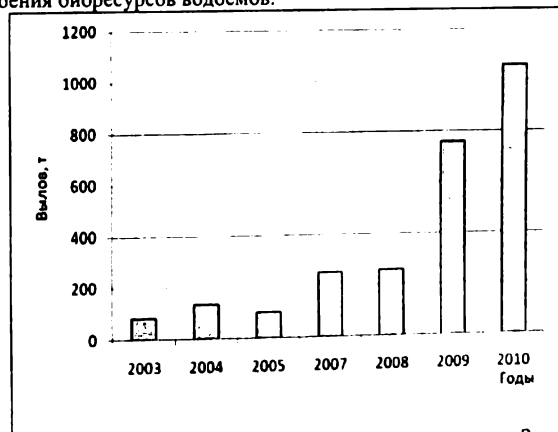


Рис. 1. Динамика промыслового вылова рыбы в водоемах Западно-Казахстанской области за последние годы.

Промысловая рыбопродуктивность в целом по водоемам области достигает 20–25 кг/га, что в 3–4 раза выше, чем на интенсивно осваиваемых промыслом водохранилищах Нижней Волги (Шашуловский и др., 2007) [3].

Вместе с тем, расширение частного предпринимательства в промысле породило новую проблему. В настоящее время на облавливаемых водоемах происходит селективное изъятие наиболее ценных в коммерческом отношении видов рыб. На водоемах преобладает сетной лов, активные неводные орудия лова практически не используются на промысле.

Результатом такого одностороннего рыболовного пресса стало постепенное замещение ценных рыб их экологическими конкурентами, как правило, малоценными видами. Преодолеть эту негативную тенденцию, в значительной мере призвана организация повидового нормирования добычи рыбы на основе утвержденных объемов общего допустимого улова (ОДУ), которые в свою очередь устанавливаются в результате научных исследований состояния и запасов водных биоресурсов.

Проведенная оценка водных биоресурсов показала (табл.1), что запасы рыб в основных наиболее крупных рыбохозяйственных водоемах области составляют порядка 1700 т. Общий допустимый улов на 2011 г. – более 600 т.

Таблица 1.

Запасы водных биоресурсов в основных рыбохозяйственных водоемах Западно-Казахстанской области, т

Виды рыб	Оз. Шалкар	Водоемы УКООС	Водоемы КСВС	Прочие водоемы
Крупный частик	770	150	126	8
Мелкий частик	190	290	120	48
Итого	960	440	246	56
Доля в запасе, %	56.5	25.8	14.4	3.3

Лидирующее рыбохозяйственное значение в области занимает оз. Шалкар, на долю которого приходится 56% совокупного запаса. Второе место принадлежит водоемам УКООС – порядка 25% запаса. Таким образом, отмеченные выше водоемы могут дать до 80–85% общего объема вылавливаемой в области рыбы.

Основная масса в общем запасе рыб приходится на долю леща (600 т) (рис.2). Удельный вес ресурсов сазана составляет около 400 т. Далее в порядке убывания запасов от 230 до 20 т следует группа малоценных мелкочастиковых видов (красноперка, карась, окунь, плотва, линь, язь, густера), которые дают в сумме около 630 т биоресурсов. Совокупные запасы таких ценных в коммерческом отношении рыб, как щука, судак, сом, жерех оцениваются в пределах от 4 до 16 т каждого вида.

Как было указано выше, на водоемах области наблюдается стойкая тенденция замещения ценных крупночастиковых видов рыб малоценным мелким частиком. Этому способствует селективный сетной лов, существенное снижение общей промысловой нагрузки и полное отсутствие активного неводного промысла, который в определенной мере сдерживает зарастание литоральных участков. Прогрессирующее зарастание водоемов в свою очередь способствует расширению площади биотопов для основных видов мелкочастиковых рыб (красноперка, карась, окунь, плотва, линь и др.).

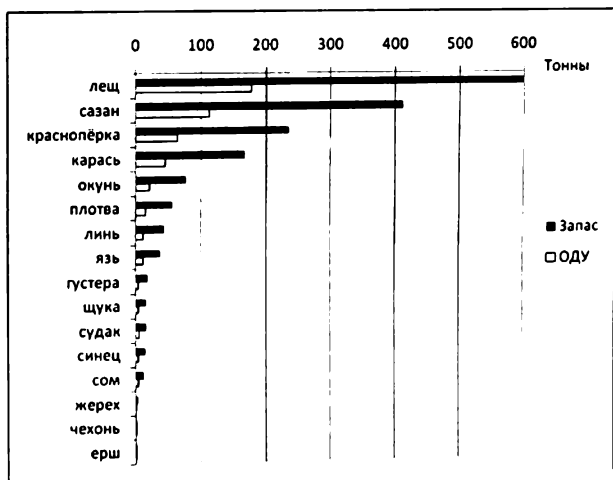


Рис.2. Совокупный запас и ОДУ основных видов рыб водоемов Западно-Казахстанской области

Преодоление указанных негативных тенденций представляется непростой задачей и её решение невозможно в короткие сроки. Можно выделить ряд основных приоритетных мер, которые будут способствовать повышению рыбопродуктивности и улучшению качественного состава естественных водных биоресурсов области:

- Организация и существенное расширение лова активными неводными орудиями.
- Организация мелиоративного отлова малоценных видов мелкочешуйными активными орудиями.
- Проведение мелиоративных мероприятий по удалению излишков высшей водной растительности на основных нерестовых участках водоемов.
- Поскольку многие мелкие озера являются заморными и подвержены существенным колебаниям водообеспеченности, целесообразным представляется использование на них метода тотального облова в осенне-зимний период.

Перечисленные меры хотя и позволят добиться улучшения состава биоресурсов, являются по существу мерами экстенсивного рыбного хозяйства. Перспектива же увеличения запасов ценных промысловых рыб видится, прежде всего, в плановом развитии аквакультуры. Определенные подвижки в этом направлении существуют. Так, в 2010 году законодательно определен порядок перевода водоемов из категории природопользования в категорию озерно-товарных рыбоводных хозяйств. Нами начата разработка биологических обоснований для организации таких хозяйств.

Интерес для развития товарного рыбоводства представляют и малые водоемы, не относящиеся к рыбохозяйственному фонду. Их маловодность препятствует развитию ценной ихтиофауны в силу развития заморных явлений. В тоже время, при условии достаточного водонаполнения они вполне пригодны для организации прудовых хозяйств.

В условиях засушливого резко-континентального климата Западного Казахстана, достаточная водность является основным критерием пригодности водоема к ведению рыбного хозяйства. Как указывалось выше, по причине маловодности около 25% водных площадей области не включены в число рыбохозяйственных. При традиционном дефиците воды в регионе трудно рассчитывать на полноценное их обводнение. В связи с этим нами был разработан способ оптимизации водного режима мелководных замороопасных водоемов в условиях недостаточного обводнения. Предлагаемый способ не требует дополнительных источников воды и осуществля-

ется путем рационального сочетания мелководных участков нагула и искусственно сооружаемых глубоководных зимовальных участков. Реализация данных разработок на мелководных замороопасных водоемах сделает возможным ведение аквакультуры дополнительно на водоемах общей площадью более 15 тыс. га.

Для полноценного развития аквакультуры в области необходимо создание специализированного питомника в целях обеспечения рыбоводных хозяйств достаточным количеством посадочного материала ценных видов рыб.

Список литературы

- Мурзашев Т. К. Рыбохозяйственное состояние внутренних водоемов Западно-Казахстанской области. Уральск, 2004. С 6–7.
- Ким А.И., Пилин Д.В. Исследование экологического состояния реки Урал в границах Западно-Казахстанской области Республики Казахстан – Материалы международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития агропромышленного комплекса стран таможенного союза». Астана, 2010. Т. 2. С. 383–388.
- Шашуловский В.А., Мосияш С.С., Ермолин В.П., Карагойшиев К.К., Макаров С.Н., Чапова Л.В., Белянин И.А. Рыбохозяйственное использование биологических ресурсов Волгоградского и Саратовского водохранилищ и малых водоемов прилегающих территорий. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 2007. Вып. 336. С. 36–48.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛА
И ВОСПРОИЗВОДСТВА КАРПОВЫХ
(CYPRINIDAE) РЫБ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ**

С.Н. Надилов¹, Р.В. Гаджиев², М.М. Ахундов¹

¹*Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Рыбного
Хозяйства, Азербайджан*

²*Бакинский Государственный Университет, Азербайджан
salamat1964@mail.ru*

В последние десятилетия под комплексным влиянием природных и антропогенных факторов произошли изменения в состоянии биоресурсов Каспийского моря, уменьшились запасы и снизились промысловые уловы многих ценных, в том числе карповых видов рыб. В настоящей статье анализируется современное состояние рыбного промысла и воспроизводства карповых рыб в р. Кура и в Каспийском море в пределах Азербайджана.

Материалом для настоящей статьи послужили собственные результаты ихтиологических исследований в 2007–2010 гг. в р. Кура и Каспийском море в пределах Азербайджана. Орудиями лова служили 24,7 м донный трал, 25 м ставные сети с ячеей от 28 до 70 мм, мальковая волокуша длиной 20 м (ячей 6×6 мм). Сбор и обработку ихтиологического материала проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Карпюк и др., 2006 и др.). Видовую принадлежность молоди определяли по А.Ф. Коблицкой (1981) и Ш.М. Багировой (2010). Названия рыб приведены в соответствии с Каталогом бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями (Богущая, Насека, 2004).

В Азербайджанской Республике промысел карповых видов рыб ведется как в реке Кура, так и в Каспийском море. В прошлом столетии наибольшие показатели уловов карповых видов рыб в Азербайджане были зарегистрированы в 1930-х гг. (в среднем 28,5 тыс. т рыбы в 1931–1935 гг. и 14,74 тыс. т в 1936–1940-х гг.). В последующем объемы добычи карповых неуклонно снижались (рис. 1) и к концу 1990-х гг. при общем значительном уменьшении запасов годовой улов этой группы рыб в Азербайджане снизился до 0,39–0,66 тыс. т (Кулиев, 2002; Кулиев, 2006).

В 2002–2010 гг. уловы карповых рыб в р. Кура колебались в пределах 71,9–150,2 т, а в Азербайджанском секторе Каспия изменялись от 28,0 до 100,5 т (табл. 1).

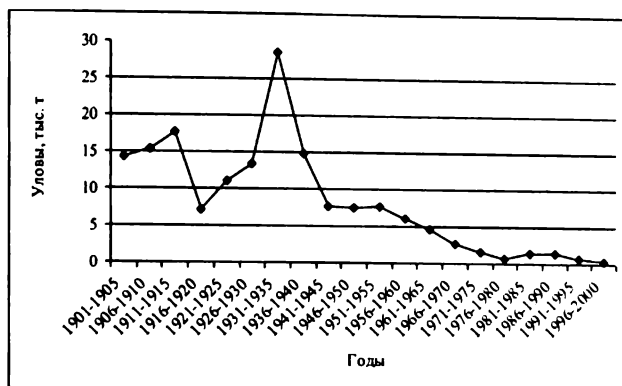


Рис. 1. Динамика уловов карповых рыб в Азербайджане.

Промысловые уловы р. Кура и Каспийского моря в пределах Азербайджана включает свыше 20 видов рыб. В 2002–2010 гг. в речных уловах были зарегистрированы 8, а в морских – 9 видов карповых рыб (караси – *Carassius carassius* и *Carassius gibelio* в промысловой статистике отдельно по видам не разбираются). Основу уловов карповых рыб в р. Кура составляет лещ *Abramis brama*, доля которого по годам изменяется от 39 до 59%, а в промысловых уловах на море преобладает кутум *Rutilus frisii kutum* (40–84% всего вылова карповых). Второе место в промысле карповых рыб занимает вобла *Rutilus caspius*. В уловах р. Кура ее доля по годам колеблется в пределах от 14 до 23%, а в Каспийском море – от 12 до 30% всего вылова рыб семейства *Cyprinidae* (рис. 2). Наблюдается тенденция увеличения численности вселенцев – рыб рода *Carassius*. В отдельные годы их значение в уловах карповых в р. Кура достигает до 14.8%. Доля сазана *Cyprinus carpio* и шеман *Alburnus chalcoides* в речных уловах изменяется в пределах 1–12%. Третье место в промысловых уловах карповых рыб в Азербайджанском секторе Каспия занимает сазан (1–17% всего вылова карповых). Следующие значения в морских промысловых уловах принадлежат лещу и рыбицу *Vimba vimba*. Доля жереха *Aspius aspius* и толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* в промысловых уловах рыб невысока.

Таблица 1.

Уловы (т) карповых рыб в р. Кура (1) и Азербайджанском секторе Каспийского моря (2) в 2002–2010 гг.

	Годы								
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	71.9	108.5	106.5	112.3	116.2	128.3	150.2	130.2	85.9
2	28.0	37.5	40.7	37.2	50.9	92.4	100.5	82.9	102.3

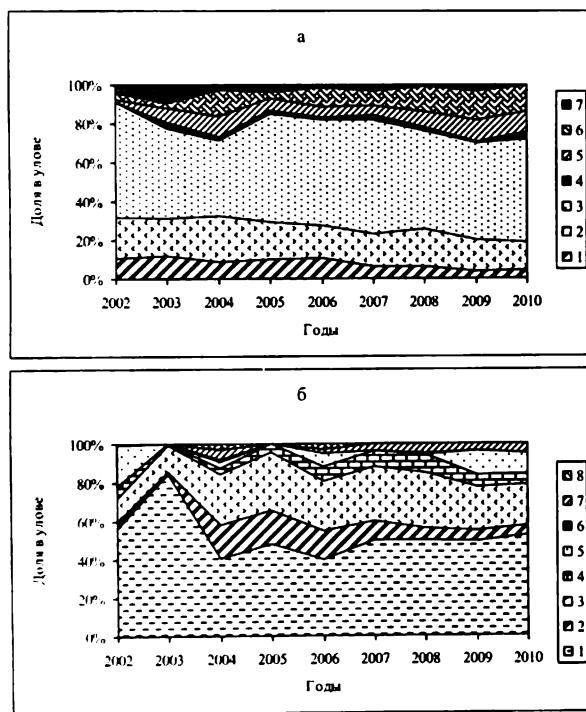


Рис. 2. Динамика соотношения отдельных видов карповых рыб в промысловых уловах в р. Кура (а) и Азербайджанском секторе Каспийского моря (б). Обозначения: на рис. 2а: 1 – сазан, 2 – вобла, 3 – лещ, 4 – жерех, 5 – шемая, 6 – караси, 7 – толстолобик. На рис. 2б: 1 – кутум, 2 – сазан, 3 – вобла, 4 – рыбец, 5 – лещ, 6 – жерех, 7 – шемая, 8 – караси.

Рассмотрим структуру промысловых уловов карповых рыб в р. Кура и в Азербайджанском секторе Каспийского моря в целом за 2002–2010 гг. (рис. 3). Для объективизации выделения групп по обилию выбрана логарифмическая шкала (Терешенко, Надиров, 1996). Многочисленными считались виды, составляющие более 10% улова, среднечисленными – 1–10%, малочисленными – 0,1–1%. В отдельную группу выделен супердоминант, доля которого в уловах составляла более 50%.

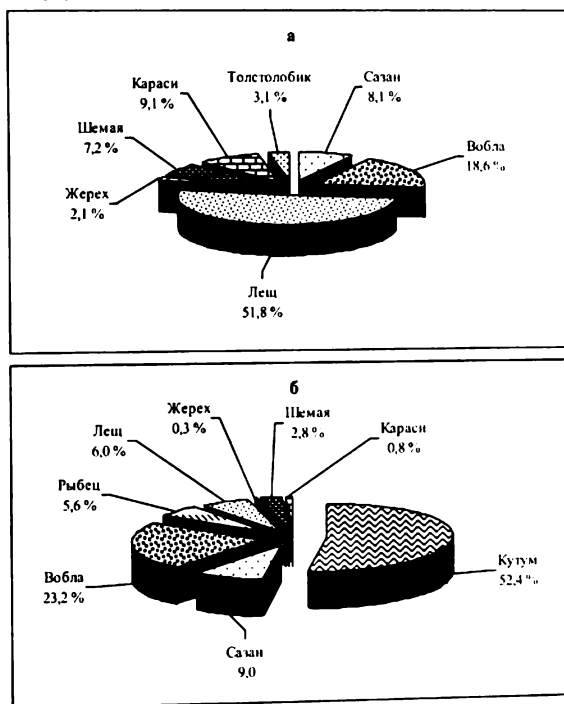


Рис. 3. Видовой состав карповых рыб в промысловых уловах в р. Кура (а) и в Азербайджанском секторе Каспийского моря (б) в 2002–2010 гг.

За анализируемый период (2002–2010 гг.) в промысловых уловах карповых рыб в р. Кура доминировал лещ (в среднем 51,8%), а в Азербайджанском секторе Каспийского моря – кутум

(52.4%). Вобла является многочисленным видом как в речном (18.6%), так и в морском (23.2%) промысле карповых пород рыб (рис. 3). Остальные виды (сазан, караси, шемая, толстолобик и шемая), встречаемые в уловах в р. Кура составили группу среднечисленных рыб. В морских промысловых уловах карповых рыб среднечисленными были сазан, лещ, рыбец и шемая, а малочисленными – жерех и караси.

В качестве прилова во время комплексных траловых осетровых съемок в летний период 2007–2010 гг. было выловлено 9 видов карповых рыб (табл. 2). В исследовательских уловах 2007–2009 гг., так же как в морском промысле доминировал кутум (85.4–86.7% всего вылова карповых), а вторым по численности была вобла (7.5–11.1%). В эти годы доля сазана в прилове составила 1.5–2.7%, остальные карповые виды рыб (рыбец, шемая, лещ, жерех, усач *Luciobarbus capito*) были малочисленны. В 2010 г. доля кутума в траловых уловах снизилась до 37.2%, а воблы – до 0.8%. Тогда как численность сазана увеличилась с нескольких процентов до 35.4%, рыба – до 5.2%, а впервые зарегистрированный в исследовательских уловах серебряный карась составил 17.4% всего вылова карповых рыб. Высокая численность сазана и карася, скорее всего, связано с аномально сильным паводком в р. Кура весной и в начале лета 2010 г. Поскольку высокой паводковой водой были смыты дамбы с рыбоводных прудовых хозяйств и озер в нижнем течении реки. Большая часть этих двух видов рыб были зарегистрированы в траловых уловах в приустьевом участке р. Кура.

Таблица 2.

Соотношение (%) по численности отдельных видов карповых рыб в траловых уловах на Азербайджанском побережье Каспийского моря.

Виды рыб	Годы			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Вобла	11.1	10.7	7.5	0.8
Кутум	86.7	85.4	86.6	37.2
Рыбец	0.1	0.3	0.5	5.2
Сазан	1.5	2.1	2.7	35.4
Шемая	0.4	1.0	2.4	2.0
Жерех	0.1	0.4	0.1	0.2
Лещ	---	0.1	0.2	1.7
Усач булат-май	0.1	---	---	---
Серебряный карась	---	---	---	17.4
Чехонь	----	---	---	0.1

В сетных исследовательских уловах 2007–2009 гг., так же как в траловых уловах, преобладал кутум (табл. 3). Весной доля кутума колебалась в пределах 57.2–64.4% всего вылова карповых, летом – 39.4–41.5%. Многочисленные виды рыб (кутум, вобла, шемай) в сетных уловах весной составляли 87.2–89.3% вылова, а летом – 79.5–83.9%. Среднечисленными были рыбец (3.9–6.9%) и сазан (2.0–5.7%).

Таблица 3.

Соотношение (%) по численности отдельных видов карповых рыб в сетных уловах на Азербайджанском побережье Каспийского моря.

Виды рыб	Весна			Лето		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Вобла	18.7	16.7	16.5	24.6	24.0	20.8
Кутум	57.2	63.6	64.4	39.4	40.0	41.5
Рыбец	5.4	3.9	4.7	6.9	6.9	5.8
Сазан	3.0	2.0	3.2	5.7	4.7	5.4
Шемай	11.3	9.0	7.2	19.9	15.5	17.8
Жерех	1.9	1.0	0.8	2.5	3.2	1.9
Лещ	2.5	3.8	3.2	1.0	5.7	6.8

В настоящее время почти на всей акватории Азербайджанского сектора Каспийского моря условия воспроизводства карповых рыб крайне неблагоприятны (Кулиев, 2002). В современных сложных экологических условиях основным источником пополнения запасов ценных промысловых рыб в нашем регионе стало искусственное разведение на рыбоводных хозяйствах. В Азербайджане функционируют 12 рыборазводных предприятий, пять из которых специализированы по выпуску молоди карповых рыб. В настоящее время на рыбоводных предприятиях страны регулярно выращивается молодь 7 видов [сазан (камп), жерех, кутум, вобла, лещ, рыбец, белый амур *Ctenopharyngodon idella*] карповых рыб.

С 1960-го по 2010 г. рыбоводными предприятиями республики получено и выпущено в море более 24675 млн. шт. молоди ценных полупроходных карповых видов рыб (рис. 4). В последние годы выпуск молоди карповых рыб стабилизировался и держится на уровне 400–440 млн. шт. В 2002–2010 гг. по количеству выпущенной молоди преобладала вобла – от 203 до 258 млн. шт. ежегодно, что составила 46–60% всего выпуска молоди карповых рыб (рис. 5). Второе-третье места по объему выпуска молоди принадлежали кутуму и сазану, 43–85 млн. шт. (10–19%) и 41–64 млн. шт. (10–16%) молоди соответственно. За анализируемый период ежегодный объем выпуска молоди рыба изменялась от 35 до 51 млн. шт., что составляла 8–

1,3% от общей численности молоди карповых рыб. В отдельные годы доли леща, жереха и белого амура в выпуске молоди карповых рыб колебались в пределах 1. 3–4,4%. Исключение составил 2007 г., когда в рыбоводных предприятиях республики была выращена максимальное количество молоди жереха – 38,2 млн. шт. (8,8%).

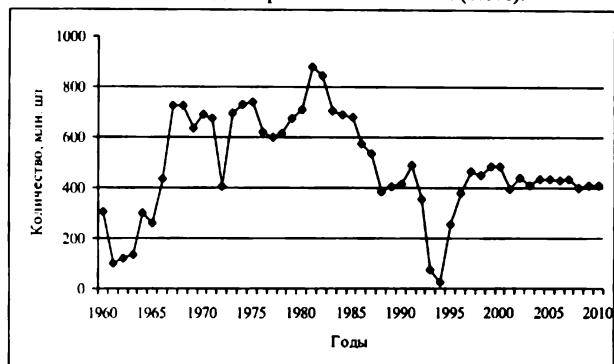


Рис. 4. Динамика общей численности молоди карповых рыб, выпущенных с рыбоводных предприятий Азербайджана в 1960–2010 гг.

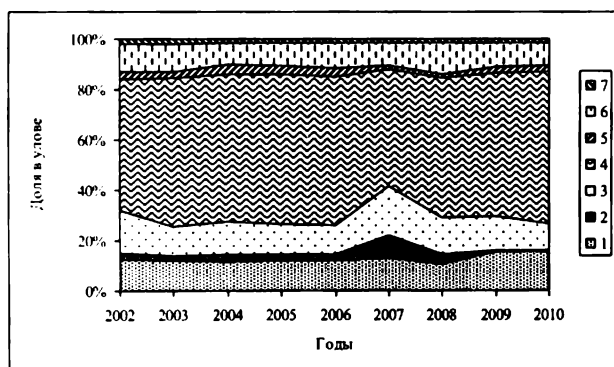


Рис. 5. Соотношения молоди отдельных видов карповых рыб, выпущенных с рыбоводных предприятий Азербайджана в 2002–2010 гг. Обозначения: 1 – сазан, 2 – жерех, 3 – кутум, 4 – вобля, 5 – лещ, 6 – рыбец, 7 – белый амур.

Изучение пресноводной ихтиофауны р. Кура было связано с ее важным значением в рыбном хозяйстве республики. В 1951–1955 гг. в уловах волокуши в нижнем течении р. Кура было выловлено 18 видов рыб, среди которых доминировали 2 вида уклейек. В 1959–1960 гг. в уловах волокуши в Нижней Куре были зарегистрированы молодь 7 видов промысловых (сазан, вобла, лещ, усач, судак, жерех, белоглазка) и несколько видов (густера, уклейки, пескарь и др.) непромысловых рыб. В середине 1980-х гг. в исследовательских уловах были отмечены 17 видов рыб, среди которых преобладали уклейки. В начале 2000-х гг. при лове волокушами выявлен 21 вид рыб, среди которых доминировала трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* (Абдурахманов, 1962; Бухарина, 1964; Зарбалиева и др., 2007; Тагиева, 2011). В 2008–2010 гг. в уловах волокуши в нижнем течении р. Кура были зарегистрированы 24 вида рыб, преобладали карповые (17 видов). В последние годы в структуре уловов молоди наблюдается тенденция увеличения численности промысловых видов рыб (рис. 6).

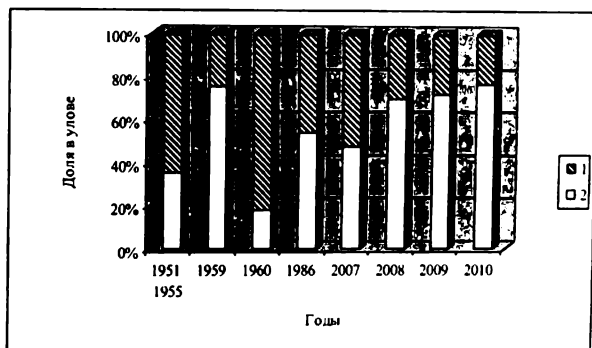


Рис. 6. Динамика соотношения (%) молоди непромысловых (1) и промысловых (2) видов рыб в уловах волокуши в Нижней Куре.

Таким образом, проведенный анализ показал, что Азербайджанский сектор Каспия и р. Кура имеют огромное значение для многих промысловых карповых видов рыб.

Список литературы.

Абдурахманов Ю.А. Рыбы пресных вод Азербайджана. Баку.: Изд-во АН Азерб. ССР, 1962. 408 с.

- Батирова Ш.М. Ранние этапы развития пресноводных рыб Азербайджана. Баку: Элм, 2010. 238 с.
- Богущая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.
- Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть. 1981. 208 с.
- Бухарина, З.П. Качественный и количественный состав молоди рыб в Куре и Прикуринском районе моря / З.П. Бухарина // Тр. АзербНИРЛ. М., 1964. Т. IV. С. 67–82.
- Зарбалиева Т.С., Ахундов М.М., Гаджиев Р.В., Аллахвердиева Г.Ю., Османова С.Ф. Состояние биологических ресурсов р. Кура в XXI веке, проблемы сохранения и восстановления запасов. // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке. Матер. докл., Астрахань. 2007. С. 44–47.
- Карпюк, М.И., Власенко А.Д., Романов А.А., Ходоревская Р.П., Бушуева С.А. Методика проведения тралово-акустических и сетных съемок осетровых в Каспийском море // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2005 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2006. С. 319–330.
- Кулиев З.М. Карповые и окуневые рыбы Южного и Среднего Каспия. – Баку: Араз, 2002. 254 с.
- Кулиев З.М. Рыбоводство в Азербайджане. Баку, 2006. 304 с.
- Тагиева И.Дж. Динамика структуры уловов молоди в нижнем течении р. Кура (без осетровых) // Аграрная наука. 2011. Вып. 1. С. 115–117.
- Терещенко В.Г., Надиров С.Н. Формирования структуры рыбного населения предгорного водохранилища // Вопр. ихтиологии. 1996. Т. 36. Вып. 2. С. 169–178.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 375 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
РЫБ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ФОРЕЛЕВЫХ ХОЗЯЙСТВ НА ЭКОСИСТЕМЫ
ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ КАРЕЛИИ**

М.А. Назарова, О.Б. Васильева, Н.Н. Немова

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия,
vasil@krc.karelia.ru*

Республика Карелия известна своими природными богатствами, среди которых особое место занимают внутренние водоемы. Использование озер для сельскохозяйственной деятельности и рыболовства осуществлялось с древнейших времен. С середины 18 века стали внедрять искусственное разведение ценных видов рыб, выращиваемых в прудах, и данный период знаменует новый виток в истории использования внутренних водоемов (Титарев, 1980). Активное развитие садкового рыбоводства радужной форели в Северо-Западном регионе России обусловлено большим количеством глубоководностью озер и их оптимальным для жизнедеятельности лососевых температурным режимом, а также рационализацией использования промысловых рыб, увеличением спроса на радужную форель на мировом рынке и достаточно высоким уровнем научной базы по воспроизводству рыб (Рыжков, Кучко, 2008). Для реализации основной задачи форелевых хозяйств, а именно, интенсификации роста и развития лососевых, в качестве источника пищи для культивируемых рыб используют искусственные корма. Комбикорма для аквакультуры радужной форели изготавливаются преимущественно из отходов промыслового рыболовства, однако, численность садковых хозяйств в последнее десятилетие резко возросла, в связи с чем увеличилась потребность в кормах, что привело к резкому дефициту сырья. В настоящее время ведется поиск и разработка альтернативных источников основных составляющих комбикормов, к которым можно отнести такие продукты, как растительные масла, гороховый протеин, кукурузный глютин и другие. Однако, следует учитывать, что с искусственными кормами в озеро поступают вещества, нехарактерные для его естественной экосистемы, в связи с чем возможно эвтрофирование водоемов. В настоящее время проблема влияния деятельности форелевых хозяйств на биоту внутренних водоемов особенно актуальна.

Биохимические параметры органов и тканей рыб являются наиболее показательными при исследовании влияния экзогенных

факторов на ихтиофауну, и служат биологическими маркерами, оценивающими степень загрязнения внутренних водоемов, в том числе и самими садковыми хозяйствами (Немова, 2004).

Активная деятельность форелевых хозяйств приводит к изменению как абиотических параметров водоема, так и трансформации его экосистемы (Стерлигова, 2009), оказывающих непосредственное влияние на метаболизм рыб. Наиболее выражены модификации биохимических показателей органов и тканей именно у культивируемых особей, поскольку в условиях садкового разведения они не имеют возможности переместиться в более благоприятные места обитания, в отличие от естественной ихтиофауны. Изучение влияния окружающей среды на аквакультуру рыб особенно актуально, поскольку именно в условиях форелевых хозяйств максимально возможно дифференцировать отдельные внешние и внутренние факторы среди комплекса воздействий на организм рыб. Исследования, проводимые в данной области, позволят не только определить эффективность культивирования лососевых, но и экстраполировать полученные результаты на естественную ихтиофауну, в том числе и на ценные промысловые виды рыб внутренних водоемов.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» на 2009–2011 гг., грантов РФФИ № 08–04–01140-а и № 11–04–00167-а; программы Президента РФ «Ведущие научные школы России» НШ № 3731.2010.4.

Литература

- Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб // М.: Наука, 2004. 215 с.
- Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю. Садковое рыболовство: монография /. Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. 164 с.
- Стерлигова О.П., Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А., Павловский С.А., Савосин Е.С. Состояние кефтьев губы Онежского озера при товарном выращивании радужной форели // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Материалы XXVIII Международной конференции 5–8 октября 2009 г. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 523–528.
- Титарев Е.Ф. Форелеводство / У.Ф. Титарев. М.: Пищевая промышленность. 1980. 168 с.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС СТЕРЛЯДИ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

А.Н. Неваленный, Д.А. Бедняков, В.Ю. Новинский
ФГОУ ВПО «Астраханский государственный технический
университет», Россия, Астрахань, nevalenny@rambler.ru

Резкое сокращение численности осетровых в естественной среде в настоящее время является причиной увеличения объемов выращивания этих видов в искусственных условиях; одним из таких видов является стерлядь (*Acipenser ruthenus*). Стоит отметить, что исследований, демонстрирующих особенности процессов пищеварения у стерляди, в частности, и осетровых рыб в целом в настоящее время недостаточно, о чем свидетельствуют сообщения последних лет (Туктаров, 2002; Неваленный и др., 2003; Бедняков, 2004; Кузьмина, 2005; Волкова, 2010).

При комплексном исследовании адаптационных особенностей пищеварительной системы у рыб следует брать во внимание влияние абиотических факторов среды и модификаторов различной природы. Среди абиотических факторов среды особое внимание стоит уделить температуре, т.к. ее влияние на пойкилотермные организмы гораздо более выражено, чем на гомойотермные; а также концентрации водородных ионов, т.к. пищеварительный тракт рыб находится в непосредственном контакте с внешней средой и, таким образом, существует значительное влияние этого показателя на пищеварительные процессы у рыб. Действие модификаторов также может существенно изменять скорость протекания пищеварительных процессов и здесь особое внимание стоит уделить влиянию металлов на пищеварительную функцию, т.к. некоторые ферменты являются металлозависимыми, а также модификаторам углеводной и белковой природы, т.к. за счет их влияния осуществляются регуляторные механизмы на ферментативном уровне.

Учитывая вышесказанное, целью данной работы являлось комплексное лабораторное исследование процессов мембранного пищеварения у стерляди, искусственно выращиваемой в условиях Нижнего Поволжья.

При исследовании влияния температуры инкубации на уровень активности β -амилазы слизистой оболочки кишечника стерляди было установлено, что оптимальные значения уровня активности приходятся на 30 °C и уровень активности составляет 12.10 ± 0.17 мг/г·мин. При 0 °C уровень активности соответствовал 67% от оптимального значения и был равен 7.42 ± 0.40 мг/г·мин, при постмак-

симальных значениях температуры (60 °C) уровень активности составлял 54% от оптимума и был равен 6.00 ± 0.29 мг/г·мин. Таким образом оптимальные значения уровня активности б-амилазы слизистой оболочки кишечника стерляди были найдены на верхней границе (30°C) зоны физиологических температур. Также была выявлена устойчивость исследованного фермента к широкому диапазону температур, т.к. и при низких (0 °C) и при постмаксимальных значениях температуры (60 °C) сохранялась высокая активность фермента (не менее 54% от оптимума).

Оптимальное значение уровня активности кишечной мальтазы стерляди было найдено при 60 °C и составило 9.20 ± 0.17 мкмоль/г·мин. При 0°C уровень активности фермента соответствовал 27% и составлял 5.34 ± 0.08 мкмоль/г·мин; при 70 °C – 25% и 5.08 ± 0.19 мкмоль/г·мин от оптимума. Таким образом, было выявлено высокое значение температурного оптимума мальтазы стерляди. Кроме того, также, как и в случае с б-амилазой была отмечена устойчивость исследуемого фермента к широкому диапазону температур.

Для казеинлитических протеиназ слизистой оболочки кишечника стерляди оптимальные значения были установлены при температуре 50 °C и уровень активности при этом составил 4.51 ± 0.08 мкмоль/г·мин. При 0 °C уровень активности составил 12% от оптимума и был равен 0.53 ± 0.04 мкмоль/г·мин; при 70 °C – 32% и 1.46 ± 0.09 мкмоль/г·мин соответственно. Таким образом, и для казеинлитических протеиназ стерляди оптимум активности был обнаружен при высоких значениях температуры.

В случае с щелочной фосфатазой оптимальные значения были найдены при температуре 60 °C и уровень активности составил 1.24 ± 0.01 мкмоль/г·мин. При 0 °C уровень активности соответствовал 33% от оптимального значения и был равен 0.41 ± 0.01 мкмоль/г·мин, при постмаксимальных значениях температуры (70 °C) уровень активности составлял 79% от оптимума и был равен 0.98 ± 0.01 мкмоль/г·мин.

Таким образом, для собственнокислых ферментов слизистой оболочки кишечника стерляди (мальтазы, казеинлитических протеиназ и щелочной фосфатазы) оптимальные значения уровней активности были установлены при более высоких значениях температуры (50–60 °C), чем для б-амилазы (20–30 °C), что, вероятно, связано с панкреатическим происхождением этого фермента. Также была выявлена устойчивость всех исследованных ферментов стерляди к действию низких и потмаксимальных температур инкуба-

ции, что свидетельствует об адаптированности исследованных ферментов к значительным колебаниям температуры.

При исследовании влияния концентрации водородных ионов на уровень активности α -амилазы слизистой оболочки кишечника стерляди optimum был обнаружен при pH 8.0 и уровень активности составил 9.05 ± 0.05 мг/г·мин. При pH 3.0 уровень активности составил 21% от оптимального и был равен 1.87 ± 0.34 мг/г·мин; при pH 12.0 уровень активности составил 70% от оптимального значения и был равен 6.31 ± 0.23 мг/г·мин.

Оптимальное значение уровня активности кишечной мальтазы стерляди было найдено при значении pH 8.0 и уровень активности составил 14.56 ± 0.11 мкмоль/г·мин. При pH 3.0 уровень активности составил 19% от оптимального и был равен 2.82 ± 0.08 мкмоль/г·мин; при pH 12.0 уровень активности составил 29% от оптимального значения и был равен 4.26 ± 0.11 мкмоль/г·мин.

Для казеинлитических протеиназ optimum ферментативной активности был найден в диапазоне значений pH от 10.0 до 11.0 и уровень активности составил 10.17 ± 0.13 мкмоль/г·мин и 10.17 ± 0.19 мкмоль/г·мин соответственно. При значениях pH 6.0 и pH 12.0 уровень активности составил 33% от оптимального уровня и был равен 3.40 ± 0.06 мкмоль/г·мин и 3.32 ± 0.09 мкмоль/г·мин соответственно.

В случае с щелочной фосфатазой оптимальные значения ферментативной активности были найдены при значении pH 9.0 и уровень активности составил 0.27 ± 0.01 мкмоль/г·мин. При pH 3.0 уровень активности составил 56% от оптимального и был равен 0.15 ± 0.01 мг/г·мин; при pH 12.0 уровень активности составил 59% от оптимального значения и был равен 0.16 ± 0.01 мг/г·мин.

Таким образом, для всех исследованных ферментов слизистой оболочки кишечника стерляди была отмечена устойчивость к широкому диапазону значений концентрации водородных ионов, т.к. и в крайних значениях pH сохраняется высокая степень ферментативной активности. Оптимальные значения уровня активности ферментов были найдены при щелочных значениях pH (от 8.0 до 11.0).

При исследовании влияния ионов металлов четвертого периода Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева на уровень активности ферментов слизистой оболочки кишечника стерляди (табл. 1) было показано, что металлы, находящиеся в начале периода (Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+}) приводят к активации щелочной фосфатазы, а располагающиеся в конце (Ni^{2+} , Cu^{2+} и Zn^{2+}) – к ингибированию уровня активности. При исследовании влияния ионов металлов на уровень активности мальтазы слизистой оболочки ки-

сечника стерляди было установлено, что к активации ферментативной активности приводит Mn^{2+} и Ni^{2+} , остальные ионы металлов ингибировали уровень активности. В случае с казеинлитическими протеиназами было выявлено, что исследуемые ионы металлов либо достоверно не изменяют уровень активности ферментов, либо способствуют небольшой активации ферментативной активности.

Таблица 1.

Влияние ионов металлов на уровень активности пищеварительных ферментов слизистой оболочки кишечника стерляди

Уровень активности фермента (малыш (1-мин))	Металл фермент	Мальтаза	Казеинлитические протеиназы	Щелочная фосфатаза
	Контроль	13.29±0.08	6.17±0.06	0.53±0.01
	Mn^{2+}	14.60±0.11	6.38±0.04	0.83±0.01
	Fe^{2+}	12.61±0.08	6.37±0.04	0.85±0.01
	Co^{2+}	12.42±0.08	6.30±0.07	0.59±0.01
	Ni^{2+}	13.62±0.11	6.28±0.04	0.48±0.01
	Cu^{2+}	12.16±0.08	6.32±0.06	0.42±0.01
	Zn^{2+}	11.97±0.08	6.54±0.07	0.48±0.01

При исследовании влияния модификаторов углеводной и белковой природы на уровень активности мальтазы слизистой оболочки кишечника стерляди (табл. 2) было установлено существенное ингибирование уровня активности фермента в присутствии продуктов гидролиза мальтозы. Так, 10 mM раствор глюкозы снижал уровень активности фермента на 61% от контроля, а 10 mM раствор глюкозы и фруктозы на 29%. 10 mM раствор фруктозы напротив активировал фермент на 6%. Аминокислоты увеличивали скорость гидролиза мальтазы или не вызывали достоверных изменений.

При исследовании влияния модификаторов углеводной и белковой природы на уровень активности казеинлитических протеиназ у стерляди было продемонстрировано, что присутствие углеводов в гидролитической реакции достоверно не изменяет уровень активности ферментов; присутствие аминокислот достоверно изменяло уровень активности ферментов, причем наблюдался разнонаправленный эффект (табл. 2).

При исследовании влияния модификаторов углеводной и белковой природы на уровень активности щелочной фосфатазы стерляди было выявлено, что углеводы и аминокислоты не вызывают существенных изменений в уровне активности щелочной фосфатазы слизистой оболочки кишечника стерляди кроме модификатора L-аспарагина, который ингибировал уровень активности фермента на 25% (табл. 2).

Таблица 2.

**Влияние углеводов и аминокислот на уровень активности
пищеварительных ферментов слизистой оболочки
кишечника стерляди**

Уровень активности фермента (мкмоль/(г·мин))	Модификатор \ фермент	Мальтаза	Казеинолитические протеиназы	Щелочная фосфатаза
	Контроль	11.68±0.13	3.46±0.04	0.29±0.01
	Глюкоза	4.59±0.20	3.59±0.13	0.29±0.01
	Фруктоза	12.34±0.01	3.68±0.09	0.30±0.01
	Глюкоза + фрук- тоза	8.23±0.10	3.53±0.07	0.28±0.01
	Сахароза	12.17±0.07	3.59±0.07	0.29±0.01
	Мальтоза	-	3.06±0.04	0.29±0.01
	Глицин	11.97±0.13	2.99±0.02	0.29±0.01
	Глицил-глицин	12.38±0.07	3.99±0.04	0.30±0.01
	L-аспарагин	11.84±0.10	2.89±0.09	0.25±0.01
	L-лейцин	11.71±0.03	2.76±0.09	0.30±0.01
	L-глутамин	12.04±0.07	2.54±0.06	0.29±0.01
	L-α-фенил-β- аланин	11.57±0.10	2.59±0.06	0.30±0.01

Таким образом, проведенное комплексное исследование особенностей адаптации пищеварительной системы стерляди к некоторым абиотическим факторам среды и модификаторам различной природы существенно дополняет данные о физиолого-биохимическом статусе стерляди, а полученные закономерности могут быть использованы для оптимизации выращивания этого вида в искусственных условиях.

Список литературы

- Бедняков Д.А. Модификационное регулирование уровня активности некоторых пищеварительных ферментов у рыб. Автореф. дис... канд. биол. наук. Астрахань, 2004. 24 с.
- Волкова И.В. Особенности функционирования пищеварительной системы рыб различных трофологических групп. Автореф. дис... докт. биол. наук. Астрахань, 2010. 42 с.
- Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб / В.В. Кузьмина [отв. ред. В.Н. Яковлев]; Ин-т биологии внутр. вод им И. Д. Папанина. М.: Наука, 2005. 300с.
- Неваленный А.Н., Туктаров А. В., Бедняков Д. А. Функциональная организация и адаптивная регуляция процессов пищеварения у рыб. Астрахань: ФГОУ ВПО «АГТУ», 2003. 152с.
- Туктаров А.В. Влияние ионов металлов на пищеварительно-транспортную функцию кишечника осетровых рыб. Автореф. дис... канд. биол. наук. Астрахань, 2002. 21 с.

ПОКАТНАЯ МИГРАЦИЯ МОЛОДИ РЫБ КАК МЕХАНИЗМ МЕЖБАССЕЙНОВОГО ОБМЕНА ИХТИОФАУНЫ

В.К. Нездолий¹, Нгуен Зуй Тоан²

¹ Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва, Россия,
nezvic@rambler.ru

² Приморское отделение Российско-Вьетнамского Тропического
Центра, Вьетнам, Нячанг,

Известно, что эвригалийность подавляющего большинства гидробионтов ограничена барьером в 5–8‰, который получил название «критической солёности» (Хлебович, 1974). По обе стороны от этой зоны развиваются различные фаунистические комплексы и по разному протекают обменные процессы. Существованием солевого барьера объясняется несмешиваемость морской и пресноводной фауны и «парадокс солоноватых вод» – видовая бедность последних, поскольку морские формы обычно не выносят падения солёности ниже 5–8‰, а пресноводные – ее повышение до таких величин. И эта граница прослеживается в самых разных водоёмах. Барьерное значение представляет эта граница и для молоди рыб в период их покатной миграции в системе «река-эстуарий- море» (Нездолий, Нго Чи Тхьен, Нгуен Зуй Тоан, 2005).

Как было установлено, толерантность (устойчивость, выносливость) гидробионтов к фактору солёности среды зависит от их видовой, возрастной и половой принадлежности. Например, у судака, леща и белого амура личинки выдерживают солёность до 6–8, молодь – до 8–11, а взрослые – свыше 10–12‰. (Лещинская А.С., 1955, Карпевич, 1967 и др.). На примере двух видов покатной молоди р. Кай (*Rasbora sp.* и *Channa sp.*, длиной 8–15 мм) было зарегистрировано, что в течении недели эти рыбы безболезненно выдерживают в эксперименте уровень эстуарной солёности до 11‰ (Nhezdoli, Ngo Chi Thien, Nguyen Duy Toan, 2002, 2006). Возникает естественный вопрос – что же ждет покатников после выхода из эстуария в опреснённый морской залив, где солёность воды в отдельных зонах достигает 34‰.

Очевидно, та молодь которая попадет в зоны с солёностью воды более 11‰ будет обречена на гибель; а попавшая в зоны с меньшей солёностью может, там обитать некоторое время и впоследствии вернуться в свою или соседнюю реку. Наводку на это предположение мы нашли на фото морского побережья, сделанного со спутника (рис. 1), где очень хорошо просматривается характер выноса реч-

ного стока в море (пресные воды менее плотные, чем морские и содержат больше минеральных и органических включений наносов). При этом, особенно обращает на себя внимание наличие неравномерности зон опреснения, создаваемых водами разных рек. Следовательно, при определенных обстоятельствах пресноводные рыбы могут по этому своеобразному «мосту или коридору опреснения» переходить из бассейна одной реки в бассейн другой реки, преодолевая тем самым непреодолимое – осмотический барьер солености. В литературе материалов по этой гипотезе для тузовых рыб мы не нашли. В результате, целью данных исследований и стала попытка поиска подтверждений или опровержений этого предположения на примере покатной миграции пресноводной молоди рыб в р. Кан, впадающей в залив Нячанг Южно-Китайского моря.



Рис. 1. Вид со спутника (www.map.google) на выход речных стоков в море и характер опреснения прибрежных зон.

Исследования проводились в три этапа – аэрофотосъемка устья реки и прилегающего опресненного участка залива, измерение солености воды в опресненной зоне морского залива и полевые эксперименты по оценке выживаемости молоди рыб в воде с безопасным уровнем солености, который отмечается в «коридоре» между устьями двух ближайших рек.

Аэрофотосъёмка эстуария р.Кай, сопряженного с опресненным участком морского залива Нячанг проводилась с высоты около одной тысячи метров (рис. 2). Спустя несколько часов после фотосъёмки, на этом участке от устья реки Кай к устью ближайшей р. Бе (около 8 км) с лодки были сделаны замеры солёности воды по пяти створам, с пятью станциями на каждом. Расстояние между створами составляло 1.5–2.0 км. Замер солёности проводился преимущественно в самом верхнем 10–20 см слое воды. На каждом створе, в равном удалении от берега (300 м) осуществлялся замер скорости течения поплавковым методом (табл. 1).



Рис. 2. Вид с самолета на опресненный участок морского залива Нячанг между устьями рек Кай и Бе. (13 ноября 2007, 16 час., высота 1 тыс.м., фото Нездолый В.К.).

Таблица. 1.

Солёность воды (‰) в опресненном участке залива Нячанг, между эстуариями рек Кай и Бе (14 ноября 2007 г. – утро, у поверхности воды – 10с м. * – скорость течения, м/сек, заштрихованные станции – «коридор» безопасной солёности воды)

Расстояние от уреза воды, м	Номер створа				
	1	2	3	4	5
150	10	7	12	10	10
300	5/0.45*	5/0.20*	8/0.14*	20/0.16*	8/0.10*
450	7	5	10	8	10
600	0.5	5.5	9	11	27
750	10	10	17	16	25

Эксперименты по оценке выживаемости молоди рыб велись только в диапазоне подпороговых величин солёности, выявленных в зоне опреснения между двух рек Кай и Бе – 5–8‰. Для этого в полиэтиленовых пакетах (1.2×0.8 м) с объёмом воды 40 л создава-

лась (по Карпевич, 1976) из речной и морской воды солёность необходимого уровня. Предварительно были проведены контрольные полуторосуточные наблюдения на предмет качества пакетов. Показано, что через стенки пакета при градиенте солёности 0–15‰ не происходит диффузии и выравнивания уровня солёности. Для стабилизации температуры воды в экспериментах, пакеты с молодью рыб погружались в реку (теневая зона) и содержались в прикрытом виде для уменьшения испарения. Продувку воды в пакетах осуществляли микрокомпрессорами с питанием от батарей. Молодь кормили живым кормом – мелкие олигохеты. В качестве пресноводной экспериментальной рыбы использовалась ранняя молодь трех доступных видов, с длиной тела 12–25 мм (табл. 2).

Таблица 2.

Выживаемость пресноводной молоди рыб в эксперименте с водой разной солёности (экспозиция рыб в солёной и пресной воде по 36 час, темп. воды – 24–26 °C)

Перемещение рыб	Вид рыб	Длина тела, мм	Солёность воды, ‰					
			0 (контроль)		5		8	
			экз	% выж.	экз	% выж.	экз	% выж.
Из пресной в солёную воду	<i>Rutilus sp.</i> - барбус	13-25	10	100	10	100	10	100
	<i>Eleotris malayensis</i> - знобулус	14-20	30	100	50	100	50	98
	<i>Brachidania rutilata</i> - рудинго	12-20	30	96,7	30	93,3	30	96,7
Возвращение из солёной в пресную воду	<i>Rutilus sp.</i> - барбус	13-25	10	100	10	100	10	100
	<i>Eleotris malayensis</i> - знобулус	14-20	30	100	49	100	49	100
	<i>Brachidania rutilata</i> - рудинго	12-20	29	93,1	28	100	29	93,1

В результате исследований установлено, что поверхностный слой опресненного участка залива Нячанг между реками Кай и Бе представляет собой по показателям солёности мозаичную картину. На этой акватории есть участки, где покатная молодь из реки может попасть в зоны как с безопасным уровнем солёности 0,5–8, так и опасным – 12–27‰. Особый интерес представляет та безопасная часть залива (5–8 ‰), которая непрерывной, почти изогалинной полосой, как коридором, соединяет устья соседних рек. На этом участке, за счет розы ветров, наблюдалось течение в поверхностном слое в направлении от устья р. Кай к устью р. Бе. Его скорость изменялась по убывающей от 0.45 до 0.10 м/сек. По внешнему виду (высокая мутность воды, наличие плывущих гиаинтов...) этот поток фактически есть р. Кай, несущая свои подсолённые воды по поверхности залива Нячанг. Если взять, что средняя скорость течения в поверхностном слое воды залива в 300м от береговой линии составляла где-

то 0.15 м/сек (см. табл. 1), то даже пассивно дрейфующая молодь рыб р. Кай может пройти это расстояние (около 8 км) за 15 час. А учитывая высокую выживаемость молоди рыб в экспериментах с соленостью воды 5–8‰ (табл. 2.) можно утверждать, что у покатников попавших в залив Нячанг есть как минимум двукратный (36 час) запас времени для безопасного возвращения в свою реку или продолжения миграции по опресненному заливу от устья р. Кай к устью р. Бе.

Таким образом, не вызывает сомнений, что у некоторой части молоди рыб попавшей в период своей покатной миграции из реки Кай в опресненный морской залив Нячанг есть шанс избежать осмотический шок и не погибнуть при условии 1) что она в течении первых дней вернется в свою реку или 2) продолжит миграцию по заливу и зайдет сама по градиенту солености (или будет занесена при приливе) в русло реки другого бассейна. При реализации последнего случая появляется еще один, новый механизм в экологической зоогеографии по распространению водных животных в экстремальных условиях – покатная миграция молоди рыб, которая позволяет преодолевать морской барьер солености и потенциально осуществлять обмен ихтиофауной между бассейнами разных рек.

Список литературы

- Карпевич А.Ф. Методические указания по изучению выносливости рыб и беспозвоночных при изменении солености среды и методики ее определения. М.: ВНИРО, 1976. 55 с.
- Лешинская А.С. Выживание икры, личинок и мальков кубанской тарани в азовской воде различной солености. Тр. ВНИРО. 1955. Т.31. В. 2. С. 97–107.
- Нездолий В.К., Нго Чи Тхьен, Нгуен Зуй Тоан. Поведение покатной молоди рыб в системе «река-эстуарий-море» (Вьетнам, пров. Кхань-Хоа) // Материалы межд. конф «Поведение рыб». Борок, 2010. М.: Изд. «АКВАРОС», 2005. С. 353–359
- Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974. 117 с.
- Nhezdoli V.K., Ngo Chi Thien, Nguyen Duy Toan. The drift of ichthyoplankton in «river-estuary-sea» system of Cai river . Collection of Marine Research Works. 2002. V. XII. Nhatrang. P. 259–272
- Nhezdoli V.K., Ngo Chi Thien, Nguyen Duy Toan. Drift of fresh-water ichthyoplankton from the cai river to the south china sea // Proceedings of International symposium, 16–17 november 2006., Nhatrang University, Vietnam 2006. P. 34–39.

ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕВЕРНЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н.Н. Немова, Н.В. Ильмаст, Е.П. Иешко

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия
nemova@krc.karelia.ru*

Проблема сохранения биологических ресурсов в пресноводных экосистемах России тесно связана с естественной динамикой их структурно-функциональной организации. В настоящее время наблюдается деградация биотопов и экосистем непосредственно связанная с различными формами антропогенного влияния (Алимов и др., 2005). Особую актуальность в последние десятилетия приобрели процессы техногенное загрязнение водоемов. Многочисленными исследованиями показано, что в зоне действия перерабатывающих отраслей производства (металлургической, химической, нефтеперерабатывающей, пищевой промышленности) в связи со сбросом промышленно загрязненных вод водоемы претерпевают серьезные изменения. Существенно меняются гидрохимический режим водных объектов, структура и функционирование гидробиологических сообществ, что обуславливает адекватные изменения в их видовом разнообразии и численности (Моисеенко, 1997; Решетников и др., 1999; Немова, Высоцкая, 2004 и др.).

Интенсивное освоение Северо-запада Республики Карелии связано с разработкой Костомукшского железорудного месторождения. Озеро Костомукшское – верхний водоем системы реки Кентти (басс. Белого моря). Строительство плотины на озере привело к изменению его гидрологических показателей.

В настоящее время озеро преобразовано в технологический водоем Костомукшского горно-обоганительного комбината (хвостохранилище). Водоем служит для захоронения отходов производства (хвостов обогащения, которые в виде пульпы поступают в водоем) и оборотного водоснабжения. Химический состав поступающей в водоем взвеси, вследствие выщелачивания различных компонентов, непосредственно влияет на химические показатели воды Костомукшского хвостохранилища и озер, расположенных ниже. До строительства комбината воды озера относились к маломинерализованным. Общая минерализация в 1978 г. составляла в среднем 25 мг/л. В настоящее время общая минерализация воды достигла 600

мг/л. Большие концентрации щелочных металлов, а так же гидрокарбонатов в воде определили сдвиг pH в щелочную область. Подобные условия представляют собой геохимический барьер для миграции большинства тяжелых металлов. Поэтому концентрации этих элементов в водоеме не велики (Пальшин и др., 1994; Кухарев и др., 1995; Современное состояние..., 1998; Лозовик и др., 2001).

Анализ гидробиологических данных (2009–2010 гг.) показал, что водоем отличается обедненностью видового состава и крайне низкими количественными показателями развития планктона и бентоса. Для сравнения по кормовым условиям (показателям биомассы фито- зоопланктона и макрозообентоса) Костомукшское хвостохранилище значительно уступает такому типичному олиготрофному водоему исследуемого региона, как озеро Каменное, которое в силу своего низкого трофического статуса характеризуется невысокими продукционными показателями.

Рыбное население озера Костомукшского до создания водохранилища не исследовалось. Рекогносцировочные работы по его изучению проводились в 1994 и 2007 гг. (Такшеев, 2007). Исследования 2009–2010 гг. показали, что ихтиофауна водоема бедна в видовом отношении и представлена пятью видами (4 семейства): плотва, щука, сиг, уклейка и налим. Наиболее многочисленными являются плотва, щука, сиг. Примечательно, что в водоеме отсутствуют окуновые виды (окунь, ерш) – типичные представители нижележащих озер системы реки Кенти. Для сравнения ихтиофауна озер расположенных в районе исследования включает 12–15 видов рыб. Так рыбное население озера Каменного представлено 13 видами (8 семейств) относящихся к 5 фаунистическим комплексам).

Плотва – самый многочисленный вид в озере, обитает главным образом в прибрежной части. В уловах (2009–2010 гг.) доминировали особи четырех-пяти лет (более 50%), доля рыб старше 8 лет – менее 5%. Максимальный возраст выловленной плотвы был 12 лет. Плотва хвостохранилища созревает на третьем году жизни при длине (ad) 10–12 см и массе 20–30 г. Абсолютная плодовитость плотвы невысокая и варьировала от 900 до 4.4 тыс. икринок. Анализ половой структуры плотвы хвостохранилища свидетельствуют о значительном преобладании самок в популяции (в 2009 г. – 88%; в 2010 г. – 90%).

Плотва хвостохранилища отличается медленным темпом роста и уступает в росте представителей данного вида из других водоемов исследуемого региона, и в особенности озера Каменного. Максимальные приросты наблюдается в первые годы жизни, в даль-

нейшем темп роста рыб стабилизируется. Наибольшая длина выловленной плотвы составила 21,7 см и масса 223 г. Медленный темп роста плотвы объясняется ограниченностью кормовых ресурсов в водоеме.

Сиг в Костомукшском водохранилище представлен среднетычинковой формой с числом жаберных тычинок от 28 до 40 (мода 34). Возрастной состав уловов включал особей от 1 до 12 лет, доминировали трех-четырёхлетки (более 50%). Половое созревание сига в условиях водохранилища наступает на третьем году жизни при достижении длины (ас) 17–19 см и массы 50–80 г. Сравнение роста среднетычинковой формы сига озер Кимас, Ньюк (Первозванский, 1986) и Костомукшского хвостохранилища не выявило существенных отличий линейно-весовых показателей. Питание сига водохранилища (по данным 2009 г.) было представлено главным образом бентосными организмами. По биомассе преобладали личинки и куколки хирономид (96,7%), доля других организмов мала (поденки – 2,7%, насекомые – 0,5%, планктон – 0,1%). Планктон был представлен главным образом ветвистоусыми рачками. Индекс наполнения желудков рыб не превышал $102^{0/000}$ (6,0–102), составляя в среднем $39,2^{0/000}$.

Щука – многочисленный вид в водоеме. Возрастной состав уловов (2009–2010 гг.) был представлен особями шести возрастных групп, максимальный возраст выловленной щуки составил 16 лет. Половая зрелость у щуки наступает в 4–5 лет. Самцы единично созревают в возрасте 2+, самки 3+. Рыбы в возрасте 3–4 года имели вторую стадию зрелости гонад, в возрасте 5–8 лет – шестую стадию. Рост хищных рыб очень изменчив, поэтому особи одного возраста часто различаются по длине и массе. Длина рыб (ад) варьировала от 29 до 74 см, масса от 238 до 3300 г. Темп роста щуки хвостохранилища невысокий. В питание щуки встречена плотва.

В водоеме были выловлены 6 самок уклейки в возрасте от 4 до 6 лет, все рыбы имели четвертую стадию зрелости половых продуктов, т.е. готовые к нересту и 1 самка налима в возрасте 12 лет длиной (аб) 58 см и массой 1054 г (вторая стадия зрелости гонад).

Поведенные исследования показывают, что функционирование горно-обогатительного комбината значительно изменило лимнологические показатели Костомукшского водохранилища, что отразилось на состоянии сообществ гидробионтов. Интенсивное антропогенное воздействие (преимущественно минеральное загрязнение) привело к упрощению структуры биотических сообществ в водоеме, а именно к снижению видового разнообразия, исчезновению

стенобионтных видов. В настоящее время ихтиофауна водоема бедна в видовом отношении и представлена пятью видами. Наиболее массовый вид в водоеме – плотва, отличается низким темпом роста и плодовитостью, что может быть связано с ограниченностью кормовых ресурсов. Следует отметить, что видимых морфологических изменений и нарушений наружных и внутренних органов у рыб в условиях интенсивного техногенного воздействия не отмечено. Вместе с тем, факт выживания и размножения популяций рыб в техногенном водоеме, свидетельствует об их высоком адаптивном потенциале в неблагоприятных условиях обитания.

Особое внимание было обращено на изучение гельминтофауны рыб хвостохранилища и озера Каменного, как примера естественного водоема. Паразиты рыб, имеющие сложный цикл развития позволяют оценить роль планктонных и бентосных видов гидробионтов, обеспечивших сохранение отдельных гельминтов в трансформированном водоеме. В целом паразитофауна рыб в хвостохранилище бедна. В структуре видового разнообразия отсутствуют специфичные виды паразитов, исчезнувшие в связи с вымиранием их хозяев. При этом сохранились только виды цестод, в цикле развития которых, ведущую роль выполняют планктонные рачки. Основное обеднение гельминтофауны связано с практически полным отсутствием паразитов, развивающихся с участием бентосных организмов (ручейники, олигохеты, двухстворчатые моллюски). Так из трематод у рыб хвостохранилища обнаружены только метацеркарии рр. *Diplostomum* и *Tylodelphys*, промежуточными хозяевами являются легочные моллюски.

Цестода *Proteocephalus longicollis* – один из немногих гельминтов, сохранившихся в паразитофауне сигов после превращения озера Костомукшского в хвостохранилище Костомукшского ГОКа. Обнаружение цестод в хвостохранилище свидетельствует о том, что сохранение паразита в условиях техногенного загрязнения водоема определяется, прежде всего, устойчивостью и сохранением основных звеньев его цикла развития: окончательного (сига) и промежуточного (копепод) хозяев. Единственная свободноживущая фаза гельминта – онкосфера (полностью сформированный зародыш) защищена от воздействия неблагоприятных условий водоема многослойной оболочкой. Показано, что индекс обилия паразита сиговых рыб цестоды *P. longicollis* в хвостохранилище превышает соответствующие показатели из естественных водоемов системы р. Каменной в сотни раз. Высокая зараженность исследованных сигов цестодами обусловлена с одной стороны доминированием планк-

тона в рационе рыб, с другой стороны связана, видимо, с угнетением иммунных реакций хозяев, обитающих в хвостохранилище.

У щуки в хвостохранилище обнаружено 4 вида гельминтов, из 14 видов паразитов, обнаруженных в природных озерах системы р. Каменной. В хвостохранилище сохранились только цестода *Triaenophorus nodulosus* и метацеркарии трематод (*Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *T. podicipina*).

У плотвы в хвостохранилище в сравнении с природными озерами сохранились только метацеркарии рода *Diplostomum*. Кроме того обнаружены моногенеи, развитие которых имеет прямой цикл развития.

Известно, что гидробионты способны накапливать в своих организмах многие элементы, в том числе и тяжелые металлы в более высоких концентрациях, чем в окружающей среде. Несмотря на поступление в хвостохранилище значительных объемов минеральных веществ, в том числе и тяжелых металлов, существенного их накопления в органах и тканях рыб не наблюдается.

Проведенные исследования не выявили накопления (аккумуляции) тяжелых металлов в органах и тканях щуки хвостохранилища выше фоновых значений. Ртуть в мышцах щуки и плотвы хвостохранилища содержится в незначительных количествах, практически на порядок ниже предельно допустимого содержания, предусмотренного санитарно-гигиеническими нормами РФ.

При оценке физиологического состояния водных организмов при изучении влияния на них загрязненных вод промышленных предприятий широко применяются гистоморфологические исследования. Результаты гистологического анализа выявили ряд серьезных и необратимых изменений в строении печени сига, плотвы и щуки, обитающих в водах Костомукшского хвостохранилища. Наиболее уязвимыми и чувствительными видами оказались сиг и щука, в то время как плотва более толерантна к воздействию со стороны токсических веществ минерального происхождения. Изменения, наиболее явными и значимыми из которых являются очаговые некрозы, нарушения кровоснабжения печени, опухоли у соудов плотвы и жировая дистрофия у сига, разрастание соединительной ткани у щуки, свидетельствуют о нарушениях белкового, углеводного и липидного обмена, что может привести к гибели гидробионтов и сокращению популяции или, возможно, полному исчезновению рыб в исследуемой акватории. В связи с этим обоснованным будет говорить, что изменения структуры паренхимы печени могут быть использованы как биомаркеры, которые отра-

жают чувствительность рыб к стрессовым факторам окружающей среды, что было отмечено и в других работах (Hinton et al., 1990; Hylland et al., 2003; Lawrence et al., 2003).

На основании анализа имеющихся и полученных данных в настоящее время нельзя выделить какой-либо ведущий фактор негативного действия техногенной воды хвостохранилища на природные популяции рыб. Можно предположить, что воздействие оказывает комплекс факторов, причем значимость их в токсичности техногенной воды для рыб может меняться в зависимости от их видовых и экологических особенностей, а также стадии онтогенеза.

Так показаны выраженные тканеспецифические изменения в липидном, фосфолипидном и жирнокислотном составе печени и жабр щук, отражающие как защитные, так и дестабилизирующие процессы в организме. Сравнительно более низкий уровень общих липидов, преобладание триацилглицеринов, возрастание индекса Дьерди у рыб из хвостохранилища свидетельствуют об изменениях в структурной организации клеток печени и энергообеспечения ее функциональной деятельности.

Преобладание триацилглицеринов может указывать на жировое перерождение печени у рыб в условиях техногенного воздействия. При этом практически отсутствуют различия в липидном составе в гонадах рыб из разных водоемов. Воздействие субтоксичного комплекса факторов техногенной воды (повышенная минерализация, высокая концентрация ионов калия, нарушение соотношения основных ионов, тонкодисперсная взвесь, щелочная среда) приводит к перестройке метаболизма рыб, в которую вовлекаются многие ферментные системы. Наиболее значительные сдвиги активности показаны для ферментов углеводного обмена, свидетельствующие об адаптивных перестройках энергетического обмена.

Показаны изменения в активности внутриклеточных протеолитических ферментов (лизосомальных катепсинов и цитоплазматических Ca^{2+} -активируемых протеиназ) в тканях рыб под воздействием сложной смеси токсикантов. Наблюдаемое снижение роста сегов из хвостохранилища (по сравнению с озером Каменным) можно объяснить снижением общего уровня аэробного метаболизма и перераспределением энергетических затрат в сторону некоторых метаболических процессов, а именно на компенсаторные реакции анаэробного синтеза АТФ при снижении аэробного и на синтез липидов. Особо следует отметить сравнительно низкий уровень содержания восстановленного глутатиона у рыб из «хвостохранилища», который является показателем функционирования системы

биотрансформации ксенобиотиков в организме. Это косвенно может указывать на некоторое снижение адаптивного потенциала защитных систем организмов рыб.

Используемые биохимические показатели могут указывать как на становление адаптивных перестроек в тканях, так и на развитие патологических изменений, если воздействующий фактор превышает пороговые значения, за которыми адаптивные возможности организма рыб резко снижаются. В данном случае на фоне адаптивных перестроек биохимического метаболизма наблюдаются некоторые патологические изменения, о чем свидетельствуют данные биохимических исследований содержания глутатиона, запасных липидов, ферментов аэробного метаболизма, которые позволяют говорить о том, что сиги в трансформированном водоеме отличаются угнетением клеточного метаболизма и соответственно иммунного статуса.

В заключение следует отметить, что в настоящее время механизмы гомеостаза как на уровне тканей и клеток (биохимические), так и на уровне организма (физиологические и поведенческие) позволяют рыбам относительно успешно существовать в техногенном водоеме. Разумеется, адаптивные возможности организма не безграничны и уже сейчас у рыб из хвостохранилища отходов ГОКа намечаются некоторые тенденции, которые могут в последующем привести к нарушениям физиолого-биохимического статуса рыб и как следствие, к патологическим изменениям.

Работа выполнялась при финансовой поддержке программ ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования», ФЦП гос. контракт № 02.740.11.0700 и П № 1299.

Список литературы

- Алимов А.Ф., Бульон В.В., Голубков С.М. Динамика структурно-функциональной организации экосистем континентальных водоемов // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. Сборник научных статей. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 241–253.
- Кухарев В.И., Пальшин Н.И., Сало Ю.А. Общая характеристика озерно-речной системы Кенти-Кенто // Влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы реки Кенти. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 4–8.
- Лозовик П. А., Маркканен С.-Л., Морозов А. К., Платонов А. В. и др. Поверхностные воды Калевальского района и территории

- Костомукши в условиях антропогенного воздействия. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. 168 с.
- Монсеенко Т.И. Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики. Апатиты: Кольский НЦ РАН, 1997. 262 с.
- Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб. М.: Наука, 2004. 215 с.
- Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищевая промышленность, 1980. 182 с.
- Пальшин Н.И., Сало Ю.А., Кухарев В.И. Влияние Костомукшского ГОК'а на экосистему р. Кенти. Гидрологические и гидрохимические аспекты // Исследование и охрана водных ресурсов бассейна Белого моря (в границах Карелии). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1994. С. 140–161.
- Первозванский В.Я. Рыбы водоемов района Костомукшского железорудного месторождения (экология, воспроизводство, использование). Петрозаводск: Карелия, 1986. 216 с.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А. и др. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам мрфопатологического анализа рыб // Усп. соврем. биологии. 1999. Т. 119. № 2. С. 165–177.
- Современное состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 188 с.
- Такшеев С.А. Ихтиофауна Костомукшского водохранилища // Ихтиологические исследования на внутренних водоемах: Материалы межд. науч. конф. Саранск: Мордов. гос. ун-т, 2007. С. 168–169.
- Hinton D.E., Lauren D.J. Integrative histopathological approaches to detective effects of environment stressors of fish // Publ. American Fish. Soc. 1990. P. 51–66.
- Hylland, K., S. Feist, J. Thain, and L. Forlin. 2003. Molecular/Cellular processes and the health of the individual. In: Effects of Pollution on Fish: Molecular Effects and Population Responses, Lawrence A, Hemingway K (eds), Blackwell Science, Oxford, UK. 2003. P. 134–166.
- Lawrence, A.J., Arukwe, A., Moore, M., Sayer, M., Thain, J. Molecular/Cellular Processes and Physiological Response to Pollution. In: Effects of Pollution on Fish: Molecular Effects and Population Responses, Lawrence A, Hemingway K (eds), Blackwell Science, Oxford, UK, 2003. P. 83–133.

ПРЕСНОВОДНЫЕ РЫБЫ И ЭЛЕКТРОТОК: ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Р. А. Новицкий, В. Н. Кочет, О. А. Христов

*Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара,
Украина, zoolog@ukr.net*

Приводятся данные об ихтиопатологическом обследовании двух видов половозрелых рыб из двух семейств (щука, лещ) Днепровского водохранилища, изъятых во время природоохранного рейда у гражданина, который применял самодельный электрический прибор («электроудочку») для поражения рыб.

Все исследованные экземпляры карповых рыб (лещ обыкновенный) имели поражения роговицы глаз и внутренних органов разной степени. Наиболее значимые поражения внутренних органов отмечены для тканей почек, найдены кровоизлияния в брюшную полость, почки и головной мозг. У щучковых рыб (щука обыкновенная) отмечены кровоизлияния в генипоры. Описанные ихтиопатологические последствия поражения рыб могут использоваться природоохранными органами для четкой диагностики применения «электроудочки» для добычи гидробионтов.

Незаконная добыча водных живых ресурсов при помощи электроловильных устройств («электроудочка») приобрела в СНГ и Украине на протяжении последних 20 лет значительную популярность [6; 10–12; 15]. «Электроудочки» представляют собой самодельные электрические устройства, основными элементами которых являются аккумулятор, преобразователь тока, подсачек, к ободу которого подводится электроток. «Электроудочки» предназначены для использования электрического тока высокого напряжения (1–2 кВ) для добычи рыбы, которая поражается электрошоком [7; 17].

Этот вид незаконной добычи по степени негативного воздействия на рыб и гидрозкосистемы является наиболее угрожающим. Применение электроловильных приборов наносит кроме прямого ущерба (гибель рыб), также и опосредованное (травмы, нарушения функционирования внутренних органов и репродуктивной способности на протяжении долгого времени, гибель других групп гидробионтов, в том числе и кормовых организмов, в зоне действия электрического поля) [7; 16].

Основной период применения «электроудочек» – весенний период, когда проходит нерест рыб, поэтому применение этого незаконного орудия добычи во время нерестовых миграций рыб и на нерестилищах несет прямую угрозу существованию популяций рыб во внутренних водоемах Европы. Весной происходит развитие дру-

гих групп гидробионтов (беспозвоночных), которые также подвергаются негативному воздействию «электроудочки».

На сегодня применение незаконных электроловильных орудий лова запрещено действующим законодательством Украины [5; 8; 13–14], однако и сейчас в стране не существует единой методологической и методической основы диагностирования поражений рыб электротоком. Несомненно, это усложняет доказательную базу для природоохранных органов при задержании ими правонарушителей, которые использовали самодельные электрические устройства («электроудочку») для поражения гидробионтов [11]. Кроме этого, при задержании правонарушителей «на горячем» размер ущерба рассчитывается, исходя из количества выловленной (добытой) рыбы, без учета всего комплекса негативного воздействия не только на ихтиофауну, но и на другие виды гидробионтов, особенно кормовых организмов.

Целью работы является анализ анатомо-морфологических аспектов поражения пресноводных рыб электрическим током от самодельных электрических устройств («электроудочки»).

Материал и методы исследований

Материалом исследования послужили 7 экземпляров рыб, изъятых во время природоохранного рейда на Днепровском (Запорожском) водохранилище у гражданина, использовавшего самодельное электрическое устройство («электроудочку») для поражения рыб. Материал для проведения лабораторных патологоанатомических исследований предоставлен 5.05.2010 г. линейным отделением МВД Украины в речном порту «Днепропетровск».

Анализ пораженной самодельным электрическим устройством рыбы осуществлялся в лаборатории биомониторинга НИИ биологии Днепровского национального университета им. Олеса Гончара. Исследовались 2 особи обыкновенной щуки (*Esox lucius*) и 5 особей обыкновенного леща (*Abramis brama*). Патологоанатомический анализ проводился на свежей рыбе в соответствии с общепризнанными методическими указаниями [1–4].

Результаты исследований

Полученные экземпляры рыб были свежими, в доброкачественном состоянии, без следов длительного хранения. Запах несвежести или разложения отсутствовал, слизь на чешуе прозрачная. Все экземпляры рыб не имели внешних травматических повреждений на голове, теле, плавниках, нарушений пигментации чешуйного по-

крова. Жабры имели ярко-красный цвет, без следов ослизнения и повреждений краев жаберных лепестков.

Состояние и целостность чешуйного покрова и ротовой полости свидетельствует о том, что предоставленные для анализа экземпляры рыб не были пойманы на любительские орудия лова (все типы крючковых орудий лова), а также сетевыми орудиями (ставные, плавные сети, в том числе порежные). Кроме того, отсутствие характерных повреждений тела исследуемых рыб исключает возможность вылова этих рыб неводом (волокушей), вентерем, либо добычи их колющими орудиями (вилы, остроги и пр.).

Не вызывает сомнения факт, что предоставленные для исследования экземпляры рыб (щуки и лещи) были изъяты из водной среды мгновенно. Об этом свидетельствует общий вид рыб, состояние окраса жаберных лепестков и наполнение отделов кишечника.

Все особи лещей-самцов находились на преднерестовых стадиях развития половых продуктов (IV–V), при этом начало нереста могло состояться максимум через 1–3 дня. Одна самка леща была с икрой на стадии IV–V, что также свидетельствует о фактическом начале нереста. Щуки, которые подверглись исследованию, недавно отнерестились, стадия зрелости половых продуктов – II–III.

Все исследованные рыбы имели заметные поражения разных органов (табл. 1).

В результате исследований отмечены отличия в характере повреждений рыб с разных семейств (таксономические отличия). У представителей семейства Щуковые (*Esoxidae*) (щука обыкновенная) достоверно зарегистрированы четко заметные поражения генипор (отверстий гиомандибулярного канала) в виде кровоизлияний.

Повреждения представителей семейства Карповые (*Cyprinidae*) (лещ обыкновенный) более значимы. У исследованных лещей наибольшие поражения отмечены для тканей почек, найдены кровоизлияния в брюшную полость, почки и головной мозг. Все исследованные экземпляры карповых рыб (лещи) имели повреждения роговицы глаз.

Несмотря на таксономическую принадлежность и особенности повреждения особей некое воздействие на рыб имело необратимый летальный характер.

Обсуждение результатов

Проведенный ихтиопатологический анализ свидетельствует, что исследованные экземпляры рыб подвергались значительному уровню негативного воздействия мгновенного действия, что привело к летальным последствиям (смерти) в очень ограниченное время. Эти

последствия не могут быть вызваны в результате асфиксии, болезней, сброса загрязняющих агентов (загрязнения водоемов), вылова любительскими или промысловыми орудиями лова.

Общий уровень отклика организма на негативное воздействие наблюдается в виде поражений и деструкций внутренних органов (лещи), рецепторной и сосудистой систем (лещи и щуки).

Таблица 1.

Результаты ихтиопатологического обследования пресноводных рыб, предоставленных для исследований

Вид рыбы	№ экз- мпляра, пол, стадия зре- лости поло- вых продук- тов, длина, см и масса рыбы, кг	Внешний осмотр	Внутренний осмотр
		У всех исследованных рыб на чешуйном покрове, голове, плавниках травматических и других повреждений не обнаружено. Жабры не повреждены, ярко-красного цвета. Ротовая полость без травматических поражений и проколов	Внутренняя полость имеет среднее количество ожирков (2 (щуки)–3 (лещи)) балла по шкале Н. Прозоровской). Желчный пузырь, печень, селезенка в границах физиологической нормы, следов повреждений не выявлено. Яичники или семенники в норме, половые продукты созревшие
Щука	Экз. № 1: ♀ II–III, l = 360 мм, m = 0.40 кг	Есть кровоизлияния в генипоры на нижней челюсти	Желудок пустой, кишечник практически пустой, в задней его части есть остатки кормовых объектов
	Экз. № 2: ♀ II–III, l = 345 мм, m = 0.33 кг	Есть кровоизлияния в генипоры на нижней челюсти	Кишечник заполнен, желудок заполнен (найден 1 экз. рыбы), в задней части кишечника есть остатки кормовых объектов
Лещ	Экз. № 3: ♂ IV–V, l = 380 мм, m = 1.08 кг	Есть кровоизлияния в роговицу обоих глаз	Степень наполнения кишечника средняя, во всех его отделах есть природные кормовые объекты. Почки имеют поражения в виде деструкции и разрежения ткани
	Экз. № 4: ♂ V,	Есть кровоизлияния в роговицу	Степень наполнения кишечника средняя, во всех

l = 310 мм, m = 0.60 кг	обоих глаз	его отделах есть природные кормовые объекты. Есть кровоизлияния в брюшной полости и сгустки крови возле семенников. Отмечены поражения почек в виде деструкции и разрежения ткани, кровоизлияния в почках
Экз. № 5: ♂ V, l = 320 мм, m = 0.71 кг	Есть кровоизлияния в роговицу правого глаза	Степень наполнения кишечника средняя, во всех его отделах есть природные кормовые объекты. Передняя часть плавательного пузыря повреждена (перфорирована)
Экз. № 6: ♀ IV-V, l = 390 мм, m = 1.46 кг	Есть кровоизлияния в роговицу обоих глаз	Степень наполнения кишечника средняя, во всех его отделах есть природные кормовые объекты. Есть значительные кровоизлияния в брюшной полости возле почек. Отмечены поражения почек в виде деструкции и значительного разрежения ткани. Есть локальные кровоизлияния в головном мозге. Отмечены разрывы оболочки яичников (обоих гонад), икра находится в брюшной полости.
Экз. № 7: ♂ V, l = 320 мм, m = 0.72 кг	Есть незначительные кровоизлияния в роговицу обоих глаз	Степень наполнения кишечника средняя, во всех его отделах есть природные кормовые объекты. Есть кровоизлияния в брюшной полости. Отмечены поражения почек в виде деструкции и разрежения ткани

Необходимо отметить, что характер повреждений внутренних органов во многом соответствовал наблюдаемым нами ранее поражениям карповых рыб, пострадавшим от удара молнии в природный водоем [9].

Таким образом, по нашему мнению, результаты ихтиопатологического обследования с высокой степенью достоверности свиде-

тельствуют о вероятности гибели исследованных рыб от применения мощного электромагнитного поля (электротока).

Изъятие рыб из природных и искусственных водных систем при помощи «электроудочек» является наиболее угрожающим браконьерским способом добычи, который приводит к массовому уничтожению рыб и других водных организмов, сопровождается значительными прямыми и долговременными общеэкологическими негативными последствиями [7; 11–12].

Однако на сегодня ущерб, нанесенный в результате использования незаконных электроловильных устройств, приравнивается до других, менее значимых по масштабам негативного воздействия незаконной добычи рыб. При этом не учитывается полный объем причиненного биоте вреда от применения «электроудочек», который значительно превышает непосредственный ущерб от незаконно добытой рыбы.

Степень ответственности за этот вид нарушения природоохранного законодательства Украины не отвечает в полном объеме нанесенному ущербу водным экосистемам и их биотическим компонентам [8]. На сегодня правовая ответственность за использование незаконных электроловильных устройств является достаточно либеральной и не дает возможность прекратить или существенно ограничить использование опасных для водных экосистем орудий лова. Необходимо внедрение более суровой ответственности за этот вид преступной деятельности в соответствии уровню причиненного ущерба природной среде. Применение «электроудочки» должно равняться уровню совершения особо тяжкого преступления и караться соответственно.

Выводы и рекомендации

Проведенный ихтиопатологический анализ семи экземпляров рыб, предоставленных для исследования (в т. ч. двух шук и пяти лещей), показал следующее.

1. Зафиксирован факт необратимого летального воздействия на рыб разной таксономической принадлежности и разной экологии некоего негативного фактора.

2. Все исследованные рыбы имели заметные поражения разных органов: карповые (лещи) имели повреждения роговицы глаз. Для внутренних органов наиболее значительные поражения отмечены для тканей почек. Отмечены кровоизлияния в брюшную полость, почки и головной мозг, зафиксирован разрыв плавательного пузыря (1 случай).

3. Обнаружены таксономические отличия в характере повреждений рыб из разных семейств в результате некоего летального воздействия. Для шук характерны кровоизлияния в генипоры на нижней челюсти, для карповых рыб (лещ) – поражения внутренних органов (кровоизлияния, деструкция тканей).

Таким образом, учитывая состояние и характер повреждений рыб, предоставленных для анализа, наиболее вероятная причина морфо-анатомических поражений рыб – применение самодельного электрического устройства типа «электроудочка».

Вышеописанное свидетельствует о крайней необходимости проведения тщательной оценки летального воздействия незаконных электроловильных устройств («электроудочек») на организм пресноводных рыб и других водных гидробионтов, на популяционные параметры и общее состояние ихтиоценоза. На основе последующих исследований необходимо разработать отдельную специализированную «Методику расчета ущерба, причиненного водным живым ресурсам в результате применения незаконных электроловильных устройств», которая должна в полном объеме определить реальный вред, причиненный биоте водных экосистем при применении незаконного способа добычи гидробионтов – «электроудочки».

Литература

- Абрамов А. В., Мірошніченко А. І., Литвинов О. П. и др. Посібник по діагностиці хвороб водних тварин. Частина І. Хвороби риб. К.: АртЕК, 2005. 180 с.
- Бауэр О. Н., Мусселиус В. А., Николаева В. М. Ихтиопатология. М.: Пищ. пром-сть, 1977. 417 с.
- Давыдов О. Н., Темниханов Ю. Д. Болезни пресноводных рыб. К.: Ветинформ, 2004. 542 с.
- Давыдов О. Н., Исаева Н. М., Куровская Л. Я. Ихтиопатологическая энциклопедия. Киев, 2000. 164 с.
- Закон України «Про тваринний світ» //Відомості Верховної Ради (ВВР). 2002. № 14. Ст. 97.
- Извеков И. П., Асланов Г. А. Экологическая безопасность электролова рыбы и эффективность промысла во внутренних водоемах // ВНИЭРХ, ОИ. 2000. № 2. 68 с.
- Карпов Н. А., Бойков С. Н.. О влиянии электроудочки на фауну водоемов // Актуальные проблемы управления заповедниками в Европейской части России: мат-лы юбилейной науч.-практ. конф. Воронеж: ВГУ, 2004. С. 38–41.

- Кодекс України про адміністративні правопорушення* // Відомості Верховної Ради Української РСР (ВВР). 1984. Додаток до № 51. Ст. 1122, зі змінами 2004–2006 рр.
- Кочет В. Н., Новицкий Р. А. О наблюдении за последствиями удара молнии на акватории Днепровско-Орельского природного заповедника // Рыбн. хозяйство Украины. 2004. № 2. С. 54–55.
- Кочет В. Н., Христов О. А. Реакции рыб на воздействие промышленных электрических орудий лова в замкнутых водоемах Днепропетровской области (Украина) // Поведение рыб: материалы докладов IV Всероссийской конференции с международным участием. 19–21 октября 2010 г. Борок, Россия. М.: АКВАРОС, 2010. С. 166–172.
- Новицкий Р. А. Незаконное ресурсопользование на днепровских водохранилищах // Актуальные проблемы водохранилищ: тезисы Всерос. конф., Борок, 29 окт. – 3 ноября 2002 г. Борок, ИВВН РАН, 2002. С. 224–226.
- Новицкий Р. В одной лодке с электробраконьером // Рыболов. Украина. 2007. № 5. С. 106–108.
- Правила любительського і спортивного рибальства* // Затверджені Постановою КМУ від 18 липня 1998 р. № 1126.
- Правила промислового рибальства в рибогосподарських водоймах України* // Наказ Державного комітету рибного господарства України № 33 від 18.03.1999.
- Стернин В. Г., Никоноров И. В., Бумейстер Ю. К. Электролов. Основы теории и практика. М.: Пищевая пром-сть, 1972. 223 с.
- Snyder D. E. Effects of electrofishing on fish embryos, larvae, and early juveniles // American Fisheries Society. Early Life History Section Newsletter. 1994. V. 15(1). P. 10–13.
- Snyder D. E. Impacts of electrofishing on fish // Fisheries. 1995. V. 20(1). P. 26–27.

РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ КРУПНЫХ РЕК ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

А.П. Новоселов

*Северный филиал ФГУП «ПИНРО», Архангельск, Россия,
novoselov@sevpinro.ru*

Регион Европейского Северо-востока России объединяет территорию, включающую в себя побережья Белого, юго-восточной части Баренцева и юго-западной части Карского морей, омывающих территорию Архангельской области и Ненецкого Автономного округа, а также наиболее крупные речные бассейны рек Онеги, Северной Двины, Мезени, Печоры и Кары (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема водотоков Европейского Северо-востока России

В составе речной ихтиофауны региона отмечено 46 таксонов, включая виды, подвиды и экологические формы, достаточно хорошо изолированные как географически, так и экологически. Сюда входят как виды, меняющие среду обитания в течение жизненного цикла (проходные и полупроходные рыбы), так и пресноводные виды, ведущие оседлый образ жизни. Из них 40 входят в состав нативной ихтиофауны, а 6 являются новыми для региона видами, расширившими естественный ареал в результате интродукции или саморасселения (Новоселов, 2000).

1. Нативная ихтиофауна. По числу аборигенных видов рыб ихтиофауна анализируемых рек группируется следующим образом. По 30 видов рыб обитают в наиболее крупных речных бассейнах – рек Северной Двины и Печоры. Меньшим количеством видов ха-

характеризуются менее крупные речные системы – рек Онеги (28 видов), Мезени (25), Волонги (25) и Кары (24 вида) (табл. 1).

Таблица 1.

Соотношение основных групп аборигенных рыб в крупных реках Европейского Северо-востока России (в%)

Семейства рыб	Онега	Северная Двина	Мезень	Волонга	Печора	Кара
1. Лососеобразные:	24.9	23.4	28.0	44.0	43.5	50.0
• лососевые	7.1	6.7	4.0	12.0	10.1	8.3
• сиговые	7.1	6.7	12.0	20.0	20.0	29.2
• хариусовые	3.6	3.3	4.0	4.0	6.7	8.3
• корюшковые	7.1	6.7	8.0	8.0	6.7	4.2
2. Карповые	35.7	33.4	28.0	12.0	20.0	12.4
3. Окуневые	7.1	6.7	8.0	8.0	6.7	8.3
4. Прочие	32.3	36.6	36.0	36.0	29.8	29.3
Всего, п	28	30	25	25	30	24
Всего, %:	100	100	100	100	100	100

Характерной чертой речной ихтиофауны региона является значительное количество аборигенных рыб холодноводного комплекса. Это лососеобразные рыбы семейств лососевых, сиговых, хариусовых и корюшковых. В целом их количество изменяется от 23.4% до 50%. В Онежском бассейне их доля составляет 24.9%, Северодвинском – 23.4% и Мезенском бассейне 28.0%. В бассейнах водотоков юго-восточной части Баренцева и юго-западной части Карского морей их доля увеличивается, составляя 44.0% в бассейне р. Волонги, 43.5% – Печоры и 50.0% в бассейне р. Кары (см. табл. 1). Установлено, что при продвижении с запада на восток значение в составе пресноводной ихтиофауны различных групп рыб существенно меняется. Доля лососевидных рыб холодноводного комплекса увеличивается, карповых рыб – наоборот снижается. Количество других семейств, представленных значительно меньшим количеством видов, практически остается постоянным.

2. Новые виды. В бассейнах северных рек чужеродные рыбы-вселенцы появились в результате:

- проведения акклиматизационных работ (дальневосточная горбуша);
- направленной интродукции (сибирский осетр в Печорском бассейне, судак в бассейнах рек Онеги и Северной Двины);
- саморасселения каспийских видов (белоглазка, жерех) или балтийских (жерех) видов в Северодвинском бассейне.

3. Систематика и фаунистика.

В *систематическом отношении* (с учетом новых видов) ихтиофауна рек Европейского Северо-востока представлена 15 семействами. Среди них по числу видов преобладает семейство *карповых*, включающее 14 видов (что составляет 30.4% от всего состава речной ихтиофауны) (рис. 2). Оно представлено лещом, белоглазкой, уклейей, жерехом, густерой, верховкой, голавлем, язем, ельцом, чехонью, речным голяном и голяном Чекановского, а также плотвой и пескарем.

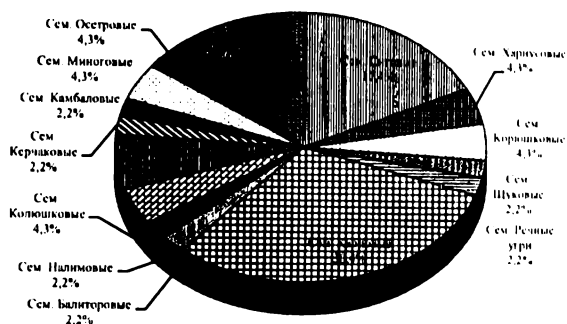


Рис. 2. Число видов разных систематических групп в составе речной ихтиофауны Европейского Северо-востока России

Второе место по количеству видов занимает семейство *сиговых*, из которых в бассейнах северных рек встречаются 8 видов (17.4%). К ним относятся арктический омуль, обыкновенный сиг, чир, пелядь, пещорская ряпушка, нельма, а также муксун и сибирская ряпушка, обитающие на краю ареалов в бассейне р. Кары. В несколько меньшем количестве – 5 видов (или 10.9%) представлено семейство *лососевых* рыб. Это атлантический лосось (семга), акклиматизированная горбуша, кумжа, арктический голец и таймень.

Все остальные семейства в видовом отношении оказываются менее разнообразными. Три вида (6.5%) объединяет семейство *окуневых*, включая ерша, окуня и судака. По два вида (4.3%) включают семейства *миноговых* (тихоокеанская и сибирская миноги), *осетровых* (сибирский осетр и стерлядь), *хариусовых* (европейский и сибирский хариусы), *корюшковых* (европейская и азиатская корюш-

ки) и *колюшковых* (трехиглая и девятиглая колюшки). Одним видом (2.2%) представлены семейства *щуковых* (обыкновенная щука), *речных угрей* (речной угорь), *балиториевых* (усатый голец), *налимных* (налим), *керчаковых* (обыкновенный подкаменщик) и *камбаловых* (речная камбала).

Всех пресноводных рыб по классификации Никольского (1980) можно отнести к 6 *фаунистическим комплексам*. В видовом отношении наибольшее число речных видов (14 или 30.4%) относится к *арктическому пресноводному*, включающему тихоокеанскую и сибирскую миног, арктического гольца, омуля, печорскую и сибирскую ряпушек, сига, муксуна, чира, пелядь, нельму, проходных европейскую и азиатскую корюшек, а также налима (рис. 3).

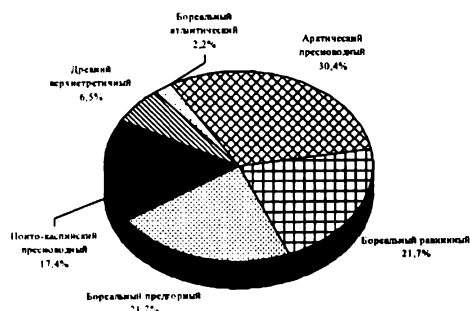


Рис. 3. Доля рыб различных фаунистических комплексов в составе пресноводной ихтиофауны Европейского северо-востока России

Чуть меньшим, но равным количеством видов (10 или 21.7%) ихтиофауна представлена *бореальным равнинным* (сибирский осетр, щука, голавль, язь, елец, плотва, чехонь, пескарь, ерш и окунь) и *бореальным предгорным* (атлантический лосось, горбуша, кумжа, таймень, сибирский и европейский хариусы, обыкновенный голец, голец Чекановского, усатый голец и обыкновенный подкаменщик) фаунистическими комплексами. *Понтокаспийский пресноводный* комплекс включает 8 видов рыб (17.4%), представленных карповыми (лещ, белоглазка, жерех, уклей, густера и верховка) и колюшковыми (трех- и девятиглая колюшки). *Древний верхнетретичный* комплекс состоит всего из трех видов (6.5%) –

стерляди, речного угря и судака. Единственный морской *бассейный атлантический* фаунистический комплекс включает лишь один вид (2.2%), а именно речную камбалу, поднимающейся вверх по рекам на значительные расстояния (Пономарев и др., 1998).

4. Экологические характеристики рыб.

По *характеру питания* все виды, обитающие в анализируемых речных бассейнах, можно отнести к четырем группам: бентофаги, планктофаги, хищники (включающие хищно-паразитический тип питания миног) и эврифаги (рис. 4). Типично *планктонное* питание имеют 6 видов рыб, составляющие в количественном отношении 13.0% от всей речной ихтиофауны и представленные омулем, пелядью, сибирской и печорской ряпушками, а также уклей и верховка. При этом следует иметь в виду, что мелкие формы зоопланктона потребляет молодь практически всех видов рыб на ранних этапах онтогенеза.

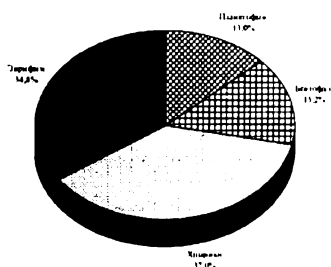


Рис. 4. Доля рыб с разным характером питания

Рыбами с преимущественно *бентосным* характером питания являются 7 видов (или 15.2%) – это осетровые (сибирский осетр и стерлядь), а также часть сиговых (сиг, чир, муксун) и карповых (лещ и пескарь). *Хищным* питанием характеризуется 17 видов рыб, что составляет более трети (37.0%) всего состава речной ихтиофауны. В основном это проходные и полупроходные хищники – атлантический лосось, кумжа, арктический голец, акклиматизированная горбуша, европейская и азиатская корюшки, речной угорь и нельма. Сюда же относятся тихоокеанская и сибирская миноги (с хищно-паразитическим типом питания), а также часть туводных хищных рыб (таймень, щука, налим, окунь, судак и два хищный представителя карповых – жерех и чехонь).

Почти такое же количество – 16 видов (34.8%) – составляют *эврифаги*, или рыбы со смешанным характером питания, имеющие широкий пищевой спектр с преимущественным потреблением того или иного вида корма. Они представлены европейским и сибирским хариусами, белоглазкой, густерой, голавлем, язем, ельцом, плотвой, речным голяном и голяном Чекановского, трех- и девятиглазой колюшкой, ершом, усатым голецом, обыкновенным подкаменщиком, а также речной камбалой.

По *типу размножения* подавляющее большинство рыб в динамичных условиях северных рек используют для откладки икры определенный субстрат. Больше всего видов (30, или 65.3% от всех рыб) откладывают икру на *каменистых* (литофилы) и *песчаных* (псаммофилы) участках дна (рис. 5).

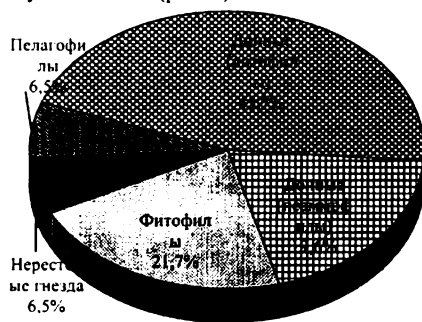


Рис. 5. Доля рыб с разным типом размножения (по предпочитаемому субстрату)

Из проходных сюда относятся тихоокеанская минога, атлантический лосось, кумжа, арктический голец, акклиматизированная горбуша, европейская и азиатская корюшки. Среди проходных и полупроходных сиговых это омуль, нельма, сиг, чир, муксун, пелядь, а также европейская и сибирская ряпушки. К тузовым рыбам, нерестящимся на каменисто-песчаном субстрате, можно отнести тайменя, сибирскую миногу, европейского и сибирского хариусов, сибирского осетра, стерлядь, обыкновенного голяна, голяна Чекановского, усатого гольца, ельца, голавля, пескаря, налима, ерша и обыкновенного подкаменщика.

Меньшим количеством видов (10 или 21.8%) представлены рыбы, предпочитающие откладывать икру на *растительный субстрат* (фитофилы). Это весенне-нерестующие или порционно от-

кладывающие икру виды, включающие щуку, окуня, леща, белоглазку, язя, густеру, жереха, уклея, верховку, плотву. Группа *пелагофилов* представлена лишь тремя видами (6.5%), откладывающими икру в толщу воды – это чехонь, речная камбала и речной угорь, совершающий длительную катадромную (покатную) нерестовую миграцию в Саргассово море и мечущий икру на значительных глубинах. Два вида колюшек и судак (6.5%) устраивают для откладки икры своеобразные *гнезда*.

5. Распространение видов.

Область распространения рыб в рассматриваемых речных бассейнах неодинакова. Наряду с широко распространенными видами в составе ихтиофауны присутствуют рыбы с естественно ограниченным местообитанием, а также ряд маргинальных видов с пограничным обитанием на краю ареала. Некоторые виды являются интродуцентами или саморасселенцами, по другим отмечены лишь единичные случаи поимки.

Широко распространенные виды. К ним относятся как промысловые, так и не промысловые виды, составляющие половину (21 или 45.7%) от всей речной ихтиофауны и встречающиеся во всех, или в большинстве речных бассейнов. Это прежде всего проходные, полупроходные и туводные частичковые виды рыб, на которых базируется речной промысел. Также повсеместно встречаются и часть непромысловых видов. В низовьях практически всех северных рек обитает *речная камбала*, а в их русловых частях и притоках – *европейский хариус*.

Рыбы с ограниченным распространением. Встречаются не во всех, или только в отдельных речных бассейнах (25 видов или 54.3%). Среди промысловых видов сюда можно отнести *арктического гольца* и *омуля*, населяющих только бассейны рек Баренцева и Карского морей, а также *кумжу*, характерную в основном для нижнего течения рек бассейна Белого моря. *Пелядь*, *чир* и *сибирский хариус* не отмечены в составе аборигенной ихтиофауны бассейнов рек Онеги и Северной Двины. *Лещ* и *язь* населяют реки Беломорского бассейна и Печору, но не отмечены в составе ихтиофауны бассейнов рек Волонги и Кары. Только в р. Северной Двине обитают *голавль* и *стерлядь*, интродуцированная в реки Онегу и Печору, в которой обитает интродуцированный *сибирский осетр*. Только в бассейнах рек Северной Двины и Онеги встречается *судак*. Лишь для бассейна р. Печоры отмечен *таймень*, и экологические формы *печорской ряпушки* («зельдь» и «сауреи»), для бассейна р. Кары – *мухсун*, *сибирская ряпушка* и *гольян Чекановского*. К ры-

бам с естественно ограниченным ареалом относятся также редкие и малочисленные виды (*сибирская минога, речной угорь, укляя, густера, верховка*), а также рыбы, появившиеся в составе пресноводной ихтиофауны региона в результате саморасселения (судак, *белоглазка, жерех*) (Новоселов, Студенов, 2002).

6. **Редкие виды.** В пресноводных водоемах Европейского Северо-востока России обитает 7 видов рыб, нуждающихся в особом режиме охраны, и занесенных в региональные Красные книги соответствующих субъектов Российской Федерации (табл. 2).

Таблица 2.

**Редкие виды рыб в составе пресноводной ихтиофауны
Европейского Северо-востока России**

Виды рыб	Региональные Красные книги и категория охранного статуса		
	КК Республики Коми (1998)	КК Ненецкого автономного округа (2006)	КК Архангель- ской области (2008)
1. Сибирский осетр	-	6	-
2. Таймень	0 (Ex)	-	-
3. Муксун	-	3 (R)	-
4. Нельма	2 (V)	7	7
5. Сибирский хариус	3 (R)	3 (R)	-
6. Речной угорь	-	4 (I)	4 (I)
7. Гольян Чекановского	-	3 (R)	-
8. Обыкновенный под- каменщик	-	7	7

- 0 (Ex) - Вероятно исчезнувшие
- 1 (E) - Находящиеся под угрозой исчезновения
- 2 (V) - Сокращающиеся в численности
- 3 (R) - Редкие
- 4 (I) - Неопределенные по статусу
- 5 (Cd) - Восстанавливаемые или восстанавливающиеся.
- 6 - Редкие с нерегулярным пребыванием
- 7 - Вне опасности.

В целом, информация о видовых списках рыб, их систематике, принадлежности к фаунистическим комплексам, экологии и распространении может быть использована при разработке общероссийских и региональных программ по изучению и сохранению биологического разнообразия. Уточненные данные по составу ихтиофауны крупных речных бассейнов в различных регионах (разработка региональных каталогов рыб) могут быть полезны при составлении полного списка рыб в континентальных водоемах России.

Список литературы

- Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1980. 182 с.
- Новоселов А.П. Современное состояние рыбной части сообществ в водоемах Европейского Северо-Востока России. Автореф. докт. дис. М.: 2000. 50 с.
- Новоселов А.П., Студенов И.И. О появлении каспийских видов белоглазки *Abramis sapa* (Pallas, 1814) и жереха *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) в бассейне р. Северной Двины // Вопр. ихтиологии. 2002. Т. 42. № 8. С. 615–622.
- Пономарев В.И., Захаров А.Б., Шалаев С.Н. О нахождении речной камбалы *Platichthys flesus* L. в реке Печоре // Вопр. ихтиологии. 1998. Т. 38. № 2. С. 278–279.

МЕТОДЫ РЕСУРСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИГОВЫХ РЫБ В РЕЧНЫХ СИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ)

А.П. Новоселов, И.И. Студенов

Северный филиал ФГУП «ПИНРО», Архангельск, Россия,
novoselov@sevpinro.ru

В речной системе Северной Двины сиговые рыбы представлены полупроходными нельмой и сигом. В Северодвинском бассейне численность *нельмы* (как и на других участках ареала) находится на невысоком, но достаточно стабильном уровне. Ее специализированного промысла в Двине никогда не существовало, в то же время в качестве прилова она всегда фигурировала на всех видах лова. В двинских притоках (особенно в Важском и Сухонском бассейнах) отмечен достаточно высокий уровень ее естественного воспроизводства. С введением ее в Красную Книгу Архангельской области (1995 г.) и Республики Коми (1999 г.) специализированные научно-исследовательские работы по ней были прекращены. Учитывая относительно высокую численность молоди нельмы (в условиях отсутствия специализированного сигового промысла в р. Северной Двине), ее современное состояние не является критическим. В официальных изданиях Красных книг Ненецкого автономного округа (2006) и Архангельской области (2008) ей присвоена категория 7, свидетельствующая о том, что этому виду на территории НАО и Архангельской области исчезновение не угрожает (Евдокимов, 2006; Новоселов, 2008).

Ареал *северодвинского сига* охватывает весь бассейн Северной Двины, включая верхнюю и среднюю часть реки, притоки, дельту и приустьевое взморье. Молодь сига держится в дельтовой зоне в течение всего года, рыбы старших возрастных групп распределяются для летнего откорма более широко у островов и вдоль побережий заливов Двинской губы. Осенью созревшая часть стада поднимается для естественного воспроизводства в притоки р. Северной Двины и Вычегды (Новоселов, 2000). Ниже представлены основные, наиболее распространенные методы ресурсных исследований сиговых рыб.

1. Оценка состояния естественного воспроизводства. По экологии размножения сиговые рыбы являются осенне-нерестующими видами, использующими в качестве нерестового субстрата каменисто-галечные грунты на перекатах и плесовых участках рек. Нерест сиговых рыб происходит, как правило, на небольших глубинах при температуре воды ниже 4–6 °С (Решетников, 1980). Проведение исследований состояния естественного вос-

производства сиговых включает изучение условий воспроизводства, состояние нерестовых стад, а также оценку такого количественного показателя, как плодовитость.

➤ *Условия воспроизводства.* Определяются:

- наличием специфических для сиговых мест нереста;
- площадью естественных нерестилищ;
- их экологическим состоянием (качество воды на местах нереста и состояние галечных грунтов как нерестового субстрата);
- абиотическими факторами (температура воды в начале, на пике и в конце нереста);
- условиями инкубации отложенной икры (температурный, световой, уловенный и газовый режим режим).

Суммарная площадь нерестилищ в притоках рек Северной Двины и Вычегды зависит от специфики подстилающих речное ложе грунтов и уловенного режима в осенний период конкретных лет. При ограниченных по площади галечниках их границы определяются визуально. В случае наличия протяженных участков с нерестовым субстратом верхние их границы учитываются по факту поимки производителей с текучими половыми продуктами. Оценка экологического состояния нерестилищ включает: отбор воды на гидрохимический анализ (соблюдение нормативных показателей, обеспечивающих нормальный режим инкубации икры), а также качество нерестового субстрата (возможный уровень заиленности или загрязненности нефтепродуктами).

➤ *Состояние нерестовых стад.* Определяется видовыми особенностями сиговых рыб (сроки физиологического созревания рыб и интенсивность пополнения нерестового стада), их биологическим состоянием (возрастная структура, соотношение полов и степень зрелости гонад), а также численностью нерестовых стад. Сбор материалов по нерестовому стаду сига р. Северной Двины производится в период нерестовой миграции в августе-сентябре на участках преднерестовой концентрации сига в верхнем течении реки (район г. Котласа). Включает анализ контрольных уловов на предмет соотношения полов у производителей. В процентном отношении отмечается доля преднерестовых (IV) и нерестовых (V) стадий зрелости гонад. Дату нахождения первых самок с текучими половыми продуктами можно считать началом нереста. Сроки массового нереста устанавливаются по наличию в контрольных уловах наибольшего количества производителей с текучими половыми продуктами. Концом нереста следует считать поимку последней особи (самки) с текучей икрой или же на стадии выбора. Определяется возрастная структура нерестового стада, отмечается

возраст впервые нерестящихся рыб (период созревания рыб).

➤ *Плодовитость рыб.* Тесно связана с типом динамики стада, в частности с особенностями его пополнения. Чем быстрее растет рыба, чем скорее она вступает в нерестовое стадо и чем больше ее индивидуальная плодовитость, тем выше в целом и воспроизводительная способность популяции. Кроме того, количество откладываемых икринок определяет начальную точку динамики поколений и позволяет спрогнозировать возможную величину будущего поколения (Никольский, 1974).

Индивидуальная абсолютная плодовитость рассматривается как общее количество зрелых икринок, выметываемых одной самкой за один нерестовый сезон. Индивидуальная относительная плодовитость — это число зрелых икринок, выметываемых одной самкой за один нерестовый сезон в пересчете на 1 г веса рыбы без внутренностей. Популяционная плодовитость представляет собой количество зрелых икринок, выметываемых всеми самками популяции за один нерестовый сезон. При невозможности определить общее количество нерестящихся самок за показатель популяционной плодовитости принимается среднее взвешенное количество икринок, выметанных одной самкой за один нерестовый сезон, в пересчете на одну среднюю нерестящуюся самку или на одного среднего производителя. Следует иметь в виду, что величина абсолютной плодовитости в той или иной возрастной группе зависит не столько от возраста самок, сколько от их размера и веса (рис. 1).

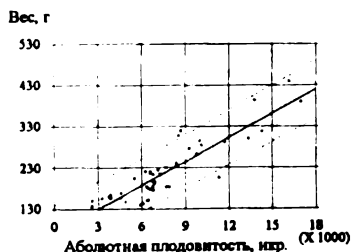


Рис. 1. Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости сига р. Северной Двины от массы тела

2. Оценка состояния выживаемости икры на нерестилищах. Оценка условий инкубации и выживаемостью икры сиговых рыб на нерестилищах включает:

➤ *Определение плотности кладки икры на нерестилищах* – определяется при помощи икорного зонда, представляющего собой скребок кругового действия с известным радиусом воздействия на галечный грунт нерестилища с прикрепленным мешком из газа для сбора отложенной икры. После отбора пробы в ней просчитывается количество икринок и переводится на единицу нерестовой площади в м².

➤ *Определение выживаемости икры в естественных условиях.* Гибель икры на нерестилищах возможна по следующим причинам: неполное оплодотворение, естественная гибель в процессе эмбриогенеза, поедание икры рыбами и беспозвоночными, паразитарные заболевания, а также перемерзание нерестилищ и вынос икры за их пределы. Чаще всего смертность икры сигов на нерестилищах оценивается прямым учетом отложенной икры с помощью донных скребков. Разность числа икринок в пробах в начале и в конце инкубационного периода характеризует смертность икры. Выживаемость икры в процессе инкубации определяется один раз в месяц путем отбора пробы икры и просчета в ней погибших икринок.

3. Учет личинок и молоди сиговых рыб. Методы учета численности личинок и молоди сиговых рыб детально разработаны на примере водоемов Обского бассейна В.Д. Богдановым с сотрудниками (Богданов, 1990, 1998; Следь, Богданов, 1990). Эти методические разработки вполне применимы на крупных северных реках, в том числе и в бассейне р. Северной Двины.

➤ *Личинки.* При учете численности скатывающихся с нерестилищ личинок применяется метод учета дрефта. Используются ловушки из капронового сита № 20 с надставкой из ткани или сита № 55–60. Длина ловушек составляет 2.5 м, площадь входного отверстия 0.16 и 0.25 м². Отлов производится от 2 до 6 раз в сутки на одном или двух горизонтах (дно-поверхность) стрежевого участка русла реки. Продолжительность лова может изменяться от 1 до 60 минут в зависимости от количества скатывающихся личинок и выносимой взвеси. Скорость течения измеряется гидрометрическими вертушками РГ-21М и РГ-99 (Богданов, 1990).

Численность личинок каждого вида сиговых рыб рассчитывается по формулам:

$$M = \frac{m100}{SVt}, \text{ и } N = \frac{QmT}{SVt},$$

где: М – число личинок в 100 м³ воды; N – общее число личинок; m – число личинок в пробе; S – площадь входного отверстия ловушки; V – скорость течения в ловушке; Q – расход воды в реке, м³/сек; t – длительность взятия пробы, с; T – расчетное время, с.

При определении видовой принадлежности личинок сиговых рыб используется методика В.Д. Богданова (1998).

➤ *Молодь*. Отлавливается закидным мальковым неводом длиной 15 м, высотой 2.5 м и с размером ячеи в крыльях 6 мм, в кутке – 4 мм. Для оценки численности и миграции молоди по всей акватории водоема используется трал. Крылья и сквер трала сшиваются из дели с ячеей 10 мм, мотня 6 мм, куток 4 мм. Вертикальное раскрытие трала осуществляется за счет пенопластовых поплавков и клячков. Ширина верхней подборы трала 4 м, высота клячков 1.7 м, длина 10 м. Лов ведется близнецовым способом с двух лодок.

Абсолютная численность сеголетков рассчитывается исходя из объема воды на различных участках водоема и объема процеженной тралом воды по формуле:

$$N = \frac{V_1 \cdot n}{V_2 \cdot K},$$

где: V_1 – объем воды на оцениваемом участке водоема; V_2 – объем воды, процеженный тралом; n – количество рыб, пойманных за одно притонение; K – коэффициент уловистости трала; N – численность молоди на данном участке.

Плотность рыб пересчитывается на объем профильтрованной тралом воды, условно равный 1000 м^3 . Скорость траления около 1 м/с, $K = 0.1$. Как правило, съемка проводится после того, как молодь уже заканчивает личиночное развитие. В этот период происходят ее активные миграции, позволяющие представить долю каждого вида сиговых в общей численности молоди (Следь, Богданов, 1990).

4. Оценка биологического состояния нагульного стада севе-родвинского сига. В конкретном выражении структура вида или отдельных его популяций в разных точках ареала представлена соотношением численности и биомассы размерных и возрастных групп, соотношением полов и половозрелой и неполовозрелой части популяций, а также характером и сроками наступления половой зрелости и сезонного созревания гонад. Оценка популяционных параметров ведется, как правило, в соответствии с общепринятыми методиками (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Мина, 1973; Решетников, 1980).

При проведении ихтиологических исследований на водоемах в силу различных причин не всегда удается собрать качественный биологический материал. Зачастую взятие материала на полный биологический анализ подменяется выполнением массового промера. Материал массовых промеров, на первый взгляд отражающий только линейные характеристики, при определенной обработке

может существенно дополнить данные биологического анализа. При использовании определенных уравнений регрессии, полученные материалы массового промера рыб могут в достаточной степени отражать реальную структуру стада при минимальных затратах времени на их сбор и обработку.

Нами установлена зависимость от длины тела следующих показателей: массы рыб и их возраста, в результате чего установлена тесная коррелятивная связь, составившая соответственно 0.9 и 0.93. Взаимосвязь длины и массы тела наиболее показательно описывается уравнением линейной регрессии ($y=bx+a$); длины и возраста рыб – уравнением экспоненциальной регрессии ($y=e^{(a+bx)}$).

Соотношение длины с массой (1) и возрастом (2) определялась по следующим формулам:

$$y=0.28x-2.51 \quad (1)$$

$$y=e^{(1.69+0.14x)} \quad (2), \text{ где}$$

x – длина сига (АС), см.

Используя данные уравнения, можно в полевых условиях (с помощью обычного калькулятора) по данным массового промера восстанавливать показатели массы и возраста, поскольку 80% случаев по массе и 87% случаев по возрасту описываются полученными формулами (коэффициенты детерминации соответственно равны 0.80 и 0.87).

Однако следует иметь в виду, что приведенные уравнения могут быть использованы только применительно к нагульному неполовозрелому сигу, нагуливающемуся в устьевой части р. Северной Двины. Для других водоемов и других биологических группировок сига коэффициенты уравнений будут иными (Студенов, Новоселов, 1997).

5. Изучение распределения северодвинского сига и его миграций. Распределение нагульного сига в дельтовой части р. Северной Двины определяется путем анализа видового состава контрольных уловов на разных участках дельты в разные сезоны. Направленность его пространственных перемещений выявляется в результате мечения рыб пластиковыми метками и повторного вылова помеченных особей. Рыба метится из неводных уловов, метка крепится непосредственно в воде на участок тела под жировым плавником.

6. Регулирование любительского вылова сига в зимний период. Ситуация с северодвинским сегом резко обострилась после введения запрета на всякое рыболовство в северной части дельты, что вылилось в увеличение любительского вылова сига на удочку. В 1989 г. был открыт лицензионный лов с тем, чтобы с одной сто-

роны наладить контроль за количеством выловленной рыбы, а с другой – использовать полученные от продажи лицензий средства для воспроизводства северодвинского сига. Однако к этому времени ситуация уже стала критической. В зимний период 1989–1990 гг. молоди было выловлено 26.5 т, что соответствовало максимальному промысловому вылову (29.2 т). В следующий зимний сезон 1990–1991 гг. выловлено еще 21.7 т молоди. Назрела необходимость в принятии и осуществлении экстренных регулирующих мер. В этой связи, был установлен следующий режим любительского рыболовства (Новоселов, 1998).

1. Количество дней лова ограничивалось выходными и праздничными днями.

2. Одной из мер, ограничивающей вылов маломерного сига в дельтовой части, явилось использование зимней удочки с блесной не менее 3.5 см. При этом вылавливался преимущественно крупный сиг с массой 250–300 г (фактически уже созревшие особи, готовые к воспроизводству).

3. Исходя из установленного лимита (3.0 т), при среднесуточном вылове сига в количестве 1.5 кг, количество выдаваемых путевок не превышало 2000 шт.

Такой режим любительского рыболовства в дельтовой части р. Северной Двины соблюдался до конца 2000-х годов и соответствующим образом регулировался. С введением в дельте рыбопромысловых участков любительский лов в значительной мере стал коммерческим, а его результаты при нынешнем уровне контроля – непредсказуемыми.

Список литературы

- Богданов В.Д. Морфологические особенности развития и определитель личинок сиговых рыб р. Оби // Екатеринбург, 1998. 54 с.
- Богданов В.Д. Динамика ската и численность личинок сиговых рыб// Характеристика системы реки Северной Сосьвы. Свердловск, 1990. С. 210–213.
- Евдокимов В.Е. Нельма *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1733) // Красная книга Ненецкого автономного округа. Нарьян-Мар, 2006. С. 281–283.
- Мина М.В. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях)/ Рост животных. Зоология позвоночных: итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1973. Т. 4. С. 68–115.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Пищевая промышленность. 1974. 445 с.

- Новоселов А.П. Нельма *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1733) // Красная книга Архангельской области. Архангельск, 2008. С. 242–243.
- Новоселов А.П. О регулировании зимнего любительского рыболовства в дельтовой части Северной Двины // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. Архангельск, 1998. С. 172–174.
- Новоселов А.П. Размерно-возрастной состав, питание и распределение сига *Coregonus lavaretus* в период летнего нагула в дельте реки Северной Двины и приустьевом взморье // Вопр. ихтиол. Т. 40. № 2. 2000. С. 212–218.
- Новоселов А.П., Студенов И.И. Обзор методов ресурсных исследований на крупных речных системах. Сиговые рыбы // Материалы отчетной сессии Северного филиала ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2006–2008 гг. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2010. С. 153–165.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1966. 340 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.
- Следь Т.В., Богданов В.Д. Молодь рыб и ее численность // Характеристика экосистемы реки Северной Сосьвы. Свердловск, 1990. С. 214–234.
- Студенов И.И., Новоселов А.П. О возможности определения массы тела и возраста по линейным показателям рыб с использованием уравнения регрессии (на примере нагульного сига дельтовой части р. Северной Двины) // Первый конгресс ихтиологов России (Астрахань, 1997): Тезисы докладов. М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С. 134.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР. 1959. 164 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ АНЧОУСОВИДНОЙ И БОЛЬШЕГЛАЗОЙ КИЛЕК

Ю.А. Парицкий, Д.Р. Абдуласва

*Каспийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства ФГУП «КаспНИРХ»,
kaspiy-info@mail.ru*

До последнего времени промысел килек на электросвет был ведущим в Каспийском море, составляя в 1970 г. 423 тыс. т или 79.7% общего вылова рыбы по бассейну. Основными объектами килечного промысла (99%) были анчоусовидная и большеглазая кильки. Третий вид килек – обыкновенная килька в связи с низкой реакцией на электросвет промыслом практически не осваивался, составляя в видовом составе промысловых уловов килек около 1%.

В последнее десятилетие воздействие природных и антропогенных факторов привело к деградации экосистемы Каспийского моря. Численность популяций анчоусовидной и большеглазой килек резко сократилась. На промысле возникла тяжелая обстановка. Промысел килек стал нерентабельным. Объем годового вылова килек России к 2010 г., в сравнении с 1999 г., сократился в 75 раз (2.0 тыс. т), среднесуточные уловы судов – в 9.0 раз (2.1 т).

Объем возможного российского вылова анчоусовидной кильки на 2012 г. определен в объеме 7.7 тыс. т, большеглазой кильки – 0.24 тыс. т.

Причины процессов, происходящих в настоящее время в экосистеме моря, до конца не выяснены и требуют дальнейших исследований.

Целью данной работы явилась оценка современного состояния запасов анчоусовидной и большеглазой килек, исследование динамики численности их популяций, показателей годового пополнения и убыли. В работе дается обобщение данных за период с 2003 по 2010 гг.

Анчоусовидная и большеглазая кильки – эндемичные трансграничные виды в Каспийском море, населяют пелагиаль Среднего и Южного Каспия, являются самыми многочисленными видами рыб в море.

Оба вида характеризуются единством популяций, имеют большое количество репродуктивно неизолированных биологических группировок. Это позволяет им при единовременном типе икрометания нереститься практически в течение всего года.

Оба вида характеризуются кратким эмбриональным периодом развития (в течение суток) и длительным личиночным периодом

(6–8 месяцев). Предельный возраст килек определен в восемь лет (Приходько, 1966). Основная масса личинок распределяется в поверхностном горизонте моря (до 1 м). Критическим периодом в раннем онтогенезе килек является период эмбрионального развития (Парицкий, 1978). У обоих видов существует узкий интервал температур, при котором эмбрионы и личинки находятся в условиях, обеспечивающих их лучшее выживание (17–20 °С).

Оба вида килек отличаются стеногалинностью и стенотермностью (Ловецкая, 1951). Если обыкновенная килька встречается в водах с соленостью от 0‰ до 36‰ при колебаниях температуры от 2.6 до 27.6 °С, то анчоусовидная килька обитает при более узких пределах колебаний солености (от 8.0 до 14.0‰) и температуры (от 4.6 до 28.0 °С). Большеглазая килька выносит еще меньшие колебания температуры и солености вод (3.9–26.4 °С и 12–14‰).

По данным 1998 г., общая биомасса килек в Каспийском море оценивалась в объеме 1748 тыс. т или 75.5% общей биомассы морских рыб в Каспийском море. По каждому из трех видов килек эта биомасса распределялась следующим образом: анчоусовидная – 944 тыс. т, большеглазая – 398 тыс. т, обыкновенная – 406 тыс. т.

В последнее десятилетие экосистема пелагиали Каспийского моря существенно изменилась. Возросла сейсмическая активность. В средней и южной частях Каспия происходит увеличение солености и наблюдается повышенный прогрев верхнего (0–25 м) слоя моря. Постоянное присутствие в водной среде значительных концентраций нефтяных углеводородов, тяжелых металлов, буровых растворов, бурового шлама является основной причиной хронического токсикоза популяций килек, что подтверждается результатами химического анализа тканей анчоусовидной кильки (Вереминко, 2009).

Антропогенное загрязнение моря является и основной причиной неблагоприятного эпизоотического состояния популяций анчоусовидной и большеглазой килек. Так, в 2009 г. у 48% самок и 27% самцов анчоусовидной кильки отмечено наличие заболевания микозного характера, исключающего их участие в нересте (Воронина и др., 2009).

В ближайшей перспективе уровень загрязнения Каспия может оказаться за пределом, за которым будет происходить разрушение экосистемы моря.

Началом этого процесса можно считать массовую гибель килек и вспышку численности черноморского вселенца гребневика-мнемипсиса.

Массовая гибель килек 2001–2002 гг. была вызвана поступлением в зону действия кругового каспийского течения большого коли-

чества токсических газов в связи с усилением сейсмической активности, подвижности материковых плит и разломами земной коры (Катунин, 2002). Большинство погибших рыб имели существенные изменения в мышцах, кишечнике, печени, которые можно трактовать как хронический деструктивный процесс, вызванный воздействием на популяцию неблагоприятных факторов среды, следствием чего и стала гибель рыб, в первую очередь, с небольшим запасом липидов, белка, гликогена (Гераскин и др., 2002). Под действием токсических газов численность популяции анчоусовидной кильки к началу 2003 г. сократилась в сравнении с 1998 г. в 5.2 раза (38.5 млрд экз.), биомасса – в 4.3 раза (221.3 тыс. т).

С 2002 г. экосистема Каспийского моря находится под прессом черноморского вселенца гребневика-мнемииописа, завезенного с балластными водами танкеров из Черного моря. В составе общего зоопланктона Каспия на долю гребневика по сырой массе приходится 99.8% (Сокольский, Камакин, 2003).

Являясь конкурентом в питании взрослых планктоноядных рыб и прямым хищником для икры и личинок, этот гидробионт в настоящее время стал основным фактором, лимитирующим запасы анчоусовидной и большеглазой килек.

В 2010 г. на долю анчоусовидной кильки в исследовательских уловах 3-х видов килек приходилось 28.1%. За последние 7 лет этот показатель имеет тенденцию к снижению. В сравнении с 2003 г. доля вида в 2010 г. была ниже на 58.4%, в сравнении со средним многолетним значением – на 30.4% (табл. 1).

Таблица 1.

Биологические показатели анчоусовидной кильки

Год	Доля вида в исслед. улове, %	Исслед. улов, экз./лов	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Показатель урожайности, экз./лов
2003	86.5	845	9.8	7.4	137
2004	68.4	598	10.3	9.3	130
2005	59.0	684	10.9	10.5	183
2006	47.0	762	11.5	11.3	128
2007	54.2	668	11.7	12.8	105
2008	50.8	378	11.8	13.0	45
2009	43.6	486	11.0	10.3	217
Ср. 2003-2009	58.5	632	11.0	10.7	135
2010	28.1	260	11.1	13.2	203

Исследовательский улов кильки, отражающий состояние ее запаса, был ниже прошлогоднего показателя в 1.9 раза. Структура популяции анчоусовидной кильки была представлена 7-ю возрастными

генерациями 2003–2009 гг. Популяция характеризовалась высокой долей младшей возрастной группы (34.5%). Ведущую роль в составе промыслового запаса (59.8%) играли поколения 2004–2008 гг. рождения. Средний возраст рыб составил 2.5 лет. Размерный ряд кильки был представлен рыбами длиной от 7.0 до 15.0 см (в среднем 11.1 см) и массой от 1.5 до 28.0 г (в среднем 13.2 г). Килька характеризовалась высоким показателем упитанности по Фультону (0.96), подтверждающим удовлетворительные условия нагула.

Этот же вывод подтверждал и темп линейного и весового роста поколений, который был близок среднему показателю за период с 2003 по 2009 гг., превышая его на 7–8%.

Показатель урожайности анчоусовидной кильки был определен в 203 экз./лов, что выше среднего за последние 7 лет на 33.5%, но ниже более чем в 10 раз в сравнении с догребневиковым периодом (до 2001 г.).

Минимальная численность популяции отмечалась в 2010 г., максимальная – в 2005 г. Динамика численности определялась годовой естественной убылью, на долю которой приходилось в среднем 30.53% (табл. 2).

Таблица 2.

Динамика численности популяции анчоусовидной кильки

Годы	Численность популяции, млрд экз.	Общая убыль, %	Естественная убыль, %	Промысловая убыль, %	Пополнение, %
2003	32.5	46.6	25.68	20.92	27.3
2004	33.2	40.1	18.39	21.71	31.9
2005	43.5	42.8	26.81	15.99	53.6
2006	42.8	46.3	35.22	11.08	32.2
2007	37.9	41.3	34.16	7.14	18.2
2008	29.0	36.3	32.13	4.17	22.4
2009	24.6	43.1	41.04	2.06	29.7
Ср. 2003–2009	34.8	42.4	30.53	11.87	30.8
2010	18.1	38.9	37.53	1.37	34.6

Годовая промысловая убыль варьировала от 2.1 до 21.7 (в среднем 11.9%), уступая естественной убыли в 2.6 раза. Годовая общая убыль популяции колебалась от 36.3 до 46.6% (в среднем 42.4%). Годовое пополнение популяции в эти годы колебалось от 27.3 до 53.6% (в среднем 30.8%). В течение ряда лет годовое пополнение популяции было ниже годовой общей убыли в среднем на 11.6%, что и определяло снижение численности популяции. В 2010 г. качественные и коли-

чественные показатели популяции большеглазой кильки были близки уровню средних значений за последние 7 лет. Исследовательский улов большеглазой кильки в 2010 г. составил 22 экз./лов, что выше среднего многолетнего показателя в 1.5 раза (табл. 3).

Таблица 3.

Биостатистические показатели большеглазой кильки

Годы	Исследовательский улов		Средняя длина, см	Средняя масса, г	Упит. по Фультону	Урожайность
	экз./лов	кг				
2003	10	0.049	8.7	4.9	0.744	6
2004	8	0.060	9.4	7.5	0.903	9
2005	30	0.300	10.5	10.0	0.864	15
2006	23	0.161	9.7	7.0	0.778	22
2007	16	0.101	9.3	6.3	0.735	10
2008	8	0.054	9.5	6.8	0.790	4
2009	13	0.055	8.5	4.2	0.896	4
Ср. 2003–2009	15	0.111	9.4	6.7	0.816	10.0
2010	22	0.14	9.2	6.3	0.809	6

Показатель «урожайности» оценен в 6 экз./лов и был выше показателя 2009 г. на 33.3%. В сравнении со средним значением за последние 6 лет он был ниже на 25%.

Возрастной состав кильки мало отличался от предыдущих лет наблюдений и был представлен 7-ю возрастными генерациями поколений 2004–2009 гг. Основную часть популяции (93.5%) составляли рыбы в возрасте от 0+ до 4+ лет, средний возраст определен в 2.3 года, что на уровне среднего за 2003–2009 гг.

Темп линейного и весового роста возрастных групп также был ниже среднего многолетнего показателя на 7–8%.

Все биостатистические показатели большеглазой кильки указывают на низкий уровень ее запаса, низкий темп роста и возможность формирования новых поколений только низкой численности.

За последние 6 лет наблюдений (2004–2009 гг.) численность популяции большеглазой кильки варьировала в 3.6 раза – от 1060 до 3850 млн экз. (в среднем 2227 млн экз.)

Годовое пополнение популяции в 2004–2009 гг. было низким и составляло в среднем 1067 млн экз. Годовой вылов колебался в интервале от 0.2 до 1.5 тыс. т (в среднем 0.63 тыс. т), годовая промысловая убыль от численности популяции не превышала 6.3%, составляя в среднем 4.0% (табл. 4).

Таблица 4.

Динамика численности популяции большеглазой кильки

Годы	Численность популяции, млн экз.	Пром. убыль популяции		Годовое пополнение	
		млн экз.	в% от числ. популяции	млн экз.	в% от числ. популяции
2004	2240	30	1.3	860	38.4
2005	3010	190	6.3	1517	50.4
2006	3850	180	4.7	2175	56.5
2007	2000	90	4.5	1000	50.0
2008	1060	60	5.7	449	42.4
2009	1200	20	1.7	400	33.3
Ср. 2004–2009	2227	95.0	4.0	1067	45.2
2010	1600	32	2.0	640	40.0

Динамика численности популяции большеглазой кильки определялась исключительно показателем годовой естественной убыли.

Таким образом, анализ многолетних материалов показывает, что в последнее десятилетие под воздействием природных и антропогенных факторов среды идет активный процесс разрушения экосистемы пелагиали Среднего и Южного Каспия.

В наибольшей степени этим процессом затронуты ареалы анчоусовидной и большеглазой кильки, проводящих жизненный цикл в струях каспийского кругового течения.

Поступление в зону действия кругового каспийского течения в 2001–2002 гг. большого количества токсичных газов вызвало гибель 85% популяции анчоусовидной и 98% популяции большеглазой кильки.

Зона действия кругового каспийского течения с 2002 г. находится под прессом черноморского вселенца гребневика-мнемиопсиса – конкурента в питании взрослых кильки и прямого хищника для их икры и личинок. Влиянием гребневика-мнемиопсиса в большей степени объясняется низкий уровень годового пополнения популяций кильки, уступающий догребневиковому периоду более чем в 10 раз.

Являясь стеногалинными и стенотермными видами рыб, анчоусовидная и большеглазая кильки оказались наиболее чувствительными к росту температуры воды в поверхностном слое моря (0–25 м), наблюдающемуся в последние годы. В этом горизонте моря проходит формирование численности основной массы, подрастающих поколений. В экспериментальных условиях повышение температуры воды в аквариумах на 3–6 °С увеличивает смертность личинок на 30–50% (Парицкий, 1982).

Высокий уровень антропогенного загрязнения вод стало причиной хронического токсикоза и заболеваний микозного характера у кильки, исключаящих участие в воспроизводстве около 50% производителей (Воронина и др., 2009; Федорова и др., 2010).

Влиянием этих факторов затронуто воспроизводство популяций килек. Уровень годового пополнения почти в 10 раз ниже догребневикового периода и ниже показателя годовой общей убыли. Несоответствие годового пополнения и годовой общей убыли определяет ежегодное снижение численности популяции анчоусовидной и большеглазой килек.

Список литературы

- Воронина Е.А., Дубовская А.В. Изменение функционального состояния анчоусовидной кильки (*Clupeonella engrauliformis*), как показатель «здоровья» экосистемы // Ветеринария. № 9. 2009. С. 55–58.
- Вереминко О.В. Поверхностный химический сток в Каспийском море с территории Российской Федерации // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: матер. 2-й Междунар.научно-практ. конф. Астрахань, 2009. С. 26–30.
- Гераскин П.П. и др. Физиологические аспекты гибели анчоусовидной кильки в Каспийском море // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2002 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2003 г. С. 510–517.
- Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2001 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2002. С. 41–55.
- Ловещкая А.А. Каспийские кильки и их промысел // М.: Пищепромиздат, 1951. 45 с.
- Парицкий Ю.А. Некоторые особенности размножения и распределения анчоусовидной кильки на ранних периодах развития // Тез. докл. Второй Всесоюзной конференции по вопросам раннего онтогенеза рыб. Севастополь, 1978.
- Приходько Б.И. Роль течений в жизни каспийской анчоусовидной кильки // Тр. КаспНИРХа. Т. 22. 1966. С. 25–45.
- Сокольский А.Ф., Камакин А.М. Роль гребневика мнемнописиса в Каспийском море в 2003 г. и его воздействие на окружающую среду // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2003 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2004. С. 183–198.
- Федорова Н.Н., Иванов В.П., Воронина Е.А., Дубовская А.В. Метастазирующие карциномы эндокринных органов – новое заболевание тюлек Каспийского моря // Естественные науки. № 3 (32). 2010. С. 149–156.

**WEB-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
СИСТЕМА И БАЗА ДАННЫХ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ
РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ В ЗАПОВЕДНИКАХ РОССИИ**

**В.Г. Петросян, Ю.С. Решетников, О. А. Попова,
С.А. Бессонов, Н.Н. Дергунова, А.В. Омельченко**

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, Россия, petrosyan@sevin.ru*

Современная эпоха характеризуется глобальными процессами изменения структуры и функционирования биосистем различных уровней организации. Эти процессы угрожают генетическому, таксономическому, типологическому и биоценотическому разнообразию, поэтому чрезвычайно актуальны задачи инвентаризации, мониторинга и прогнозирования динамики разнообразия особо охраняемых природных территорий России. Наряду с традиционными средствами, включающими базы данных (БД), необходимы общедоступные информационные Интернет-ресурсы. Для этого необходим консолидированный Web-портал, позволяющий вырабатывать общие подходы для решения задач инвентаризации и мониторинга биоразнообразия (Информационные системы..., 2006).

Оценки природной репрезентативности существующей сети особо охраняемых природных территорий и таксономического разнообразия – первоочередная задача для выработки стратегических решений по природоохранной ценности объектов, расположенных в разных природных зонах России. Решение этой задачи требует комплексный подход, учитывающий параметры фаунистического, флористического и ландшафтного разнообразия заповедников. Утверждается, что без комплексного учета параметров – площади типов ландшафтов, флористической провинции; общей площади существующих заповедников в зонах, показатели таксономической общности заповедников и показателей сопряженности видов растений и животных, параметров репрезентативности охраны живых организмов в заповедниках не возможно совершенствовать существующую сеть заповедников России. В Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН в последнее десятилетие создан проблемно-ориентированный информационный центр коллективного пользования с Интернет-порталом, который объединяет усилия научно-исследовательских, образовательных и ведомственных организаций в разработке общедоступных информационных систем по фауне и флоре заповедников России (Петросян и др., 2006).

Основная цель работы – подведение итогов исследований в области информационного обеспечения по таксономическому разнообразию заповедников России и формирование методологических подходов для создания информационно-аналитической системы по фауне и флоре заповедников России. Особое внимание уделено вопросам создания WEB-ориентированной информационной системы видового разнообразия рыбного населения в заповедниках России.

Общая характеристика таксономического разнообразия и зональной репрезентативности заповедников. На рис. 1. представлено относительное число видов, выявленных в заповедниках в процентах от общего числа видов фауны и флоры России. В основу БД положены опубликованные сведения, ранее собранные нами в виде основной аннотированной библиографии по растениям и животным в заповедниках России (Современное состояние..., 2003). Всего в работе по созданию БД приняло участие более 200 специалистов из заповедников и других научных учреждений (см. <http://www.sevin.ru/natreserves/>).

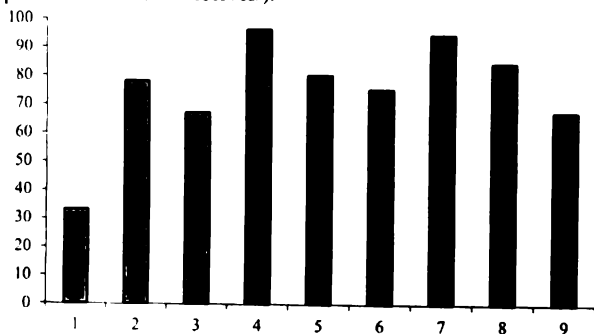


Рис. 1. Относительное число видов, выявленных в заповедниках в процентах от общего числа видов фауны и флоры России (где по оси X – 1 – круглоротые и рыбы, 2 – земноводные, 3 – пресмыкающиеся, 4 – птицы, 5 – млекопитающие, 6 – сосудистые растения, 7 – печеночники и антоцеротовые, 8 – мхи, 9 – лишайники, по оси Y – проценты от общего количества видов) (по состоянию базы данных от 01.04.2010).

Полнота представленной информации различна для различных заповедников (см. рис. 2). В некоторых ранее организованных заповедниках, где инвентаризация проводилась очень часто, списки видов практически полностью завершены. Для тех заповедников, в которых исследования биоразнообразия находятся на начальной

стадии, представленные материалы не могут считаться полными. Тем не менее, рассматриваемая Интернет-версия списков видов является самой полной и доступной среди всех существующих источников данных и может быть использована как основа для других инициативных проектов подобного рода.

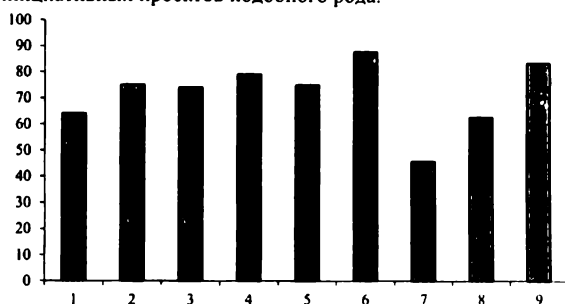


Рис. 2. Количество заповедников, представленных в базе данных, по разным группам фауны и флоры (по оси X - 1 - круглоротые и рыбы, 2 - земноводные, 3 - пресмыкающиеся, 4 - птицы, 5 - млекопитающие, 6 - сосудистые растения, 7 - печеночники и антоцеротовые, 8 - мхи, 9 - лишайники, по оси Y - количество заповедников).

Проведенные расчеты показывают, что суммарная площадь заповедников России составляет 33.7 млн. га, за вычетом площади морской акватории, занимает 1.6% от суммарной площади природных зон. На рис. 3 представлена зональная репрезентативность заповедников России. Оценки указывают, что 49 заповедников расположены в зоне тайги и 36 в смешанных, широколиственных лесах и лесостепи. Причем наибольшее относительную суммарную площадь занимают заповедники в тундровой зоне (3.9%). Пустынные заповедники занимают относительно больше площади по сравнению с площадями заповедников в зоне тайги и смешанных, широколиственных лесах и лесостепи. Суммарная площадь степных заповедников относительно низкая (0.15%).

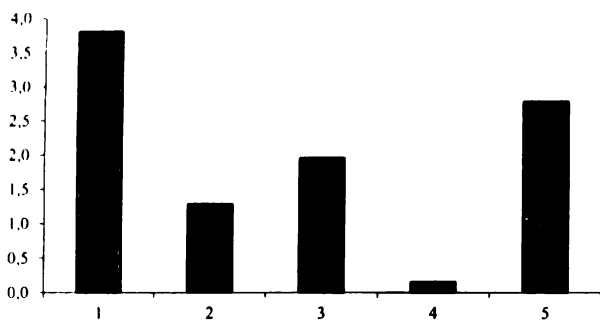


Рис. 3. Зональная репрезентативность заповедников (по оси X природные зоны: 1 – тундра, лесотундра; 2 – тайга; 3 – смешанные, широколиственные леса, лесостепь, 4 – степь, полупустыня; 5 – пустыня; по оси Y – процент зональных групп заповедников от площади природных зон).

База данных видового разнообразия рыбного населения в заповедниках России. Один из важных блоков в составе интегрированной базы данных по фауне охраняемых территорий – блок круглоротых и рыб. Разработка этой базы данных потребовало значительных усилий, которые были связаны с уточнением списка видов. К моменту разработки первой версии базы данных в России (2003–2008 гг.) было более 101 заповедника и более 35 Национальных парков, в настоящее время их число постоянно увеличивается. Не во всех заповедниках имелись или работали ихтиологи, поэтому по многим заповедникам списков видов по рыбам вообще нет, в других они составлены весьма неполно. Достаточно полные списки были представлены только по Астраханскому и Дальневосточному морскому заповедникам (бухта Сивучья). Первый этап работы – составление списков по 54 заповедникам России был сделан Е.Д. Васильевой (Современное состояние...2003). Нам удалось дополнить список по Окскому заповеднику и добавить новые заповедники – Байкальский, Прибайкальский, Ханкайский, Большой Арктический, Дальневосточный морской, Кандалакшский (Семь островов), Командорский, Курильский, Остров Врангеля, Пасвик и Витимский. Кроме этого в базу данных также были включены некоторые Национальные парки – Русский север, Переславский, Угра. Таким образом, удалось составить списки видов рыб по 64 Особо Охраняемым Природным Территориям (ООПТ) (рис. 4–5).

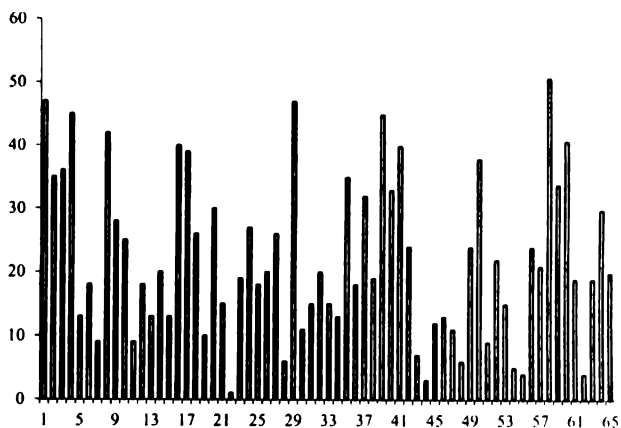


Рис. 4. Количество пресноводных рыб в заповедниках России (по оси Y число видов, по оси X- номер заповедника из списка: 1-Астраханский; 2 – Байкальский + Прибайкальский; 3 – Байкало-Ленский (Иркутск); 4 Баргузинский (Бурятия); 5 – Басеги (Пермская область); 6-Бастак; 7 Большой Арктический; 8 – Большехецирский; 9 – Большая Кокшага; 10 – Брянский Лес; 11 – Буренский; 12 – Верхнетазовский; 13 – Висимский; 14 – Витимский; 15 – Вишерский; 16 – Волжско Камский; 17 Воронежский; 18 – Воронинский; 19 – Дальневосточный Морской; 20 – Дарвинский; 21 – Денежкин Камень; 22 – Жигулевский; 23 – Зейский; 24 – Кавказский; 25 – Кандалакшский; 26 – Керженский; 27 – Кивач; 28 Командорский; 29 – Комсомольский; 30 – Костомукшский; 31 – Кроноцкий; 32 – Курильский; 33 – Кузнецкий Алатау; 34 – Лапландский; 35 – Магаданский; 36 – Малая Сосьва; 37 – Ненецкий; 38 – Нижнесеврский; 39 – Норский; 40 – Окский; 41 – Олекминский; 42 – Оренбургский; 43 – Остров Врангеля; 44 – Пасвик; 45 – Печоро-Илычский; 46 – Пинежский; 47 – Приволжская лесостепь; 48 – Присурский; 49 – Путанский; 50 – Рдейский; 51 – Сихоте-Алинский; 52 – Таймырский; 53 – Тебердинский; 54 – Убсунурская котловина; 55 – Уссурийский; 56 – Усть-Ленский; 57 Ханкайский; 58 – Хинганский; 59 – Хоперский; 60 – Центральнолесной; 61 – Центральносибирский; 62 – Черные Земли; 63 – Шульган – Таш; 64 – Южно – Уральский).

Естественно, что это не полные списки видов рыб, так как ихтиофауна большей части заповедников не изучена специалистами и нет достоверных данных; приводимые же сведения по рыбам ограничиваются перечислением только наиболее широко распространенных видов, либо имеющих наибольшее промысловое значение.



Рис. 5. Картограмма географического расположения заповедников России (101) (черные кружки с номерами представлены заповедники, указанные в рис. 4; серые прямоугольники – заповедники, для которых список видов отсутствует в базе данных).

С другой стороны, в список рыб ряда заповедников внесены не только местные виды, но и виды – акклиматизанты (толстолобик, амуры, ротан и др. в водоемах Европейской части России) и виды, которые разводятся в условиях аквакультуры или прудового рыбоводства и которые периодически убегают из садков и прудов и могут встречаться в заповедниках (пелядь, карп, сиг, ряпушка и др.). В этих случаях границы их естественного ареала следует выверять по приводимым картам распространения (Атлас пресноводных рыб России, 2002; Рыбы в заповедниках России, 2010)

В России лишь немногие из заповедников имеют выход на морскую акваторию. Однако распределение видов рыб по пресноводным и морским водоемам оказалось примерно равным (см. табл. 1). По нашим данным в настоящее время в водах России обитает более 1346 видов круглоротых и рыб как пресноводных, так и морских (в пределах 200-мильной зоны); они представляют 5 классов, 41 отряд, 188 семейств и 625 родов. В континентальных водах России встречается 401 вид, из них типично пресноводными являются 317 аборигенных видов. Таким образом, в заповедниках России охраняется примерно 65% всех пресноводных и 23% морских рыб. Больше

всего пресноводных видов рыб зафиксировано в Ханкайском (50) и Астраханском (47) заповедниках и Комсомольском (47).

Таблица 1.

Таксономическая характеристика видов рыб по пресноводным и морским водоемам заповедников России

	Классы	Отряды	Семейства	Роды	Виды
Пресноводные	2	13	25	104	208
Морские	2	16	51	136	229
ВСЕГО	3	24	73	234	437

Число видов рыб в водах России постоянно увеличивается как за счет нахождения новых, ранее не отмеченных для заповедных территорий видов, так и за счет описания новых видов. В последнее время произошли существенные изменения в систематике и номенклатуре рыб, возникло множество дискуссионных моментов и появилась новая тенденция – выделять все описанные ранее формы и подвиды в самостоятельные виды (Kottelat, 1997; Богуцкая и Насека, 2004; Kottelat and Freyhof, 2007 и др.). Наша позиция по этому вопросу изложена в специальных статьях (Мина, Решетников, Дгебуадзе, 2006; Решетников, Лукин, 2006). Применительно к пресноводным рыбам в данном издании придерживаемся таксономического статуса видов, который отображен в «Атласе пресноводных рыб России» (2002) и в «Рыбы в заповедниках России» (2010) с небольшими поправками; а для морских рыб – согласно последним общероссийским сводкам (Patin, 2001, 2003; Evseenko, 2003, Решетников 2007а, 2007б и др.).

В базе данных информационной системы описание вида дается по определенной логической структуре данных, по возможности каждый вид снабжен рисунком рыбы и картой-ареалом. Основные рисунки рыб взяты из работ «Рыбы СССР» (1963) и «Атлас пресноводных рыб России» (2002), использовались также оригинальные рисунки В.Г. Сиделевой, И.А. Черешнева, на все остальные приводится ссылка на источник. В описании видов приводится латинское (научное) название с указанием автора и года описания, а также принятое английское название и русское в латинской транскрипции. В систематической части дается синонимия, основные и характерные для вида признаки, указаны принятые подвиды и иные точки зрения на таксономический статус вида. Описаны распространение вида в мире и в России, а также основные места его интродукции. На картах распространения вида основной ареал представлен сплошной заливкой, утраченная часть ареала – штрихов-

кой, для осетровых рыб крестами обозначены места находок ископаемых остатков рыб при археологических раскопках, места обитания вне основного ареала обозначены точками, новые места интродукции – иной штриховкой.

В кратком очерке по образу жизни даются сведения о максимальных размерах, весе и возрасте рыб, занимаемые ими в водоеме биотопы, питание, рост, возраст и размеры при достижении половой зрелости, характер нереста и ранние стадии развития икры и личинок. В разделе «Статус вида» указаны его промысловая ценность, для некоторых видов – величины вылова, современное состояние популяций, а для видов, сокращающих свою численность и нуждающихся в охране, отмечены включения в различные Красные книги (МСОП, России). Русские и английские версии базы данных можно найти по URL-адресу:

http://www.sevin.ru/natreserves/blank_pisces.html.

Разработанная нами БД использовалась при написании монографии «Рыбы в заповедниках России» (Решетников и др., 2010). БД также включает гиперссылки, которые позволяют находить информацию о виде в международной БД в портале <http://www.Fishbase.org>.

Обобщенная структура информационной системы и основные функциональные возможности WEB-портала. WEB-портал, включающий информационную систему заповедников России, предназначен для накопления, обработки и представления данных в глобальной сети Интернет. Доступ к интегрированной БД осуществляется посредством навигационной подсистемы, реализованной на базе Web-интерфейса. Разработанный портал функционирует на основе мультифреймовой технологии в трех режимах (обзор, запрос, поиск) и представлен на серверах Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (см. <http://www.sevin.ru>). Режим обзора предназначен для навигации по иерархическому дереву при выборе вида из БД. После выбора вида в специальном фрейме отображается список заповедников, в которых вид был отмечен, и указывается их географическая привязка на карте России. Режим запроса предполагает выбор интересующего пользователя вида посредством стандартных SQL-запросов к БД. Режим поиска обеспечивает функциональную мобильность для полнотекстового контекстного поиска в интегрированной БД заповедников. Совместное использование возможностей всех режимов функционирования системы обеспечивает пользователю эффективное нахождение видов в любом разделе информационного наполнения портала.

Применение мультифреймовой технологии является очень важным инструментом представления данных по биоразнообразию в заповедниках России, поскольку она обеспечивает одновременный доступ к разнородной информации, находящейся в различных информационном разделах, в рамках одной сессии загрузки. В целом, основной пользовательский интерфейс ИС реализован с помощью шести динамически обновляемых фреймов.

При выборе режима «Обзор» с указанием языка и таксона, интересующего пользователя, в другом фрейме отображается список видов этого таксона в древовидной структуре, в ветвях которой располагаются все таксономические уровни. В целом, этот фрейм предназначен для представления иерархической структуры таксонов вплоть до видового уровня. Навигация осуществляется путем последовательного выбора класса, отряда (подотряда), семейства, рода и вида. После выбора конкретного вида, пользователь получает описание вида в отдельном фрейме.

Режим «Запрос» предназначен для пользователей, которые знают, к какому классу, отряду (подотряду), семейству и роду принадлежит интересующий его вид. Поиск информации в данном режиме осуществляется в форме запроса к системе через последовательный выбор требуемых таксономических уровней. Отображение информации производится аналогично предыдущему режиму, т.е. в отдельном фрейме. Важной частью такого подхода к поиску и навигации является компактность отображения и удобство выбора таксономического уровня. В любой момент пользователь имеет возможность перейти к другому таксону, что обеспечивает мобильность и простоту навигации.

Режим «Поиск» дает наиболее гибкие возможности информационного поиска. В основе этого режима лежит метод контекстного поиска, при этом пользователю достаточно ввести ключевое слово или последовательность слов для того, чтобы получить ссылки на все данные, связанные с интересующей его темой.

Географическое местоположение заповедников на картосхеме России представлено в отдельном четвертом фрейме. Количество представленных на карте заповедников зависит от текущего режима функционирования ИС. Например, при первой загрузке ИС на картосхеме показаны все заповедники России для обзора данных географического блока системы. В режимах «Обзор» и «Запрос» после выбора конкретного вида в этом фрейме на картосхеме отображаются заповедники, в которых зарегистрирован выбранный вид.

Кадастровые данные заповедников, краткие описания видовых очерков для всех таксонов, а также результаты, полученные в режимах «Обзор», «Запрос» и «Поиск» представлены на WEB-страницы со специальной функцией по созданию версии для печати.

Полагаем, что разработанная система и база данных будут полезны для работников заповедников, рыбного хозяйства и специалистов, работающих по проблеме сохранения биологического разнообразия, а также при составлении Красных книг, региональных сводок и кадастров. Авторы будут искренне благодарны всем лицам, которые смогут прислать свои критические замечания, поправки и дополнения.

Список литературы

- Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России (под ред. Ю.С. Решетникова). М., Наука, 1998. 218 с.
- Атлас пресноводных рыб России (в двух томах) (под ред. Ю. С. Решетникова). М., Наука, 2002: Т. 1: 379 с., т. 2: 251 с.
- Богущая Н. Г., Насека А. М. Каталог бесчерепных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. М., Т-во науч. изд. КМК, 2004. 389 с.
- Информационные системы по разнообразию видов и экосистем. Материалы международного симпозиума. Редакторы издания: академик РАН Павлов Д.С., член-корр. РАН Дгебуадзе Ю.Ю., д.б.н. Петросян В.Г. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 261 с.
- Лебедев В.Д., Спановская В.Д., Савваитова К.А., Соколов Л.И., Цепкин Е.А. Рыбы СССР. М.: 1969, Мысль. 447 с.
- Мина М. В., Решетников Ю. С., Дгебуадзе Ю. Ю. Таксономические новшества и проблемы пользователей // *Вопр. ихтиологии*. 2006. Т. 46. № 4. С. 553–557.
- Петросян В.Г., Решетников Ю.С., Павлов А.В., Бессонов С.А., Назаренко Е.А., Дергунова Н.Н., Нахимовская Ю.Д. Web-ориентированная информационная система по фауне и флоре особо охраняемых природных территорий Российской Федерации // *Информационные системы по разнообразию видов и экосистем*. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 192–200.
- Решетников Ю. С. Ихтиофауна Арктики // *Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей европейской части России*. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2007а. С. 7–33.
- Решетников Ю. С. Разнообразие рыб России // *Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в*

- начале XXI века (к 80-летию профессора Л. А. Кудерского). М.: Тов-во научных изданий КМК, 20076. С. 180–190.
- Решетников Ю. С., Лукин А. А. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // *Вопр. ихтиологии*. 2006. Т. 46. № 6. С. 732–746.
- Рыбы в заповедниках России. В двух томах (под редакцией Ю.С. Решетникова). Пресноводные рыбы. Т.1. М.: Т-во научных Изданий КМК, 2010. 627 с.
- Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Позвоночные животные. Вып. 1., М.: Изд. «Гриф и К», 2003. 257 с.
- Evseenko S.A. 2003. Annotated Catalogue of Pleuronectiform Fishes (Orders Pleuronectiformes) of the Seas of Russia and Adjacent Countries // *Journal of Ichthyology*. V. 43. Suppl. 1. P. S57–S74.
- Kottelat M. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation // *Biologia*. V. 52. Suppl. 5. 1997. P. 1–271.
- Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European Freshwater fishes. Delemont. Switzerland, 2007. 646 p.
- Parin N. V. An Annotated Catalog of Fish-Like Vertebrates and Fishes of the Seas of Russia and Adjacent Countries: Part 3. Orders Perciformes (Excluding Suborders Gobioidae, Zoarcoidei and Stichaeoidei) and Tetradontiformes // *Journ. of Ichthyology*, 2003. Vl. 43. Suppl. 1. S. 1–131.
- Parin N. V. An Annotated Catalog of Fishlike Vertebrates and Fishes of the Seas of Russia and Adjacent Countries: Part 1. Order MYXINIFORMES – GASTEROSTEIFORMES // *Journ. of Ichthyology*. 2001. V. 41. Suppl. 1. S. 1–131.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ МОРСКИХ РЫБ
В КАСПИЙСКОМ МОРЕ**

Т.В. Помогаева, И.Б. Балченков

ФГУП «КаспНИРХ», Астрахань, Россия, potogiatyana@mail.ru

В настоящее время гидроакустический метод лидирует среди инструментальных методов оценки морских биомасс. Тралово-акустические съемки широко используются во многих развитых странах при проведении рыбохозяйственных исследований и морском рыбном промысле. Этот метод общепризнан как наиболее эффективный для решения задач поиска, количественной и объемной оценки рыбных запасов и их распределения.

В Каспийском море гидроакустический метод начали использовать с 1974 г. Для оценки запасов килек КаспНИРХом совместно с сотрудниками лаборатории промысловой гидроакустики ПИНРО (Мурманск) были проведены тралово-акустические съемки. С 2001г. гидроакустические исследования стали проводиться только сотрудниками КаспНИРХа. Ежегодно осуществляются тралово-акустические съемки для оценки численности и распределения осетровых, сельдей, килек и других видов рыб. В настоящее время КаспНИРХ проводит большую работу по возрождению морского многовидового промысла в российской части Северного Каспия. Одними из резервных объектов морского промысла являются морские сельди. Для решения задач по определению плотности, биомассы и сезонной динамики промысловых концентраций морских сельдей в весенний период (апрель-май) в российской зоне северной части Каспийского моря проводятся тралово-акустические съемки.

Гидроакустические съемки выполнялись в соответствии с существующими методиками, согласно руководству ВНИРО по проведению гидроакустических съемок (Юданов, и др., 1984).

Съемки проводились в мелководной части северного Каспия на НИС «Гидробиолог» только в дневное время, при постоянной скорости судна 6 узлов. На утверждённых станциях, для видовой идентификации эхозаписей, днём выполнялись донные траления 4.5 и 9 м донными тралами конструкции Ш.Т. Васильева. Для определения видового и размерно-весового состава сельдей ночью выполнялись сетепостановки с набором ячеи от 28–55 мм. На каждой станции проводились гидрологические измерения. Сетка станций и галсы тралово-акустических съемок согласованы (рис. 1).



Рис.1. Стандартная схема станций и галсов тралово-акустической съемки в российской зоне северной части каспийского моря.

Галсы проходили параллельно друг другу по глубинам 3–7 м., и перпендикулярно 5 и 10 м изобатам. Площадь, на которой ежегодно проводились исследования, составляла около 1400 квадратных морских миль (1 миль=1852 м.).

Гидроакустические исследования выполнялись с помощью рыбопоискового многофункционального панорамного эхолота – видеоплоттера ПЭВ-К, созданного в КБ морской электроники «Вектор» (г. Таганрог). Комплекс, совмещенный с электронной картографической системой и приемником спутниковой навигационной системы, содержит тракт традиционного эхолота, с рабочей частотой 204 кГц, и два тракта гидролокатора бокового обзора (290 кГц). Антенна комплекса размещается в подводном положении, с помощью специально сконструированной выносной штанги. Для записи первичной гидроакустических материалов использовался интегрированный пакет «Echo – Вектор».

Численность и плотность скоплений рыб на полигонах рассчитывалась с помощью программы «Excel». Этот же пакет применялся и для графической обработки гидроакустической информации. Построение карт распределения скоплений выполнялось с помощью пакета «Microsoft ArcView Gis 3.1».

По данным тралово-гидроакустических съемок, выполненных с 2005 по 2009 гг. определялась плотность промысловых скоплений, оценка численности и биомасса морских сельдей на обследованной акватории северной части Каспийского моря.

Таблица 1.

Численность и биомасса морских сельдей по данным весенних тралово-гидроакустических съемок (2005–2009 гг.).

годы	Долгинская сельдь		Большеглазый пузанок		Каспийский пузанок	
	Биомасса, т.	Численность, млн экз.	Биомасса, т.	Численность, млн экз.	Биомасса, т.	Численность, млн экз.
2005	6264.16	13.29	131.6	0.32	0	0
2007	2131.92	7.75	330.12	2.42	57.96	0.78
2008	6415.5	19.15	13.16	0.1	78.96	1.2
2009	3439.52	8.37	165.76	1.41	372.96	3.75

По результатам, приведенным в таблице 1 долгинская сельдь является наиболее многочисленным и перспективным видом сельдей для промысла. За период проведенных исследований с 2005 по 2009 гг., доля долгинской сельди в биомассе морских сельдей колебалась от 83 до 97.5%. Доля большеглазого пузанка не превышала 2 – 13%. Время максимального преднерестового хода и ареал распространения большеглазого пузанка совпадает с долгинской сельдью. Каспийский пузанок это самый мелкий вид сельдей по размерно-весовым характеристикам и его доля в общей биомассе колеблется от 1.2 до 9%. Каспийский пузанок – теплолюбивый вид, и его преднерестовые миграции происходит позже остальных видов сельдей.

Величины биомассы сельдей определяются плотностью и их средней массой особей, а также может изменяться и от биотических и абиотических факторов. Показатели биомассы и численности снижаются из-за несовпадения сроков проведения тралово-акустических съемок во время преднерестовых миграций сельдей. От температуры воды зависит интенсивность преднерестовых миграций морских сельдей в северной части Каспийского моря.

По материалам многолетних наблюдений была составлена таблица, подтверждающая зависимость плотности биомассы морских сельдей от температуры воды.

Таблица 2.

Зависимость биомассы морских сельдей, определенной гидроакустическим методом, от температуры воды.

Годы	Сроки проведения экспедиции	Средняя температура воды, °С	Плотность биомассы, т/миля ²
2005	23 апреля – 13 мая	14.7	4.7
2007	16 апреля – 27 апреля	11.6	1.8
2008	28 апреля – 5 мая	14.7	4.7
2009	27 апреля – 10 мая	13.9	2.96

На основе материалов проведенных гидроакустических съемок была получена регрессионная зависимость, связывающая плотность скоплений сельдей с температурой вод северного Каспия в преднерестовый период (рис.2).

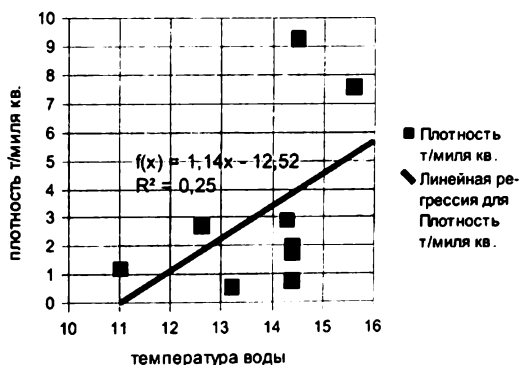


Рис. 2. Влияние на плотность преднерестовых скоплений сельдей температуры воды в северной части Каспийского моря

При температурном режиме 14–16 °С наблюдалась максимальная плотность морских сельдей, определенных гидроакустическим способом (до 30 т/миля²). Эти данные показывают, что температурный фактор относится к числу важнейших абиотических факторов, определяющих плотность скоплений, районы концентраций мор-

ских мигрирующих сельдей в преднерестовый период, что необходимо учитывать при организации их промысла (рис. 3).

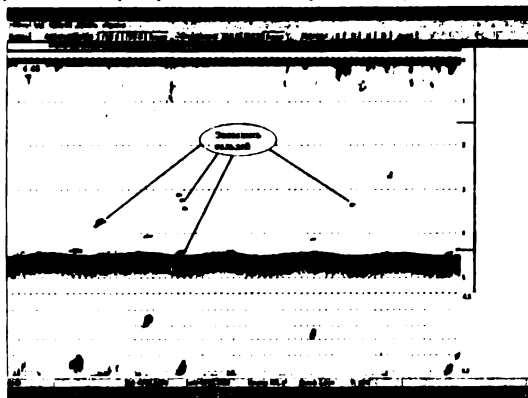


Рис. 3. Характерная эхозапись сельдей (НИС «Гидробиолог», май 2009 г. северная часть Каспия)

Гидроакустические записи показали, что в дневное время морские сельди в преднерестовый период держатся в придонном слое, при этом в траловых уловах морские сельди практически отсутствуют, так как скорость движения сельдей выше скорости траления (2–3 узла). Результаты уловов сетями, поставленными в ночное время, способствуют определению концентраций, видового и размерно-вещного состав скоплений морских сельдей.

Анализ результатов гидроакустических исследований, проведенных на обследованных полигонах в апреле – мае, показал, что между плотностью скоплений сельдей, определенной гидроакустическим методом, и их сетными уловами наблюдается тесная регрессионная зависимость (рис. 4).

Эта зависимость может использоваться для оперативной оценки плотности скоплений морских мигрирующих сельдей по результатам опытного сетного лова. Тралами вылавливаются такие виды рыб, как обыкновенная килька, атерина, вобла, лещ. По этим видам также ведется расчет плотности, оценка биомассы и численности гидроакустическим методом (рис. 5, 6).

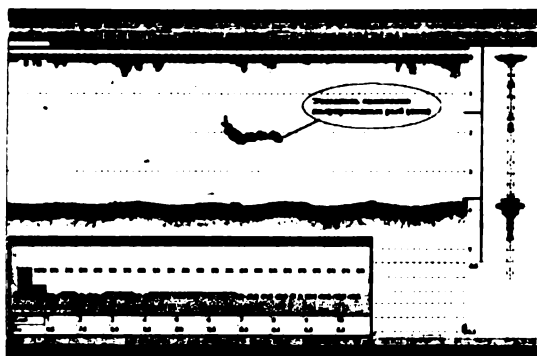


Рис. 6. Характерная эхозапись леща. (НИС «Гидробиолог», май 2009 г. северная часть Каспийского моря).

Самые высокие концентрации сельдей (до 33,6 т/миля²) в весенний период наблюдаются в северо-восточной части обследованной акватории (о. Укатный) над глубинами менее 5 м. Достаточно высокие по плотности скопления сельдей (до 15 т/миля²) отмечаются в центральной части зоны (банки Средняя Жемчужная) и в районе Волго-Каспийского канала (ВКК). На большей части акватории над глубинами от 4 до 6 м наблюдались скопления с плотностью от 1 до 5 т/миля². Самые низкие концентрации сельдей (0,006–1 т/миля²) отмечены над глубинами более 5 м (рис. 7).

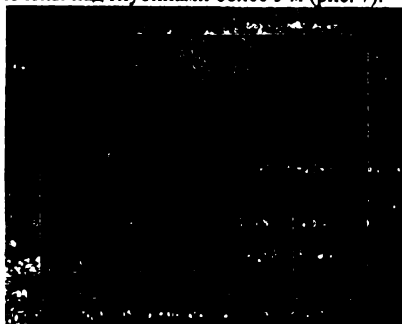


Рис.7. Распределение скоплений каспийских морских мигрирующих сельдей в российской зоне Северного Каспия в апреле – мае 2009г (т/миля²).

Список литературы

- Ермольчев В.А., Ермольчев М.В., Бешарат К. Отчет о российско-иранских исследованиях в Каспийском море. ПИНРО, 1995.
- Руководство по сбору и первичной обработке акустической информации в процессе тралово-акустических съемок. Мурманск: ПИНРО, 1989. 60 с.
- Руководство по эксплуатации «Вектор-ПЭВ-КЗ», 2002.
- Юданов В.И. Руководство по проведению гидроакустических съемок М., ВНИРО, 1984. 124 с.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ СУДАКА
(*STIZOSTEDION LUCIOPERCA* (L.)) в КАЗАХСТАНСКОМ
СЕКТОРЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

Н.Н. Попов

*Атырауский филиал Казахского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства (АтФ КазНИИРХ),
060027, Р. Казахстан, г. Атырау, fich63@mail.ru*

Основой рыбопромыслового прогнозирования является создание биологического обоснования общих допустимых уловов (ОДУ), базирующегося, главным образом, на тщательном изучении промысловых уловов. Это не случайно, поскольку промысловый улов всегда выступал в роли определенного гаранта у ихтиологов, приводящего, в конечном итоге, к объективным прогнозируемым показателям. Роль остальным, хоть и многочисленным характеристикам биолого-экологического порядка, в этом деле отведена второстепенная, сопутствующая.

В международной рыбохозяйственной практике и раньше, и сейчас довольно широко проводятся траловые или тралово-акустические съемки для количественной оценки численности рыб [1,2].

В связи с этим при анализе современного состояния судачка Казахстанского сектора Северного Каспия был использован метод абсолютного учета всех его возрастных групп с помощью траловых съемок.

Траления осуществлялись на научно-исследовательских судах 4.5 и 9 м донными тралами со скоростью 2.5 узла, продолжительностью 20 и 30 минут. Для характеристики условий обитания на каждой станции измерялись глубина, температура воды, соленость, содержание кислорода, направление и сила ветра, характер грунта.

Распределение судачка в Северном Каспии. Численность судачка (N) оценивалась географическим методом [2] с учетом улова (n), площади распространения (S), обловленной площади (s) и коэффициента уловистости трала (K):

$$N = n \cdot S / s \cdot K$$

В целях сокращения дисперсии траловых уловов вся совокупность исследовательских уловов разделялась на несколько зон (4–5) с одинаковыми уловами.

Ранняя молодь судачка появляется в Северном Каспии очень рано [3], так как часть ее, не попав на нерестилища – межканальное пространство, выносятся в море, распространяясь в предустье, и держится в поверхностных слоях воды, питаясь зоопланктоном.

Массовые концентрации отмечаются, как правило, в июле. Подрастая, молодь судака переходит к придонному образу жизни, питаясь, главным образом, ранней молодью карповых рыб [3].

В траловых уловах отмечены судаки в возрасте от молоди до 10 лет. При этом длина рыб (L) колебалась от 250 до 570 мм, вес – от 300 до 2500 г.

По встречаемости судака в уловах можно заключить, что распространение его в последние годы исследовательского периода (2000–2009 гг.) было мозаичным (рис. 1–4). Уловы колебались от 2 до 24 особей на час траления.

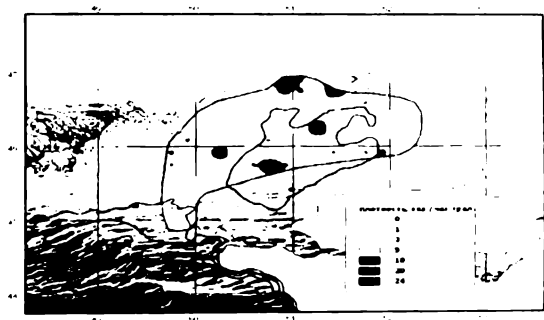


Рис. 1. Распределение судака в северо-восточной части Северного Каспия в августе 2006 г.

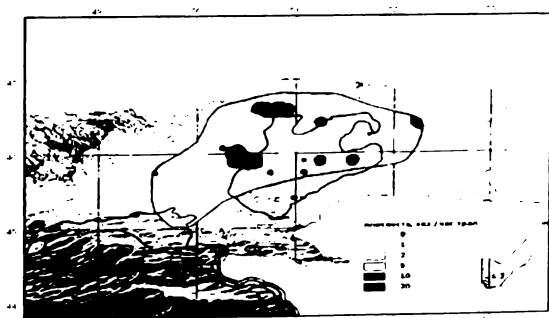


Рис. 2. Распределение судака в северо-восточной части Северного Каспия в августе 2007 г.

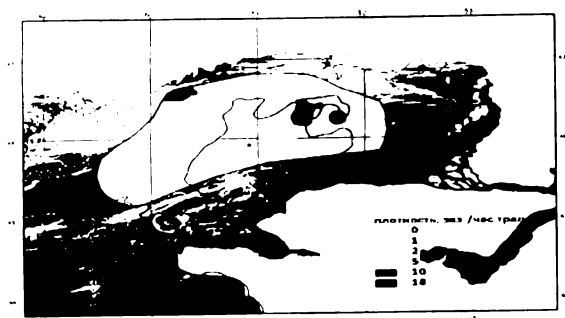


Рис. 3. Распределение судака в северо-восточной части Северного Каспия в августе 2008 г.

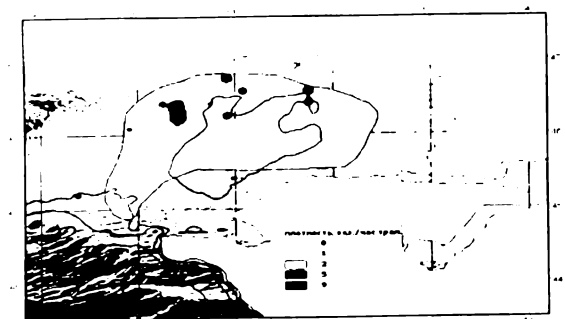


Рис. 4. Распределение судака в северо-восточной части Северного Каспия в августе 2009 г.

Максимальными траловые уловы судака в 2009 г. (9 экз. на час траления) оказались почти на границе с Волго-Каспийским районом на 5-4 м глубине с достаточно высокой прозрачностью, равной 1.0 м, средней массой выловленных рыб 1.7 кг. В других районах траловые уловы составляли 2-4 экз. на час траления. Таким образом, распространение судака в это время было неравномерным, уловы колебались от 2 до 9 особей на час траления, составляя в среднем 0.54.

По результативности траловых съемок нами была посчитана абсолютная численность сеголеток и взрослого судака в различные годы (табл. 1). Как видно из таблицы численность его не была по-

стоянной, а изменялась в зависимости от природных и антропогенных факторов. Наиболее благоприятными были 2002 и 2003 годы. В это время численность сеголетков составляла 280 и 88.7 млн. экз.

Таблица 1.

Абсолютная численность судака в Казахстанской части Северного Каспия

Годы	Сеголетки, млн. экз.	Взрослые рыбы, млн. экз.
2000	66.4	28.47
2001	25.9	9.69
2002	280.0	7.79
2003	88.7	45.82
2004	51.8	11.56
2005	77.7	39.51
2006	12.4	36.14
2007	81.8	44.3
2008	18.8	21.9
2009	23.2	8.0

Судак, как и другие хищники, обладает значительным темпом роста [4]. Линейный его рост довольно быстрый, наблюдается значительное перекрытие линейных размеров у рыб последовательных генераций. Колебания значений длины тела велики как у сеголетков, так и у взрослых одновозрастных рыб.

Характер распределения точек в зависимости «длина-вес» представлен на рисунке 5.

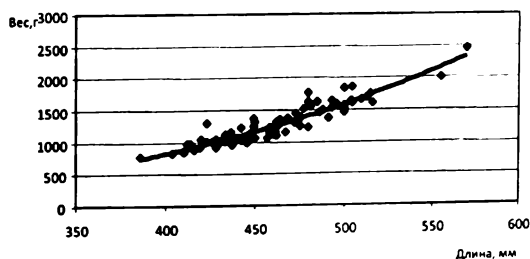


Рис. 5. Зависимость «длина – вес» для судака Каспийского моря (2007 г.)

Однако распределение данных в зависимости «длина-вес» имеет минимальные отклонения от средних значений, что свидетельствует о равномерности весового роста и коэффициентов упитанности рыб разного размера. Косвенно это свидетельствует о достаточной обеспеченности пищей рыб разных размеров и возрастов.

Таким образом, Современное состояние судака продолжает оставаться в депрессивном состоянии. В неудовлетворительных условиях воспроизводства, браконьерского лова и расхищения промысловых уловов эффективность мероприятий по сохранению и восстановлению судака оказывается довольно низкой.

Более совершенный количественный учет численности судака в Северном Каспии дает полное представление о состоянии его популяции. В этих целях необходимо усилить траловые учетные съемки в августе – июле, сделав их учетными.

Тщательный анализ динамики абсолютной численности поколений этого вида с оценкой всех коэффициентов его убыли приводит к выявлению подробного расходования промыслового запаса и повышения эффективности его использования. Преобладание теневых изъятий над промысловой убылью свидетельствует о низком уровне управления рыбным промыслом.

Список литературы

- Гулин В.В. Методика определения абсолютной численности промыслового стада рыб, его размерно-возрастного состава, интенсивности промысла и коэффициентов уловистости экспериментальных орудий по результатам специального опытного лова // Изв. ГосНИОРХ. – 1974. – Т. 90. – С. 84–93.
- Кушнаренко А.И. Эколого-этологические основы количественного учета рыб Северного Каспия. Астрахань: КаспНИРХ, 2003. – 180 с.
- Белоголова Л.А. Динамика численности и распределения молоди воблы *Rutilus rutilus*, леща *Abramis brama* и судака *Stizostedion lucioperca* в Северном Каспии // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27. – Вып. 6. – С. 924–935.
- Кузьмин А.Г. Методика определения возраста и роста судака // Тр. ВНИРО. № 10 / Отв. ред. А.С. Богданов. – М.: Международная книга, 1947. – С. 6.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИГОВЫХ РЫБ В ОБСКОМ БАССЕЙНЕ

Ю.С. Решетников, О.А. Попова

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, Россия, ysreshetnikov@gmail.com*

Обь-Иртышский бассейн всегда был важным рыбопромысловым районом России. Здесь в изобилии водились такие ценные рыбы как сибирский осетр, стерлядь, нельма, таймень, муксун, чир, пыжьян, пелядь, сибирская ряпушка, тугун (сосвинская сельдь), хариус, корюшка, налим и другие. В северных уездах Тобольской губернии рыба, наряду с охотой и собирательством, была главным источником существования местного населения. До середины 19 в. промысел осуществлялся небольшими артелями и отдельными рыбаками. Рост экономических связей начался со второй половины 19 в., и Тобольск становится центром торговли Западной Сибири. Сбыт рыбной продукции теперь идет и в соседние регионы (Томск, Екатеринбург), и даже в Архангельск и Петербург. Складывается купеческое сословие, выгоды торговли рыбой заставили купцов обратить внимание на рыбный промысел и вкладывать в него значительные капиталы. Промысел рыба стремительно развивался, особенно с образованием паровой паровой компании (1860–1880), занимавшейся транспортировкой грузов на большие расстояния. Завладевая лучшими рыболовными угодьями или арендуя их у коренных народов Тобольского Севера, купец М.Д. Плотноков стал привозить на Север на рыболовный сезон наемных рабочих числом до 10 тыс. человек. С окончанием рыболовного сезона производство переносилось в Тобольск, где из мороженой рыбы готовились консервы. В 1850 г. рыбопромышленниками только в одном Березовском крае за летний сезон было выловлено 138500 пудов или 2200 т рыбы; а общий вес привозимой рыбы с северных промыслов в Тобольск составлял около 500 тысяч пудов или 8 000 т в год (Берендеев, 2006).

Данный регион имел огромные природные ресурсы, в том числе богатые рыбой реки (Обь, Иртыш, Тобол). Лов рыбы проводился самыми разными орудиями и приспособлениями в соответствии с биологическим циклом рыб. Уже в те времена существовала проблема хищнической эксплуатации рыбных ресурсов: зимой осетровых ловили на крючковую снасть (самоловы и переметы) на ямах и глубоких быстринах; часто рыбу добывали во время зимнего «замора» ловушками и другими снастями, когда она стремилась к чи-

стой воде и шла вниз по течению в Обскую губу. Хищнический лов рыбы был свойствен всем рыбопромышленникам, особенно крупным предпринимателям. Для рыбаков это был тяжелый физический труд, особенно в условиях холодного Тобольского Севера, а для купцов и крупных предпринимателей – средством наживы, купцы постепенно переходили в иное качество – в крупную буржуазию, мощно заявившую о себе на российском рынке.

Отметим, что из 30 видов мировой фауны сиговых рыб 9 видов живут в Обском бассейне, именно здесь находится «экологический оптимум» для сиговых рыб (Решетников, 1980, 1995, 2004, 2010). Бассейн имеет свои специфические особенности: экстремальные климатические условия, многолетняя мерзлота, низкая интенсивность биогеохимических процессов и соответственно замедленные темпы самоочищения и самовосстановления, зимние «заморы» на Оби из-за притока болотных вод с правобережных притоков Оби. Зато во время весенних паводков Обь широко заливает пойменные луга и образуются многочисленные «соры» с богатой кормовой базой, которые представляют собой великолепные места для нагула молоди; а во время зимних заморов многие виды уходят на зимовку в Обскую губу. Сиговые рыбы, как доминанты субарктических экосистем, адаптированы к существованию в сравнительно узком диапазоне параметров абнотической среды, чувствительны к качеству воды и могут служить тест-объектом для оценки общего состояния арктических экосистем (Решетников, 1979, 2007; Решетников, Попова, 1997; Попова и др., 1997, 2007; Решетников и др., 1999).

Рост добычи рыбы в Обском бассейне продолжался все XX столетие. В начале века вылов сиговых рыб не превышал 4–5 тыс. т (Москаленко, 1971). Вылов сиговых стал интенсивно возрастать с 1932 г. после реорганизации рыбной промышленности и достиг рекордных величин в годы Второй Мировой войны (до 17 тыс. т). К концу 1960-х гг стали проявляться признаки перелова рыбы, а численность нерестовых стад значительно уменьшилась (Шумилов, Замятин, 1983). Был введен запрет на траловый лов в Обской губе. К концу 1970-х гг численность сиговых стала восстанавливаться, а в 1980 г. общий вылов сиговых приблизился к рекордной величине (14 тыс. т), причем основу уловов составляли сиговые (до 40%), осетровые и лососевые рыбы. В рыбохозяйственном отношении Обь-Иртышский бассейн в эти годы занимал одно из ведущих мест в Российской Федерации, особенно по вылову сиговых рыб (до 50% всей добычи сиговых по стране и примерно треть мирового улова). Однако к середине 1990-х гг общий вылов рыб упал до 9–14 тыс. т, а

уловы сиговых снизились до 3–5 тыс. т (табл. 1), так в 1996 г выловили всего 8835 т рыбы, из них сиговые составили 39,8%. Начиная с 1998 г. идет неуклонное снижение доли сиговых рыб в общем вылове, на их место приходят карповые и окуневые рыбы, что характерно при трансформировании пресноводных экосистем (Решетников, 1980, 1995; Решетников и др., 1982).

Таблица 1.

Вылов отдельных видов рыб по годам в Обь-Иртышском бассейне
(по Исакову и Селюкову, 2010; округлено до 1 т)

Вид	1992	1993	1994	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Осетр	13	17	20	5	10	1	2	1	2	1
Стерлядь	5	6	-	7	8	13	20	16	10	1
Нельма	182	217	-	56	117	102	103	124	67	94
Муксун	1267	877	-	453	993	1254	963	839	591	531
Чир	710	765	-	630	712	678	607	791	747	614
Пелядь	630	1216	-	1226	1207	1248	1520	1753	1242	1470
Ялушка	2040	1188	-	756	1380	963	1203	1096	1393	1244
Пыжьян	536	618	-	389	470	377	267	386	428	460
Тугун	2	-	-	2	7	13	3	3	21	32
Карповые	2769	1417	-	2501	2532	2979	3292	3350	3714	4168
Окуновые	705	185	-	96	362	367	511	283	428	700
Прочие	8186	7981	-	1714	3995	3812	4944	7773	6157	-
ВСЕГО	17,0	14,4	13,9	8,84	11,8	11,8	13,4	16,4	14,8	15,3
тыс. т	5	9	0					1	0	2
Доля си- говых%	31,5	33,7	-	39,8	41,4	39,4	34,7	30,4	30,3	29,0

За последние 40 лет в бассейне произошли большие изменения. Освоение нефтегазовых месторождений Западной Сибири (мегапроект «Ямал») привело к загрязнению воды нефтепродуктами. Возрастающая промышленная нагрузка вызвала превышение ПДК по многим тяжелым металлам, фенолу и другим токсикантам органической природы, кроме того до Оби доходит радиоактивный след от ПО «Маяк», а мощный селективный вылов окончательно подорвал запасы ценных промысловых видов рыб. Все эти факторы привели к резким изменениям в экосистеме, которая оказалась на грани катастрофы. Ежегодные потери уловов от антропогенного воздействия составляют 6,8 тыс. т рыбы (Брусынина, Крохалевский, 1989). Вместе с тем ранее проведенные исследования показали, что загрязнение нерестилищ в уральских притоках Оби в 1980–2000 было незначительным (Богданов, 1988, 2008, 2010; Богданов, Решетников, 2010; Решетников, Богданов, 2011). Однако техногенное давление на основные уральские нерестовые притоки Оби уже в ближайшей перспективе многократно возрастет в связи с началом

работ по реализации проекта «Урал промышленный – Урал Полярный». Разработка месторождений угля, меди, свинца, золота, цинка и др. ископаемых, строительство поселков, железной и автодорог в верховьях рек Байдаратайха, Щучья, Сось, Войкар, Сыня, Северная Сосьва и сведение лесов на водосборах станут основным фактором полной деградации нерестовых рек и нагульных районов молоди в «сорах» Оби. Поскольку большинство нерестилищ сиговых рыб окажется в зоне хозяйственного освоения, они будут уничтожены или загрязнены настолько, что нормальное протекание эмбриогенеза и развитие молоди станут невозможны. Это требует также разработки мер по сохранению репродукционного потенциала рыб, в первую очередь сиговых, и сведения к минимуму экологического ущерба. Начавшееся во второй половине 90-х годов повышение водности бассейна разбавило загрязненные воды и благотворно отразилось на кормовой базе, условиях воспроизводства и нагула большинства видов рыб. В этот период уловы возросли до 13,4–19,5 тыс. т, основной вылов приходился на долю сиговых рыб, но их доля сократилась до 20%. В последовавшие затем маловодные годы (2004–2005) сократились места и сроки нагула, что привело к снижению численности поколений и низким весовым приростам рыб (Матковский, 2009; Матковский, Крохалевский, 2010), а загрязненность бассейна вновь стала нарастать (Экологическое состояние..., 2008).

Поскольку экономической политикой страны является наращивание добычи и транспортировка минерального сырья, несмотря на катастрофическую экологическую ситуацию в Обском регионе, то скорее всего в ближайшем будущем не следует ожидать успешного естественного восстановления запасов сиговых рыб. Рыбное хозяйство взяло курс на создание «центров воспроизводства» и питомников в естественном ареале или за его пределами, но для этих центров нужны хорошие и здоровые маточные стада. Уже сегодня многие производители рыб отягощены различными патологиями, в том числе страдает и репродуктивная система рыб, что может негативно отразиться на потомстве. Все это требует правильной оценки современного экологического состояния и экологического прогноза возможных изменений в биоте. В этой связи разработка мер по сохранению репродукционного потенциала рыб, в первую очередь сиговых, и сведения к минимуму экологического ущерба становятся одним из главных задач.

Рассмотрим современную оценку состояния и «здоровья» сиговых рыб, из которых и будут создаваться маточные стада в «центрах воспроизводства». Уже сейчас отмечаются многочисленные

патологии у сиговых, в том числе и в системе воспроизводства. Отклонения от нормы в развитии воспроизводительной системы могут быть использованы для оценки состояния рыб и экосистемы в целом. Использование в исследованиях методов макро- и микро-диагностики позволяет выявить нарушения в развитии половых желез и помогает заблаговременно установить начальные моменты неблагоприятного воздействия какого-то одного или комплекса факторов на организм рыб в конкретных условиях. Положительным моментом является то, что особенности гаметогенеза сиговых рыб были исследованы ранее, в ненарушенных условиях обитания (Кузьмин, 1975; Чинарева, 1974; Крохалевский, 1983; Кошелев, 1984; Селюков, 1985; Решетников и др., 1989 и др.), что является «нулевой точкой отсчета» для сравнения с особенностями гаметогенеза в загрязненных условиях.

В современных условиях важнейшей составляющей природной среды стало сложносоставное химическое и радиоактивное загрязнение. Тюменская область, находящаяся в низовьях рек, формирующих свой сток в индустриальных районах Урала, ряда краев и областей Сибири и Казахстана, помимо своих собственных, оказалась приемником их загрязненных вод. Реки загрязнены нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами, пестицидами и др. Интенсивная контаминация вод наблюдается в зоне деятельности нефтегазодобывающих предприятий. Аварийные ситуации на нефтепромыслах носят залповый характер и отличаются высокой поражающей способностью. Нефтепродукты отравляют воду, а тяжелые фракции, оседая на дно, вызывают загрязнение грунта и гибель донной биоты. Кроме этого, в Обскую губу и Карское море с водами Оби переносится значительное количество радионуклидов, поступающих в нее по речной сети ВУРС и из Томи. Многие функциональные связи экосистем в зоне прямого воздействия начинают разрушаться (Экологическое состояние..., 2008).

Отметим, что при загрязнении воды у рыб в первую очередь поражаются так называемые «органы-мишени»: кожный покров, жабры, пищеварительный тракт; потом уже через кровь токсиканты распространяются в мышцы, скелет, печень, почки и гонады. Основными «органами выведения» токсикантов из организма являются печень и почки, именно в них больше всего накапливается вредных веществ и в них же более всего заметны морфологические аномалии (Решетников и др., 1989; Решетников, Попова, 2007 и др.). На примере сиговых и других рыб показано, что в Обском бассейне поражаются жабры и печень, изменения в этих органах по-

дробно проанализированы не только визуально, но и гистологически. У сиговых рыб жабры оказались пораженными сильнее, чем печень, причем поражение больше затрагивает молодых и неполовозрелых особей. Как и следовало ожидать, в меньшей степени поражены планктофаги (ряпушка и тугун), в большей – бентофаги (чир и сиг-пыжьян), а наибольшее количество нарушений отмечено у пеляди и муксуна, которые мигрируют на нерест в наиболее загрязненную Среднюю Обь (Исаков, Селюков, 2010).

Отметим, что многие современные нерестовые стада сиговых рыб в Обском бассейне представлены на 60% впервые нерестующими рыбами. Это тревожный факт, так как впервые нерестующие особи не обладают высокой плодовитостью и обычно у них ниже выживаемость икры во время эмбриогенеза.

Нерест сиговых приурочен к осенне-зимнему периоду и проходит при температуре воды не выше 5 °С. Инкубационный период у сигов с осенне-зимним нерестом длится 70–260 суток или 260–360 градусо-дней. У сибирской ряпушки, байкальского омуля, вальки, чира, пеляди и сига-пыжьяна отмечены случаи развития икры во льду в состоянии «пагона» (Богданов, Решетников, 2010). В этом случае лед спасает икру от выедания хищниками. Но лед может служить и причиной массовой гибели икры. Ледяной покров на северных реках Восточной Сибири держится до середины мая – начала июня, при зимнем спаде воды лед ложится на грунт, и в случае нереста сиговых на малой глубине он иногда покрывает всю поверхность нерестовых площадей в виде толстой наледи. В этих случаях наблюдается массовая гибель икры. В суровые и малоснежные зимы в низовьях Оби возможно возникновение обширных заморов на нерестилищах сиговых рыб, в результате которых выживание икры в уральских притоках за зимний период может меняться от 0 до 93%, составляя в среднем 20–30% (Богданов 1988, 2008, 2010; Богданов, Решетников, 2010).

Основные факторы, определяющие гибель икры, это – перемерзание нерестилищ, локальные заморы, выедание хищниками; и второстепенные – неполное оплодотворение, паразитарные заболевания (Богданов, 1988, 2008, 2010). Условия для высокого выживания икры формируются на участках рек со стабильным грунтовым питанием рек, обильными «зажорными явлениями», незначительной скоростью нарастания льда и низкой численностью хищников. На уральских нерестовых притоках такие нерестилища находятся в предгорных участках рек. Полная гибель от

перемерзания развивающейся икры возможна только в маловодных притоках, расположенных в полярных широтах.

Считается, что для каждого вида рыб специфична не только общая величина смертности, но и ее распределение по отдельным этапам развития (Никольский, 1974). У сиговых рыб Нижней Оби наибольшая смертность обычно наблюдается в эмбриональный период развития, но в исключительных случаях возможна массовая гибель личинок при переходе на питание внешней пищей (массовый заход личинок в сор) сразу после его залития).

Основная стратегия размножения сиговых рыб в северных условиях направлена на то, чтобы вышедшие из икры личинки могли найти корм и за короткое полярное лето успеть подрасти. Наилучшие условия создаются в конце весны и в начале лета, когда вслед за вспышкой первичной продукции появляются мелкие формы зоопланктона (Решетников, 1967, 1979, 1980, 2007).

Как правило все сиговые рыбы имеют пропуски нерестовых сезонов, то-есть после первого нереста каждая особь повторно нерестится один раз в два-три года. В реках Сибири нельзя нерестится с перерывами в 3–4 года. В условиях Обской губы межнерестовый интервал у сибирской ряпушки составляет 1, реже 2 года; у нерестующих в Средней Оби пеляди – 2 года, у чира – 2–4 года. Муксун из всех сиговых самый долгоживущий вид (до 15–20 лет), созревает в Оби в возрасте 10–13 лет и имеет двух- и трехлетнюю периодику оварийных циклов. Таким образом в течение всей жизни самки обского муксуна в сложившихся условиях (позднее созревание и при двух- или трехлетних пропусках нереста) смогут отнереститься всего один-два раза в жизни, очень редко – три раза. Основные факторы, определяющие гибель икры, это – перемерзание нерестилищ, локальные заморы, выедание хищниками; и второстепенные – неполное оплодотворение, паразитарные заболевания (Богданов, 1988, 1997, 2008, 2010). Условия для высокого выживания икры формируются на участках рек со стабильным грунтовым питанием рек, обильными «зажорными явлениями», незначительной скоростью нарастания льда и низкой численностью хищников. На уральских нерестовых притоках такие нерестилища находятся в предгорных участках рек. Полная гибель от перемерзания развивающейся икры возможна только в маловодных притоках, расположенных в полярных широтах.

Есть две разные точки зрения на реакцию воспроизводительной системы рыб на загрязнения. Отметим, что среди ихтиологов было распространено мнение, что при токсикозе репродуктивная система

рыб поражается в последнюю очередь. Однако, как показали наши исследования, это не соответствует истине. Развитие и функционирование репродуктивной системы рыб является одним из важных показателей оценки состояния популяций и организма в различных условиях обитания. Отклонения от нормы в развитии воспроизводительной системы могут быть использованы в качестве индикатора в определении степени благополучия существования той или иной популяции. Даже простой визуальный морфо-патологический анализ позволяет выявить нарушения в системе воспроизводства рыб (Решетников, 1995; Решетников, Попова, 2007; Решетников и др., 1999; Акимов и др., 2000). У сиговых Оби отмечены различные аномалии в развитии гонад, как крайний вариант – появление интерсексуальных особей (3–5% от общего числа у муксуна). Аномалии в гонадах отмечены у всех рыб, но в наибольшей степени у сиговых (Селюков, 2010). Отметим, что число аномалий возрастает от весны к осени, к концу периода нагула. Зимой развитие патологий замедляется, а к весне рыбы приходят с наименьшими показателями аномалий в гонадах. Отметим, что у рыб в р.Тура в черте города Тюмени отмечены примерно такие же аномалии, как в Москве-реке, только пока еще на ранних стадиях. Таким образом, загрязнение воды тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсикантами приводят к серьезным аномалиям в системе воспроизводства и к снижению репродуктивного потенциала рыб.

Помимо промышленного рыболовства уже развивается и будет развиваться и дальше товарное рыбоводство в реках, озерах и прудах. Примерные нормативные показатели приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Нормативные показатели уловов товарной рыбы при различных формах озерного рыбоводства в Западной Сибири, кг/га
(по Мухачеву, 2006)

Зоны озерного рыбоводства	Промысел аборигенных рыб	Экстенсивное рыбоводство	Комплексная интен- сификация
Сиговая (изотермы 100–1500 °С)	3–5	15–25	45–60
Сигово-карповая (1500–2000 °С)	10–20	30–40	60–100
Карпово-сиговая (2000–2400 °С)	25–35	70–100	250–350

Однако и для восстановления запасов сиговых и для товарного выращивания нужно развивать искусственное воспроизводство. Промышленное воспроизводство сиговых было начато в 1959 г. в г.Тобольске. В 1970-е годы было построено еще 4 рыбозавода, но на запланированную мощность они не вышли, и в последующем были закрыты. Выращивания молоди сиговых существенно увеличились с 2000 г., основным видом воспроизводства является пелядь (80%), затем следуют муксун, чир, сиг-пыжьян и тугун. Удалось успешно решить проблему длительного выдерживания производителей муксуна, отработан сбор икры сиговых рыб экологическим методом. Полагают, что именно искусственное воспроизводство помогло спасти запасы муксуна. Общий выпуск молоди разных видов сиговых рыб в 2009 г составил более 80 млн. экз (Литвиненко, Семенченко, 2010).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 10-04-00529-а).

Список литературы

- Акимова Н.В., Попова О.А., Решетников Ю.С., Кашулин Н.А., Лукин А.И., Амундсен П.-А. Морфологическое состояние репродуктивной системы рыб в водоемах Кольского полуострова // *Вопр. ихтиологии*. 2000. Т. 40. № 2. С. 282–285.
- Берендеев С.Ф. История рыболовных промыслов конца IX – начала XX вв // *Экология рыб Обского бассейна*. М: КМК, 2007. С. 25–29.
- Богданов В.Д. Пространственное распределение личинок сиговых рыб по акватории Нижней Оби // *Биология сиговых рыб*. М.: Наука, 1988. С. 178–191.
- Богданов В.Д. Современное состояние воспроизводства сиговых рыб Нижней Оби // *Рыбное хоз-во*. № 9, 2008. С. 33–37.
- Богданов В.Д. Состояние воспроизводства и динамика генераций сиговых рыб Нижней Оби // *Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб*. Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 83–87.
- Богданов В.Д., Решетников Ю.С. Особенности воспроизводства сиговых рыб // *Там же*. 2010. С. 78–82.
- Бруснынина И.Н., Крохалевский В.Р. Современное состояние экосистемы реки Оби и ее притоков в условиях антропогенного воздействия // *Сб. научн. Тр. ГосНИОРХ*. 1989. Вып. 305. С. 3–23.
- Исаков П.В., Селюков А.Г. Сиговые рыбы в экосистеме Обской губы. Тюмень: Изд-во Тюменск. Гос. Ун-та, 2010. 184 с.
- Кошелев Б.В. *Экология размножения рыб*. М.: Наука, 1984. 309 с.

- Крохалевский В.Р. Половые циклы, созревание и периодичность нереста обской пеляди // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 1983. С. 93–110.
- Кузьмин А.Н. Некоторые закономерности развития воспроизводительной системы и периодизация гаметогенеза у сиговых // Изв. ГосНИОРХ. 1975. Т. 104. С. 17–27.
- Литвиненко А.И., Семенченко С.М. Современное состояние искусственного воспроизводства сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 176–181.
- Матковский А.К. Деградационные процессы в популяции муксуна реки Оби и необходимые меры по восстановлению его численности // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 176–181.
- Матковский А.К., Крохалевский В.Р. Изучение закономерности изменений численности пеляди бассейна реки Оби // Вопр. рыболовства. 2010. Т. 11. С. 280–299.
- Маскаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. М.: Пищ пром-сть, 1971. 182 с.
- Мухачев И.С. Товарное рыбоводство // Экология рыб Обского бассейна. М: КМК, 2006. С. 388–393.
- Никольский Г.В. 1974. Теория динамики стада рыб. М.: Пищевая пром-сть. 447 с.
- Попова О.А., Решетников Ю.С., Терещенко В.Г. 2007. Мониторинг и оценка состояния рыбной части сообщества пресноводных экосистем // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. СПб.: Ин-т озераведения РАН. С. 303–309.
- Решетников Ю.С. Периодичность размножения у сигов // Вопр. ихтиологии. 1967. Т. 7. Вып. 6. С. 1019–1031.
- Решетников Ю.С. Сиговые рыбы в северных экосистемах // Вопр. ихтиологии. 1979. Т. 19. Вып. 3. С. 419–433.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.
- Решетников Ю.С. Современные проблемы изучения сиговых рыб // Вопр. ихтиологии. 1995. Т. 35, № 2. С. 156–174.
- Решетников Ю.С. Проблема ре-олиготрофирования водоемов // Вопр. ихтиологии. 2004. Т. 44, № 5. С. 709–711.
- Решетников Ю.С. Ихтиофауна Арктики // Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей

- Европейской части России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007.. С. 7–33.
- Решетников Ю.С. О центрах возникновения и центрах расселения в связи с распределением числа видов по ареалу на примере сиговых рыб // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100-летию Г.В.Никольского). Сборник статей. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2010. С. 62–87.
- Решетников Ю.С., Богданов В.Д., Особенности воспроизводства сиговых рыб // Вopr. ихтиологии. 2011. Т. 51. № 4.
- Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова Н.Л. и др. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) (PISCES: Coregonidae. Систематика, морфология, экология, продуктивность). М.: Наука, 1989. 302 с.
- Решетников Ю.С., Попова О.А. Метод экспертной оценки состояния рыб // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов – 2. Расшир. Мат-лы Межд. научно-практ. Конференции. Борок. М.: Россельхозакадемия, 2007. С. 217–221.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А. и др. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. 1999. Т. 119. № 2. С. 165–177.
- Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.
- Селюков А.Г.. Ранний гаметогенез пеляди // Вестн. ЛГУ. Биология. 1985. № 17. С. 26–32.
- Селюков А.Г.. Изменение морфофункциональных параметров рыб Обь-Иртышского бассейна в условиях возрастающего антропогенного влияния. Автореф. дис. на соиск. уч. ст. доктора биол. наук. М.: МГУ, 2010. 50 с.
- Чинарева И.Д. О строении и развитии яйцевых оболочек в оогенезе пеляди (*Coregonus peled*) // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 92. С. 108–112.
- Шумилов И. П., Замятин В.А. Состояние запасов сиговых рыб и их использование в речной системе Обского бассейна // Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. Новосибирск, 1983. С. 148–150.
- Экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области. Департ. охраны окр. среды. Тюмень: адм. Тюмен. обл. 2008, 250 с.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ НЕКОТОРЫХ ИНВАЗИОННЫХ И АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ РЫБ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

В.Д. Романенко, А.С. Потрохов, О.Г. Зяньковский
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, Украина,
alport@bigmir.net

В настоящее время наблюдается изменение видового состава ихтиофауны во всех водоемах. Причем оно связано как с антропогенной деятельностью, так и вызвано естественным расширением ареалов ряда видов рыб. Особую группу новых видов составляют представители семейства бычковых (*Gobiidae*). К таким вселенцам относятся виды понтокаспийского фаунистического комплекса – бычок песочник *Neogobius shufiatilis* Pal. и бычок кругляк *Neogobius melanostomus* Pal. Ранее характерные только для устьевых участков р. Днепр эти рыбы расселились по всему его бассейну, а также активно заселяют многие пресноводные водоемы Европы и Северной Америки.

Расширение ареалов рыб зачастую связывают с изменением солености и ионного состава пресноводных водоемов, а также с изменением их температурного режима (Вербицкий и др., 2005; Замооров и др., 2004; Шевчук и др., 2001; Хильчевский и др., 1999). В то же время нельзя не учитывать особенности биологии этих рыб и их способность быстро адаптироваться к изменяющимся условиям существования.

В противоположность агрессивным вселенцам ряд аборигенных видов рыб сужает свои ареалы обитания, что свидетельствует об отсутствии у них экологической пластичности. Способность к активной адаптации инвазионных и снижение численности местных аборигенных видов рыб может иметь две основные причины. Во-первых, благодаря антропогенным изменениям среды, создались гидрологические и гидрохимические условия, которые удовлетворяют понтокаспийские виды и способствуют их распространению, в то же время затрудняют существование аборигенных рыб. Другой причиной может быть различия между этими группами рыб в скорости и адекватности адаптивных физиолого-биохимических реакций на действующие факторы среды. В связи с этим целью данной работы было изучение эколого-физиологических особенностей приспособления разных популяций некоторых видов аборигенных и инвазионных видов рыб к условиям существования.

Материал и методы исследований

Работы проводились в летний период в местах постоянного проживания бычка песочника и бычка крутляка, а именно на р. Рось около г. Белая Церковь, в низовьях р. Ирпень, Киевском водохранилище в районе с. Лютеж и на Черном море в районе г. Коблево.

Для сравнения уровней активности ряда ферментов у инвазионных рыб в различных условиях обитания также были изучены аборигенные виды, в частности судака *Sander lucioperca* L. и окуня *Perca fluviatilis* L.

Энергетический обмен рыб оценивали по показателям активности лактатдегидрогеназы (Методы биохимических..., 1982), активности Na, K-активируемой Mg-зависимой АТФ-азы по приросту неорганического фосфора в среде инкубации по методу М.Н. Кондрашовой и др. (Кондрашова и др., 1965; Методы биохимических..., 1982).

Полученные результаты обработаны статистически с помощью программы Statistica 5.5 и по П.Ф. Рокишкому (Рокицкий, 1973).

Результаты исследований и их обсуждение

Изменение активности ЛДГ в разных тканях рыб позволяет судить о состоянии гипоксии, наличии стрессовых ситуаций или токсической нагрузки, об изменении солености и минерализации воды. Также активность ЛДГ в мышцах изменяется в зависимости от темпов роста рыб. Поэтому этот показатель широко используется при оценке экологической ситуации водоемов и физиологического состояния рыб.

Как показали наши исследования, у хищных аборигенных видов рыб наибольшая активность ЛДГ наблюдалась в жабрах, затем мышцах и печени. В зависимости от условий обитания (река или водохранилище) у судака достоверные отличия активности ЛДГ при сравнении особей двух популяций отмечены лишь для мышц. Причем этот показатель выше на 28.9% у рыб из р. Рось по сравнению с Киевским водохранилищем (рис. 1). Это свидетельствует о благоприятных условиях для судака в летний период в Киевском водохранилище, в частности о высоких темпах роста благодаря обеспеченности рыб кормом и хорошему кислородному режиму.

Подобные закономерности мы наблюдаем и для окуня. А именно повышение активности ЛДГ (на 31.2%) в мышцах рыб из р. Рось (рис. 1). Однако в тканях печени рыб из Киевского водохранилища отмечен рост активности ЛДГ на 14.8% по сравнению с этим показателем у окуня с реки Рось. Таким образом, печень, вероятно,

находится в состоянии повышенной нагрузки, следствием которой является увеличение в ее тканях анаэробных процессов.

Активность ЛДГ в жабрах у представителей аборигенных видов не изменяется в зависимости от ареала их распространения. Это свидетельствует, что имеющиеся гидрохимические и гидрологические условия существования (р. Рось и Киевское водохранилище) воспринимаются ими как вполне удовлетворительные.

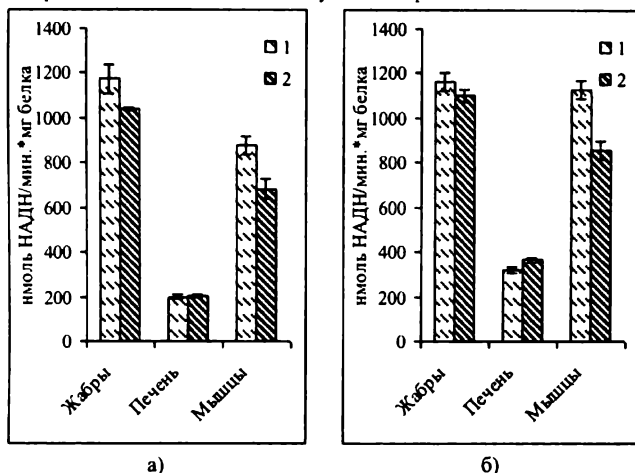


Рис. 1. Активность ЛДГ в тканях судака (а) и окуня (б) из разных популяций, $M \pm m$. 1. – р. Рось; 2 – Киевское водохранилище

Представители инвазионных видов рыб имеют противоположную картину изменений активности ЛДГ в зависимости от ареала проживания их популяций. В частности в разных популяциях бычка песочника (р. Рось, р. Ирпень, Киевское водохранилище) установлены существенные отличия в активности этого фермента во всех исследованных нами тканях (рис. 2). Обращает на себя внимание то, что у особой популяции, пребывающих в наиболее благоприятных для них условиях и имеющих высокие темпы индивидуального роста и коэффициента упитанности (р. Рось), активность ЛДГ во всех трех тканях существенно ниже по сравнению с рыбами, которые находятся в несколько худших условиях, судя по морфофизиологическим показателям (Киевское водохранилище).

Установлена такая же закономерность изменения активности ЛДГ в зависимости от степени экологического благополучия при сравнении двух граничных популяций бычка кругляка Киевского водохранилища и Черного моря. Размеры, темпы роста, плодовитость и другие морфофизиологические показатели особей этих популяций отличаются существенно, иллюстрируя значительное превосходство материнской черноморской популяции. Для этого вида характерно значительное возрастание активности ЛДГ при их инвазии в пресноводные водоемы, вызванное усилением адаптивных механизмов при низко-солевом режиме, приспособлением к действию новых абиотических и биотических факторов. Так, установлено, что активность ЛДГ в жабрах, печени и мышцах пресноводной популяции бычков соответственно 2.5; 3.5 и 1.4 раз выше по сравнению с рыбами из Черного моря (рис. 2). Это свидетельствует об усилении активности обменных процессов у бычка кругляка в новых условиях его пребывания. Однако и в данных условиях этот вид остается процветающим и активно распространяется на новые территории.

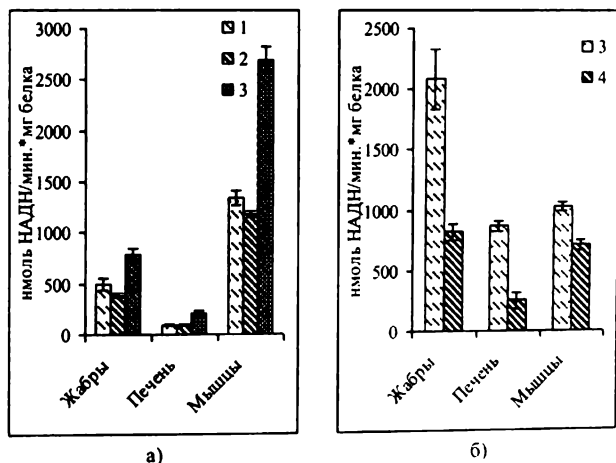


Рис. 2. Активность ЛДГ в тканях бычка песочника (а) и бычка кругляка (б) из разных популяций, $M \pm m$. 1 – р. Рось; 2 – р. Ирпень; 3 – Киевское водохранилище; 4 – Черное море

Значительная роль в энергообеспечении организма принадлежит ферментам, с помощью которых реализуется энергия АТФ, в част-

ности аденозинтрифосфатазам, а изменения соотношения между синтезом и распадом веществ приводит к повышению или снижению их активности. С АТФазной активностью связаны как процесс освобождения энергии АТФ для осуществления клетками разнообразных функций, так и синтез ее из неорганического фосфора и АДФ. По изменению активности АТФазы можно судить о степени энергопотребления и энергообеспечения клеток ткани.

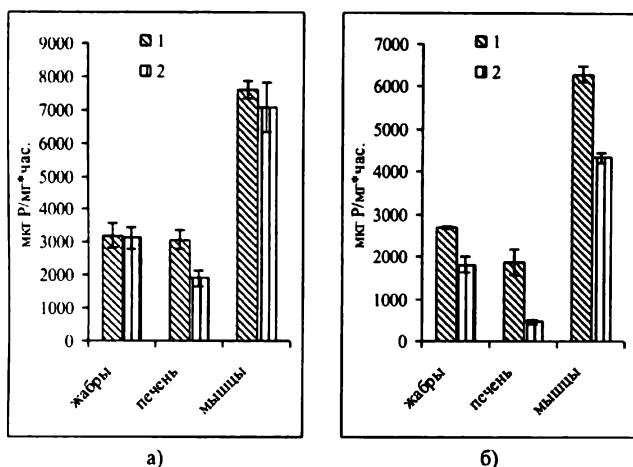


Рис. 3. Активность АТФазы в тканях судака (а) и окуня (б) из разных популяций, $M \pm m$. 1 – р. Рось; 2 – Киевское водохранилище

Вне зависимости от условий обитания активность АТФазы в жабрах и мышцах судака остается постоянной. Отмечается лишь снижение этого показателя 19,4% в печени рыб из Киевского водохранилища по сравнению с судаком из р. Рось (рис. 3). Данный факт свидетельствует о том, что в связи с благоприятными кормовыми условиями в водохранилище энергопотребление рыб несколько снижается.

В то же время для окуня, как более устойчивого аборигенного вида, прослеживается четкая зависимость между условиями обитания и изменением активности АТФазы. При его нахождении в условиях реки усиливается активность данного фермента во всех изученных тканях, а, следовательно, утилизация и ресинтез макроэргических веществ. В водохранилище, где популяция окуня более обеспе-

чена кормовой базой и рыбам характерны более высокие темпы роста, активность этого фермента находится на более низком уровне. Данный вид в процессе приспособления к изменившимся условиям обитания активно используют все необходимые резервы для поддержания своего гомеостаза на необходимом уровне. Он активно вселяется во все пресноводные водоемы, может существовать под значительным антропогенным прессом, выдерживает значительные снижения растворенного кислорода в воде. Благодаря этим свойствам окунь, бесспорно, является успешным аборигенным видом, активно конкурирующим с инвазионными рыбами.

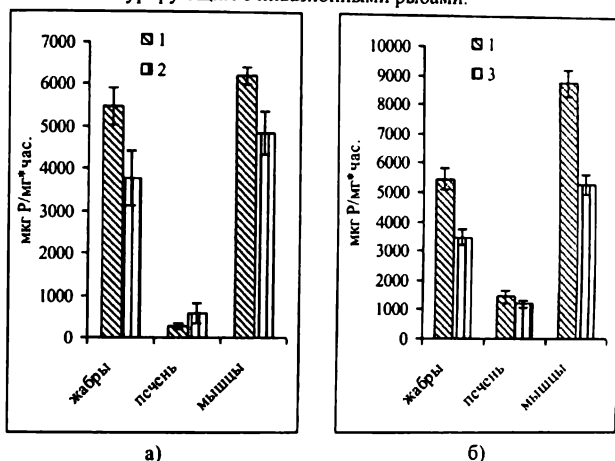


Рис. 4. Активность ЛДГ в тканях бычка песочника (а) и бычка кругляка (б) из разных популяций, $M \pm m$. 1 – Киевское водохранилище; 2 – Черное море; 3 – р. Рось

Для агрессивных вселенцев – бычка песочника и бычка кругляка – как и в случае с уровнями активности ЛДГ, активность АТФазы существенно изменяется в различных условиях их обитания (рис. 4). При этом в благоприятных условиях в морской воде (бычок кругляк) и реке (бычок песочник) существенно ниже энергопотребление организма, а, следовательно, возрастают запасы макроэргических веществ. В процессе освоения новых ареалов бычки активно задействуют все свои потенциальные возможности, тем более что этому способствует наличие достаточных кормовых ресурсов недоиспользуемых другими местными видами рыб, числен-

ность которых под действием антропогенной нагрузки сокращается. Однако возрастание активности ферментов энергетического обмена не свидетельствует об ухудшении физиологического состояния популяций этих видов в новых ареалах обитания, поскольку их плодовитость существенно повышается.

Отдельный интерес представляет показатель видовой вариативности активности ЛДГ и АТФазы. В частности, о высоких адаптационных возможностях вселенцев позволяют судить широкие границы изменений этих показателей у двух видов бычков. Высокая вариативность активности ЛДГ (41.5–54.2%) и АТФазы (34.8–95.5%) в тканях указывает на то, что инвазионные рыбы могут адекватно изменять активность своих ферментов в зависимости от необходимости энергообеспечения процессов адаптации к новым условиям обитания (табл. 1).

Таблица 1.

Коэффициент вариации (х) активности лактатдегидрогеназы и АТФазы разных видов рыб

	Судак		Окунь	
	ЛДГ	АТФаза	ЛДГ	АТФаза
Жабры	13.7	22.1	9.8	17.8
Печень	12.2	30.2	12.1	51.7
Мышцы	18.4	11.6	16.1	14.6
	Бычок песочник		Бычок кругляк	
	ЛДГ	АТФаза	ЛДГ	АТФаза
Жабры	35.8	49.5	54.2	31.7
Печень	49.6	95.5	44.0	12.5
Мышцы	41.5	20.4	19.3	34.8

Напротив аборигенные виды из разных ареалов своего распространения выявляют значительную стабильность коэффициента вариативности активности ЛДГ (от 9.8 до 18.4%) и АТФазы (от 11.2 до 30.2%) в разных тканях. Это может быть одной из причин низкой адаптивной лабильности этих видов.

Таким образом, обладая широкими границами изменений активности ферментов энергетического обмена, инвазионные понтонно-каспийские виды обеспечивают высокую адекватность адаптационных реакций к действию факторов окружающей среды по сравнению с чувствительными аборигенными рыбами.

Список литературы

- Вербицкий В.Б., Гибенко И.В., Свирский А.М. Избираемые температуры каспийских рыб-вселенцев (бычков головача и цуцка) в сравнении с двумя аборигенными видами (пескарем и гольцом) // Поведение рыб. Материалы докладов Международной конференции, 1–4 ноября 2005 г., Борок, Россия. М: АКВАРОС, 2005. С.58–62.
- Заморов В. В., Джуртубаев М. М., Олейник Ю. Н., Радионова Н. П., Меди́нец В. И. Вспышка численности бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) в придунайских озерах // Актуальные проблемы сохранения устойчивости живых систем: Материалы VIII Международной научной экологической конференции. Белгород, 2004. С. 66–67.
- Кондрашова М.Н., Лесогорова М.Н., Шноль С.Э. Метод определения неорганичного фосфора по спектрам поглощения в ультрафиолете // Биохимия. 1965. Т. 30. Вып. 3. С. 567–572.
- Методы биохимических исследований (липидный и энергетический обмен). Учебное пособие / под редакцией М.И. Прохоровой. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1982. 272 с.
- Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Вышейш. школа, 1973. 320 с.
- Шевчук В., Мазуркевич О., Навроцький В. Екологічне оздоровлення Дніпра (досвід міжнародної співпраці). К., 2001. 267 с.
- Хильчевський В.К., Хильчевский Р.В., Гороховская М.С. Экологические аспекты выноса с речным стоком химических веществ в водные объекты бассейна Днепра // Водные ресурсы. 1999. Т. 26. № 4. С. 506–511.

**К ВОПРОСУ О РОЛИ ГУСТЕРЫ (*BLISSA BJOERKNA L.*) В
ПРАВДИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**
Ю.К. Руйгите

*ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический
университет», Калининград, Россия, ruigite@kltgu.ru*

Ихтиологические исследования, проводившиеся на водоемах Калининградской области, в предыдущие годы в основном были сконцентрированы на биологии и хозяйственном значении отдельных ценных видов рыб Куршского и Вислинского заливов, 26 подрайоне Балтийского моря и отсутствовали какие-либо комплексные рыбохозяйственные исследования по внутренним водоемам Калининградской области. В настоящее время возрастает интерес к их рыбохозяйственной эксплуатации с точки зрения организации ведения рационального рыбного хозяйства различного вида – промышленный лов, любительское рыболовство, а также развитие различных видов пастбищной аквакультуры.

Фонд внутренних пресноводных рыбохозяйственных водоемов Калининградской области включает в себя олиготрофное озеро Виштынецкое, 28 водоемов 1 и 2 рыбохозяйственных категорий, реки, среди которых наиболее важными являются Неман, Преголя, а также ряд водохранилищ [1].

Правдинское водохранилище является крупнейшим водохранилищем на территории Калининградской области, площадью 420 га, которое также может быть вовлечено в рыбохозяйственное использование.

Густера Правдинского водохранилища является часто встречаемым видом в данном водоеме, но в настоящее время отсутствуют данные о ее роли в структуре водоема, о ее запасах и ОДУ. Кроме того, ее рыбохозяйственное использование сдерживается из-за отсутствия эффективных орудий лова и существующими мерами регулирования рыболовства. Целью настоящей работы является изучение роли густеры Правдинского водохранилища с точки зрения такого поиска путей ее рыбохозяйственной эксплуатации на основе структурного анализа экспериментальных уловов.

В качестве источника информации по видовому и размерному составу контрольных уловов, биологическому анализу использовались материалы, собранные кафедрой ихтиологии и экологии ФГОУ ВПО «КГТУ». Вся информация хранится в компьютерной базе данных информационно-аналитической системы «Рыбвод» [2].

Методической основой исследований послужили подходы к системному анализу рыбохозяйственной информации. Наиболее важным подходом в современных условиях является структурный анализ системы. Применение системного подхода в рыбохозяйственных исследованиях способствует адекватному описанию состава, структуры и функции рыбохозяйственной системы с помощью унифицированного набора стандартных параметров [2].

Анализ размерной структуры проводился на основании данных по улову, приходящийся на единицу промыслового усилия в поштучном выражении и (Y_n/f) и улову, приходящийся на единицу промыслового усилия в весовом выражении (Y_w/f). Данные контрольных уловов ставных сетей с шагом ячеи от 14 до 50 мм анализировались за период с 2008 по 2010 гг. Объем материала – 1850 экз., из которых 777 экз. было подвергнуто полному биологическому анализу и определению возраста. Количество обловов – 111. За стандартный показатель улова на усилие был принят для сетей равный улову на одну сеть длиной 25 м за сутки.

Ихтиоценоз Правдинского водохранилища представлен 13 видами, относящимися к 4 семействам: карповые, окуневые, сомовые и щуковые (рис.1). Доминирующее положение в ихтиоценозе занимают плотва и густера, в общем, составляющие 84% по численности и 76% по биомассе. Густера является самым многочисленным видом в ихтиоценозе (48% от общей численности) и уступает плотве по биомассе (16% от общей биомассы).

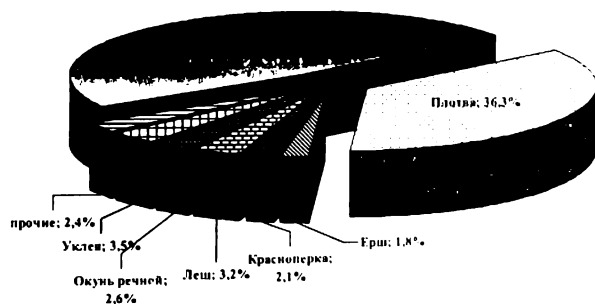


Рис. 1. Видовой состав ихтиофауны Правдинского водохранилища в 2008–2010 гг.

Анализ размерной структуры по данным уловов на усилие (Y_n/f) густеры Правдинского водохранилища показал, что в водоеме встречаются особи длиной от 6 до 24 см с доминированием мелкоразмерных особей длиной 7–10 см, составляющие в среднем за все годы исследований не менее 70% от общей численности густеры (рис. 2).

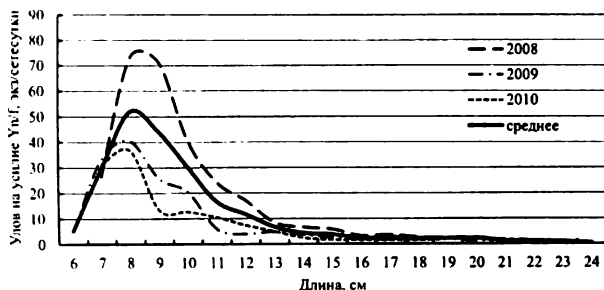


Рис. 2. Размерная структура густеры Правдинского водохранилища в различные годы по данным уловов на усилие Y_n/f , экз./сетесутки.

Наибольшие уловы на усилие в весовом выражении (Y_w/f) приходятся на размерные группы 8 – 12 см с уловами на усилие 0.3–0.4 кг/сетесутки и 19–23 см с уловами на усилие – 0.2–0.34 кг/сетесутки (рис. 3).

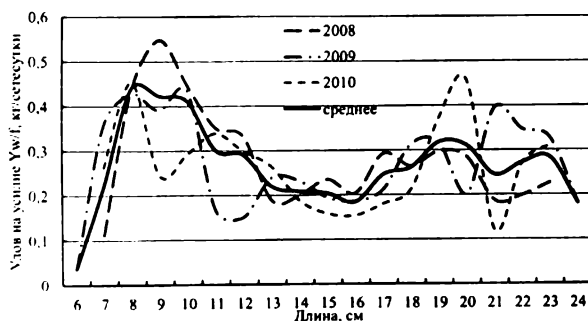


Рис. 3. Размерная структура густеры Правдинского водохранилища в различные годы по данным уловов на усилие Y_w/f , кг/сетесутки.

Согласно анализу уловов на усилие (рис. 4–5), промышленное использование густеры Правдинского водохранилища с применением ставных сетей различной ячейности показывает, что наибольшие уловы на усилие в поштучном выражении (Y_n/f), колеблющиеся в пределах от 24 до 39 шт./сетесутки, могут быть достигнуты при использовании мелкочейных ставных сетей с шагом ячеи 14–20 мм. Максимальные уловы на усилие в весовом выражении (Y_w/f) 0,39–0,44 кг/сетесутки приходятся на мелкочейные ставные сети той же ячейности, а также на ставные сети с шагом ячеи 45 мм.

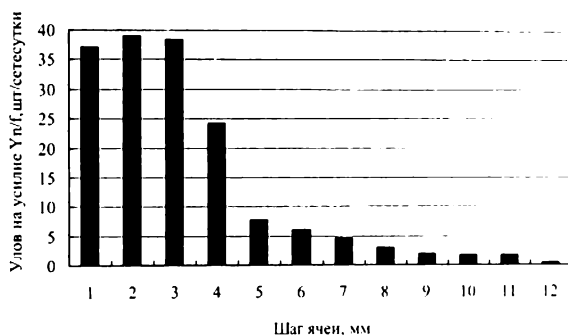


Рис. 4. Динамика уловов на усилие (Y_n/f) густеры Правдинского водохранилища в зависимости от шага ячеи.

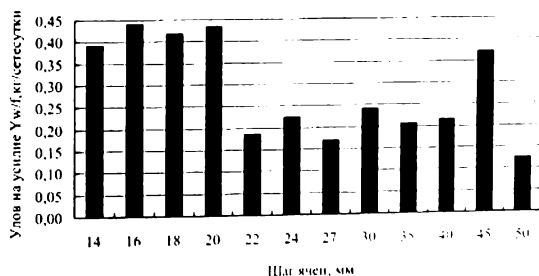


Рис. 6. Динамика уловов на усилие (Y_w/f) густеры Правдинского водохранилища в зависимости от шага ячеи.

Анализ размерно-весовых параметров показывает, что ее показатели увеличиваются с ростом рыбы (рис. 6). Максимальных размеров самки достигают в возрасте 9 лет, самцы – 7 лет. Густера Правдинского водохранилища созревает на 2–3 году жизни при длине 7–10 см. соотношение полов в популяции близко к 1:1.

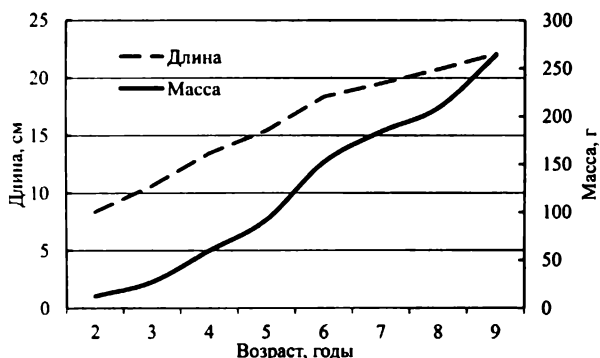


Рис. 6. Размерно-весовые показатели густеры Правдинского водохранилища.

Проведенные исследования показывают, что в Правдинском водохранилище доминируют мелкоразмерные особи густеры, которая не представляет собой коммерческую ценность с точки зрения ее промышленного освоения. Но это позволяет рекомендовать ее использование как объекта любительского рыболовства.

Список литературы

- Шибяев С.В., Соколов А.В., Тылик К.В., Новожилов О.А., Руйгите Ю.К., Гулина Т.А., Барановский П.Н., Алдушин А.В. Перспективы рыбохозяйственного освоения внутренних водоемов Калининградской области // VIII международная научная конференция «Инновации в науке и образовании-2010», посвященной 80-летию образования университета (19–21 октября 2010 года) / ФГОУ ВПО «КГТУ»: труды. Калининград, 2010. Ч. 1. С. 97–99.
- Шибяев С.В. Теоретические основы применения системного подхода в рыбохозяйственных исследованиях и информационном обеспечении управления водными биоресурсами внутренних водоемов: дисс... д-ра биол. наук: 03.00.10 – Ихтиология / КГТУ: С.В. Шибяев. Калининград, 2002. 315 с.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ СИГОВ ВОДОЕМОВ СРЕДНЕЙ КАРЕЛИИ

Л.П. Рыжков, А.Е. Курицын

*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,
rlp@petrsu.ru*

В настоящее время одной из актуальных проблем на Европейском Севере является сохранение качества водной среды и ее биоресурсов в условиях интенсивно развивающейся хозяйственной деятельности. Особый интерес в этом отношении представляют водоемы средней Карелии, уровень антропогенного воздействия на которые различен. Экосистемы реки Елма и озера Елмозеро по состоянию абиотических и биотических показателей относятся к стабильным. Антропогенное влияние слабо выражено. При преобразовании Сегозера в водохранилище произошли и продолжают изменяться, как в гидролого-гидрохимическом, так и в биологическом статусе водоема. При формировании Выгозерского водохранилища изменился гидрологический режим Линдозера и его трофический статус, что негативно отразилось на качестве водной среды (снижение прозрачности, повышение цветности и т.д.) и состоянии биоты (увеличение зарастаемости водоема, повышение численности планктонных и донных организмов). Зарегулирование истока реки Сегежа увеличило амплитуду сезонных колебаний уровня воды и нарушило условия воспроизводства рыб.

Как известно сиговые, обитающие во всех исследованных водоемах, одними из первых реагируют на изменения в ихтиоценозах водоемов и могут служить индикаторами их состояния (Кашулин, Лукин, 1992; Болотова, Зуянова, 1994; Решетников, 1994). В частности об уровне изменений в ихтиоценозах можно судить по величине вылова сегов. В Елмозере на протяжении многих лет сего занимают около 11% от общего вылова рыбы. В Сегозере до превращения его в водохранилище доля сегов в общих уловах составляла около 8%, а в настоящее время она приближается к 0. Аналогичные изменения наблюдаются в других водоемах Карелии.

Поэтому сохранение промысловых запасов сиговых и разработка экологически обоснованных прогнозов их рационального использования в настоящее время становятся приоритетной задачей рыбохозяйственной отрасли. Для ее решения необходимо иметь знания о морфологических, биологических и экологических особенностях сегов обитающих в водоемах, подвергающихся различному уровню антропогенного воздействия. Сравнительный анализ

результатов исследования сигов из различных водоемов при наличии современных компьютерных технологий математического анализа откроет широкое поле деятельности в области экологического прогнозирования, разработки и осуществления конкретных мероприятий по сохранению биоресурсов сиговых. При этом появится возможность разработать и осуществить программы, обеспечивающие устойчивое развитие геологически молодых водных экосистем северных водоемов в условиях усиливающегося хозяйственного освоения Европейского Севера. Необходимость данного исследования также обусловлена тем, что изучению сиговых в водоемах средней Карелии в последние годы уделялось мало внимания.

Целью исследования было морфометрическая характеристика сигов в водоемах средней Карелии.

Задачи:

- определить систематическое положение исследованных сигов;
- дать морфометрическую характеристику экологических форм сигов;

Исследование сигов в озерно-речных системах средней Карелии проводилось в период с 2001 года по 2009 год. Для сбора ихтиологического материала использовались наборы ставных жилковых сетей с ячеей от 20 до 70 мм, длиной до 30 метров, высотой от 1.5 до 6 метров. Материал собирался в летне-осенний период не менее 2-х лет на каждом водоеме. Сети устанавливались в прибрежных и русловых зонах, а также в озеровидных расширениях рек. В Сегозере, Линдозере и Елмозере облавливались как прибрежные отмели, так и глубинные участки. Общий объем собранного и обработанного материала составил 241 экземпляр разновозрастного сига, в том числе в Елмозере 39 экз., в Сегозере – 90, в Линдозере – 37, Елме – 50 и в Сегеже – 25 экз. Обработка ихтиологического материала проводилась по методикам И.Ф. Правдина (1954, 1966) и Н.И. Чугуновой (1959) с учетом рекомендаций Ю.С. Решетникова (1980). Морфометрические показатели сигов определены одним оператором на свежем материале при помощи штангенциркуля с точностью до 0.1 мм. У всех выловленных рыб просчитывалось число жаберных тычинок и чешуй в боковой линии. Возраст рыб определялся по чешуе на микрофотометре. При математико-статистической обработке результатов применялся описательный анализ, методы сравнения двух независимых выборок, компонентный анализ и имитационное моделирование ростовых процессов. Оценка достоверности различий между средними арифметическими осуществлялась по критерию Стьюдента (t-тест) для значимости $\alpha = 0.05$. Все математические операции, графические построения и

статистическая обработка данных выполнены с использованием стандартных программных пакетов Word, Excel и его макросов поиск решения и PriCom (Ивантер, Коросов, 2004; Зворыгин, 2006; Коросов, 2007).

Исследование морфометрических признаков половозрелых сигов из водоемов средней Карелии показало, что они принадлежат к полиморфному виду *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758). Подтверждением этого является такой значимый признак (Решетников, 1980), как число жаберных тычинок, величина которого у исследованных рыб колеблется в пределах 25–31 (лимит 15–64 по Решетникову, 2002). Число чешуй в боковой линии, также один из стабильных признаков (Svardson, 1970), полностью входит в пределы лимита – 90–95. Принадлежность исследованных сигов к полиморфному виду сиг обыкновенный также подтверждается количеством лучей в плавниках (табл. 1).

Таблица 1.

Меристические признаки исследованных сигов

Названия признаков	Озеро Елмозеро	Озеро Сегозеро	Озеро Линдозеро	Река Елма	Река Сегежа
Число жаберных тычинок	25.8±0.12	27.5±0.13	30.0±0.27	31.2±0.21	25.2±0.12
Чешуй в боковой линии	93.2±0.23	92.3±0.16	90.3±0.28	91.6±0.11	95.4±0.23
Число ветв. лучей в D	11.4±0.12	11.3±0.14	11.0±0.12	11.0±0.12	10.9±0.11
Число ветв. лучей в P	15.1±0.10	14.8±0.13	14.9±0.17	14.9±0.09	15.1±0.14
Число ветв. лучей в V	10.2±0.16	10.3±0.11	10.2±0.11	10.0±0.18	10.2±0.13
Число ветв. лучей в A	13.3±0.10	13.4±0.09	12.2±0.15	13.2±0.12	13.1±0.10

Принадлежность исследованных сигов к полиморфному виду не исключает существования различий в величинах меристических признаков у рыб из разных водоемов. Минимальное число жаберных тычинок (25.2±0.1) и максимальное количество чешуй в боковой линии (95.4±0.2) обнаружено у сигов из реки Сегежа. Эта река отличается глубоководностью, быстрым течением и слабой зарастаемостью. По числу тычинок (25.8±0.1) и количеству чешуй (93.2±0.2) близки к сегежским сиги из озера Елмозеро. Это глубоководный водоем речного типа, слабо подвергающийся антропо-

генному воздействию. Затем следуют сегозерские сиги (количество тычинок 27.5 ± 0.1 , количество чешуй 92.3 ± 0.2), водоем отличается большими размерами и глубоководностью, линдозерские сиги (тычинки 30.0 ± 0.27 , чешуя 90.3 ± 0.28), озеро мелководное, с медленным течением и интенсивным зарастанием, и елминские сиги (тычинки 31.2 ± 0.2 , чешуя 91.6 ± 0.1).

Возможность влияния условий среды на число меристических признаков у сигов можно проследить на примере преобразования озера Сегозеро в водохранилище. За последние 50 лет у сигов из озера Сегозеро, после преобразования его в 1957 году в водохранилище, произошло увеличение числа жаберных тычинок и чешуй в боковой линии. По материалам И.Ф. Правдина (1954) количество жаберных тычинок у сегозерского сига, обитавшего в озере было 25, а в настоящее время (в условиях водохранилища) этот показатель увеличился до 27.1 ± 0.1 . Соответственно изменился показатель числа чешуй от 90 до 92.3 ± 0.1 . Уже в то время А.Ф. Смирнов отмечал, что при преобразовании Сегозера в водохранилище «условия существования сигов претерпят наибольшие изменения». Предсказывалась также возможность смешения отдельных форм сигов, как это произошло в свое время при образовании Выгозерского водохранилища (Гордеева-Перцева с соавторами, 1959). Влияние условий среды на формирование морфометрических признаков рыб отмечали Н.В. Европейцева (1949), К.И. Татарко (1968), G. Svardson (1970) и другие.

Выявленные различия в величинах меристических показателей и анализ условий обитания сигов дает основание в исследованных озерах выделить следующие экологические формы: елмозерская озерная, елменская речная, сегозерская озерная, сегежская речная и линдозерская озерная. Аналогичные экологические формы озерных и речных сигов известны для многих водоемов бассейнов Белого моря, Онежского и Ладожского озер.

Для морфологической оценки экологических форм сигов могут быть полезными весьма изменчивые пластические признаки, определяющие форму тела рыб, которые многие исследователи считают универсальными для этих целей (Правдин, 1956; Решетников, Лукин, 2006; Svardson, 1970, Szczerbowski, 1970).

И.Ф. Правдин (1954) отмечал, что, наряду с более весомыми меристическими признаками, использование пластических признаков (в виде индексов) позволяет достаточно четко выделить особенности каждой экологической группы. Из комплекса пластических признаков оценивающих форму тела обычно выделяют длину тела AD, по-

стдорсальное расстояние, антедорсальное расстояние, длину головы, диаметр глаза горизонтальный. Показатели плавников могут служить критерием при оценке их функционального значения (табл. 2).

Таблица 2.

Пластические признаки сигов исследованных водоемов

Названия признаков	Озеро Елмозеро	Озеро Сегозеро	Озеро Линдозеро	Река Елма	Река Сегежа
Длина тела АС, мм	293.8±1.23	281.9±1.17	227.0±1.29	226.2±1.22	247.5±1.11
В% длины АС:					
Длина AD	96.4±0.98	94.2±0.85	94.8±0.92	89.4±0.88	91.7±0.89
Длина рыла	4.7±0.07	4.9±0.06	4.7±0.07	5.2±0.04	5.0±0.08
Диаметр глаза горизонтальный	3.9±0.06	4.6±0.07	5.1±0.10	5.2±0.07	4.3±0.08
Длина головы	19.0±0.21	20.6±0.28	19.3±0.22	20.1±0.19	18.7±0.18
Наибольшая высота тела	21.8±0.25	19.3±0.10	20.3±0.25	21.0±0.18	19.3±0.16
Наименьшая высота тела	6.4±0.09	6.3±0.06	6.9±0.07	6.9±0.11	6.6±0.12
Антедорсальное расстояние	43.9±0.47	44.4±0.78	44.3±0.68	43.0±0.87	42.3±0.71
Постдорсальное расстояние	43.9±0.56	42.3±0.66	41.5±0.89	40.5±1.14	40.0±0.92
Длина основания D	11.2±0.02	11.8±0.07	11.5±0.08	11.1±0.05	11.1±0.05
Высота D	16.6±0.08	18.8±0.09	18.7±0.09	16.8±0.06	17.7±0.07
Высота A	9.5±0.03	10.8±0.06	11.0±0.04	10.8±0.05	10.7±0.06
В% длины головы					
Длина рыла	24.9±0.32	24.0±0.38	24.7±0.27	26.1±0.28	27.0±0.40
Диаметр глаза горизонтальный	20.7±0.33	22.5±0.38	26.7±0.40	25.8±0.28	23.3±0.43
Высота головы у затылка	65.9±0.76	63.9±0.68	70.1±0.89	65.1±0.76	67.0±0.81
Ширина лба	26.3±0.32	24.0±0.29	25.4±0.41	26.9±0.36	26.3±0.33
Наименьшая высота тела	33.8±0.51	30.7±0.54	35.5±0.67	34.3±0.34	35.2±0.41
Длина основания D	59.1±0.76	57.1±0.78	59.4±0.46	55.1±0.83	59.5±0.23
Высота D	87.8±0.67	91.3±0.83	96.7±0.38	83.6±0.85	94.7±0.92

По линейным размерам (АС) выделяются формы озерных елмозерских (293.8±1.2 мм) и сегозерских (281.9±1.1 мм) сигов, а также сиги из реки Сегежа (247.5±1.1 мм). У других экологических форм сигов линейные размеры сходны (226.2±1.2–227.0±1.2 мм). Если же

рассмотреть отношение АД к АС, то его наименьшая величина свойственна сигам из рек Елма ($89.4 \pm 0.88\%$) и Сегежа ($91.7 \pm 0.89\%$). У сигов из других исследованных водоемов исследуемые показатели значительно больше ($94.2 \pm 0.85\% - 96.4 \pm 0.98\%$). По индексу антедорсального и постдорсального расстояний выделяются сиги из Елмозера, Сегозера и Линдозера. Вероятно, это обусловлено озерным образом их жизни. Сходство величин признаков у сигов из других водоемов можно отнести к сходным речным условиям.

Для изучения изменений пропорций тела рыб из разных экологических групп был применен метод главных компонент (МГК). Анализировались абсолютные показатели пластических признаков комплекса из 22 вариант из выборок сигов из исследованных водоемов в возрасте 3+ – 6+.

По распределению особей в пространстве координат двух главных компонент прослеживается некоторое перекрывание исследованных экологических групп (рис. 1). Однако, несмотря на незначительное перекрывание, наличие неоднородности в распределении выборок показывает на существование обособленности экологических форм речных сигов (особенно реки Елма). У озерных сигов неоднородность проявилась менее четко. Возможно это связано с изменением пропорций тела с возрастом и размерами сиговых, что отмечалось многими исследователями даже в пределах одного водоема (Правдин, 1954; Канеп, 1968; Андреев, Решетников, 1977).

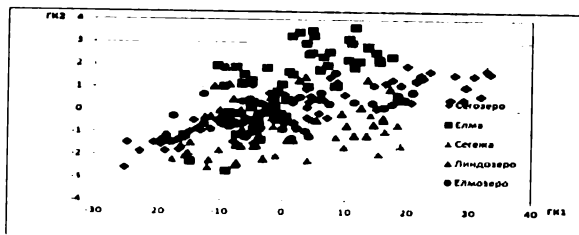


Рис. 1. Распределение особей в пространстве двух главных компонент.

Метод главных компонент позволил выделить сильные зависимости морфометрических признаков друг от друга. Отмечена высокая дисперсная нагрузка первой главной компоненты ($58-79\%$) и факторная нагрузки для АД ($0.94-0.98$). Это значит, что с увеличением длины тела происходит пропорциональное увеличение показателей большинства признаков.

Вторая главная компонента собирает от 4 до 15% дисперсионной нагрузки для всех исследованных рыб. Обычно признаки имеющие меньшие коэффициенты корреляции и значения факторных нагрузок для первой главной компоненты по второй компоненте обнаруживают отрицательные значения.

Выявленные методом главных компонент морфометрические отличия по комплексу пластических признаков сегов из разных водоемов тесно связаны с изменением величины АС и дают основание исследованию признаки разделить на 3 группы:

1) сильно и положительно зависящие ($r > 0.9$) у сегов всех исследованных водоемов (длина тела (AD), высота головы у затылка (lm), наибольшая высота тела (qh), антедорсальное расстояние (aq), антевентральное (az), антеанальное (ay), длина основания спинного плавника (qs), ширина лба (io);

2) имеющие отклонения в сопряженном изменении ($r < 0.9$) для 1–2 водоемов (длина головы (ao), постдорсальное расстояние (rd), длина хвостового стебля (fd), высота спинного плавника (tu), длина основания анального плавника (yu1), высота анального плавника (ej), длина основания брюшинного плавника (zz1), расстояние между брюшным и анальным плавниками (zy), расстояние между грудным и брюшным плавниками (vz));

3) пропорциональное изменение которых связано менее других ($r < 0.9$) длина рыла (ap), диаметр глаза горизонтальный (np), наименьшая высота тела (ik), длина грудного плавника (vx).

Это значит, что при анализе экологических форм (внутривидовой дифференцировке) сегов применение метода главных компонент позволяет, наряду с меристическими признаками, существенно повысить возможности пластических признаков.

Выводы

1. Показана принадлежность сегов из исследованных водоемов средней Карелии к полиморфному виду *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) и дана их морфометрическая характеристика.

2. Выявлено пять экологических форм сегов (елмозерская озерная, сегозерская озерная, линдозерская озерная, елменская речная и сегожская речная), различающихся по морфометрическим показателям и условиям обитания.

3. Методом главных компонент выявлена неоднородность в распределении выборок у различных экологических форм сегов.

4. Выявлены сильные зависимости морфометрических показателей друг от друга и проведено их ранжирование.

Список литературы

- Андреев В.Л., Решетников Ю.С. Исследование внутривидовой и морфологической изменчивости сига *Coregonus lavaretus* (L.) методами многомерного статистического анализа // Вопр. ихтиологии. 1977. Т. 18. Вып. 5. С. 862–878.
- Болотова Н.Л., Зуянова О.В. Сиговые рыбы Вологодской области // Мат-лы V Всес. Совещ.: Биология и биотехника разведения сиговых рыб. СПб.: ГосНИОРХ. 1994. С. 24–28.
- Гордеева-Перцева Л.И., Смирнов А.Ф., Стефановская А.Ф. Озеро Сегозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 465–481.
- Европейцева Н.В. Морфологические черты постэмбрионального развития сигов // Труды лаборатории основ рыбоводства. Л., 1949. С. 229–249.
- Зворыгин И.А. Статистический анализ лабораторных данных // Новости Вектор-Бест. № 1 (39). 2006. С. 1–11.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: ПетрГУ, 2004. 302 с.
- Канеп С.В. Анализ изменчивости пластических, меристических и интерьерных признаков сиговых рыб (Coregoninae) // Вопр. ихтиологии. 1976. Т. 16. № 4. С. 610–623.
- Кашулин Н.А., Лукин А.А. Принципы организации регионального ихтиологического мониторинга поверхностных вод // Эколого-географические проблемы Кольского Севера. Апатиты: Кольский НЦ РАН. 1992. С. 74–84.
- Коросов А.В. Специальные методы биометрии. Учебное пособие. Петрозаводск, 2007. 364 с.
- Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-финской ССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 376 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 300 с.
- Решетников Ю.С. Метод экспертной оценки состояния особи и популяции сиговых рыб // Материалы Пятого Всероссийского Совещания. Санкт-Петербург, 1994. С. 76–78.
- Решетников Ю.С. Атлас пресноводных рыб России. Т. 1. М.: Наука, 2002. С. 143–145
- Решетников Ю.С., Лукин А.А. Современное состояние разнообразия сиговых рыб Онежского озера и проблемы определения их видовой принадлежности // Вопр. ихтиологии. 2006. Т. 46. № 6. С. 732–746.

- Татарко К.И. Влияние температуры на меристические признаки у рыб // *Вопр. ихтиологии*. 1968. С. 425–439.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959. 162 с.
- Svardson G. Significance of introgression in Coregonid evolution // *Biology of Coregonid fishes*. Winnipeg: Univ. Manitoba Press. 1970. P. 33–59.
- Szczerbowski J.A. Wybranie element biologii siei i ich aspekt gospodarzy // *Zesc. Nauk. WSR. Olczt. Ser. C*. 1970. suppl. 1.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИГОВ ВОДОЕМОВ СРЕДНЕЙ КАРЕЛИИ

Л.П. Рыжков, А.Е. Курицын

*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,
rlp@petrsu.ru*

Ихтиофауна водоемов средней Карелии до сих пор остается слабо изученной. Внимание исследователей в основном направлено на изучение проблем, связанных с промыслом рыб в крупных водоемах региона (Сегозера и Выгозера). Впервые о сигах этого района стало известно из работы Г.Ю. Верещагина (1923). Затем И.Н. Арнольд (1925) отметил существование в Выгозере нескольких разновидностей сига, а Л.И. Паллон (1929) для Сегозера назвал даже 6 форм. И.Ф. Правдин (1954) подтвердил эти сведения. А.Ф. Смирнов (Гордеева-Перцева с соавторами (1959) показал, что в составе ихтиофауны Сегозера первое место по разнообразию занимают сиги. При этом А.Ф. Смирнов отметил, что при преобразовании Сегозера в водохранилище численность сига может сократиться в следствие ухудшения условий для размножения. В 1972 году исследованиями СеврыбНИИпроекта этот прогноз был полностью подтвержден. Исследуя Ондозеро В.В. Покровский (Александров с соавторами, 1959) отметил численное преобладание ряпушки среди других видов рыб. Им же было показано наличие малотычинковых сига в Елмозере. В.Г. Мельянцева (1959) в Пулозере и Сумозере в составе уловов также обнаружил несколько сига. С.П. Китаев и В.Я. Первозванский (2001) приводят факты нахождения сига в Уросозере, Кяменицком и Ондозере. Многотычинковый сиг обнаружен в Тумасозере (Савостин, 2009). Систематическое положение и наличие экологический форм сига описано в работе Л.П. Рыжкова и А.Е. Курицына (2010). Больше крупных ревизий сига в водоемах средней Карелии не проводилось.

Эколого-биологические исследования сига средней Карелии практически не проводились. Поэтому целью настоящего исследования является изучить эколого-биологические особенностей сига в водоемах средней Карелии.

Предполагалось решить следующие задачи – исследовать биологические особенности сига из разных условий обитания и проанализировать динамику линейно-весового роста сига из водоемов средней Карелии. Ихтиологический материал добывался с помощью наборов ставных жилаковых сетей с ячеей от 20 до 70 мм, длиной до 30 метров, высотой от 1.5 до 6 метров. Общий объем со-

бранного и обработанного материала составил 241 экземпляр разновозрастного сига. Обработка ихтиологического материала проводилась по методикам И.Ф. Правдина (1954, 1966) и Н.И. Чугуновой (1959). При математико-статистической обработке результатов применялся описательный анализ, компонентный анализ и имитационное моделирование ростовых процессов. Оценка достоверности различий между средними арифметическими осуществлялась по критерию Стьюдента (t-тест) для значимости $\alpha = 0.05$ (Зворыгин, 2006; Коросов, 2007).

Общая характеристика исследованных сиговых водоемов приведена в статье настоящего издания.

Распространение. Сиг Елмозера распространен практически по всему водоему. Однако в основном он концентрируется в юго-восточной и центральной частях озера. Предпочитает глубины 4–6 м. На глубине более 25 м в уловах не встречался. В летний период при благоприятных температурах ночью мигрирует для питания на мелководное побережье. При повышении температуры воды в июле сиг уходит на глубину от 10 до 20 м. Возвращается в прибрежную зону лишь с осенним похолоданием.

В Сегозере исследованный сиг распространен также повсеместно, хотя предпочитает концентрироваться на каменисто-песчаных мелководных участках заливов. Отмечены концентрации озерного сига в районе некоторых островов. Судя по величине уловов при благоприятных температурах воды сегозерский озерный сиг предпочитает мелководные участки глубиной 2–5 м. В открытом озере он обычно вылавливается на глубине 10–25 м. На глубине более 40 м озерный сиг не встречался.

Сиг Линдозера в небольших количествах встречается во всех районах озера. В весенне-летний период больших скоплений не образует. Осенью во время нерестовых миграций сиг концентрируется у луд и каменистых отмелей островов. Несмотря на то, что в Линдозере, после образования Выгозерского и Сегозерского водохранилищ, сформировался «свой» биотоп не исключается возможность миграции сигов в Выгозеро. Однако прямых доказательств этому в настоящее время не имеется.

Река Елма при значительной глубине не отличается шириной (10–15 м). Поэтому сиг предпочитает держаться в мелководных расширениях и в большинстве озер этой системы. В водоемы с кислыми водами (Наюпиламби) сиг не заходит и в опытных уловах не был отмечен. Осенью елменские сики мигрируют на камени-

сто-песчаные нерестилища мелководных расширений реки и в озера ее системы.

В реке Сегежа сиг обнаружен на всем ее протяжении. Однако чаще всего он образует скопления в наиболее широких ее участках и по краям тростниковых зарослей. В заливах больших скоплений не образует, заходит кормиться в ламбины (Водолей). Порожистых участков реки и быстрин избегает.

Повсеместность распространения исследованных экологических форм сегов не исключает возможности существования в водоемах (особенно крупных) других группировок сегов, обеспечивающих устойчивость и функционирование полиморфного вида *Coregonus*. Выпадение таких группировок из экосистемы водоема обычно приводит к сокращению биоразнообразия (Решетников, 1980; Решетников, Лукин, 2008).

Возрастной состав сегов. Возрастной состав сегов в уловах является одним из показателей, характеризующих состояние их популяций. Оценка возрастного состава рыб широко используется в экологическом прогнозировании объемов промысла.

Елмозерские сего в уловах представлены половозрелыми особями пяти возрастных групп (3+ – 7+). Основу уловов (78%) составляют 5–6 – летние рыбы (рис. 1). Подобное соотношение было отмечено Д.Д. Прозоровым при исследовании сегов Елмозера в 1947 году, что свидетельствует о стабильном состоянии данной популяции.

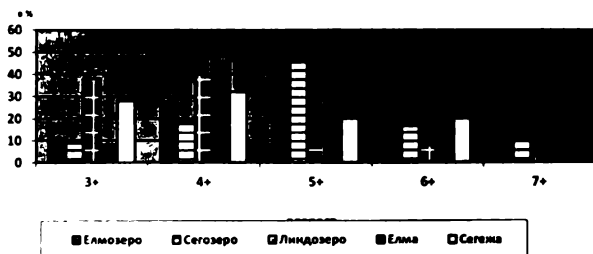


Рис 1. Соотношение возрастных групп исследованных сегов в уловах.

В возрастной структуре уловов сегозерских сегов отмечено также пять возрастных групп (3+ – 7+). Преобладали в уловах 6-летние особи (45%). Число пятилеток и семилеток не превышало 18% (рис. 1). По сравнению с материалами предыдущих лет возрастная структура стада сегозерских сегов несколько изменилась. Из уловов полностью исчезли рыбы старше 9 лет. Количество 8-

леток сократилось в 2 раза, а число 6-леток возросло в 3 раза, 5-леток – в 2.5 раза и 4-леток – в 12.7 раза. Исследуемое стадо сегозерских сигов существенно омолодилось. Очевидно, изменения возрастного состава сигов является следствием преобразования озера в водохранилище. Это, прежде всего, сокращение площади нерестилищ, нестабильность уровня воды в Сегозере, изменение качества водной среды и так далее.

Уловы линдозерских сигов в основном представлены 4-х и 5-летними возрастными группами (рис.1), достаточно молодыми половозрелыми особями. Это значит, что исследуемая экологическая группа сигов Линдозера еще или не сформировалась или произошло ее омоложение (следствие перелова). Из практики рыболовства известно, что перелов практически всегда приводит к омоложению промыслового стада (Решетников, 1980; Веденеев, 1983 и др.)

В возрастной структуре популяции сига из реки Елма выявлены только 4 возрастные группы (3+ – 6+) с преобладанием 5- и 6-леток (88%). Труднодоступность реки для рыбаков, по-видимому, способствует сохранению сигов в этом водоеме.

Сегежские сиги также представлены четырьмя возрастными группами (3+ – 6+). В уловах в основном присутствовали 4-х и 5-летние особи, составлявшие почти 60% от общего улова (рис. 1). Представительность более старших возрастных групп была на 8–11% меньше по сравнению с более молодыми рыбами. Такое распределение сигов в уловах может быть следствием благополучия в состоянии сегежской популяции.

Половое созревание и размножение. Половое созревание рыб зависит не только от размеров, но и связано с их возрастом и скоростью роста. Подобная закономерность полностью относится к сиговым рыбам (Решетников, 1980).

Быстрорастущие сиги Елмозера и Сегозера становятся половозрелыми в возрасте 4–5 лет. К этому времени масса их тела достигает 140–220 г при длине 23.0–28.0 см. Более мелкие формы сигов из Линдозера и рек Елма и Сегежа достигают половой зрелости в возрасте 3–4 лет. Масса их тела у разных форм колеблется от 70 до 120 г, а линейные размеры от 19.0 до 23.0 см.

Самцы всех исследованных форм сигов обычно созревают на 1, иногда на 2 года раньше самок. Это биологическое явление свойственно большинству рыб.

Нерестятся речные и линдозерские сиги в ноябре. Озерные сиги Елмозера и Сегозера обычно начинают нерестовую миграцию во второй половине октября, а активный нерест проходит в ноябре. В

это время обычно температура воды колеблется в пределах 4-6°C. Нерестилища озерных форм сига чаще всего расположены на глубинах до 10 м. Речные сиги нерестятся на порожистых участках рек, или на мелководьях их озеровидных расширений. Грунты нерестилищ или каменисто-песчаные или гравийно-песчаные. В реке Сегежа отмечен нерест сегов в тростниковых зарослях заливов.

В нерестовых стадах сегожских (2.0-1.0) и елминских (1.9-1.0) сегов преобладают самки. В Елмозере преимущество самок очень незначительное (1.2-1.0), а в возрастной группе 3+ отмечено даже преобладание самцов (0.8-1.0). У сегозерских и линдозерских сегов во время нереста соотношение полов было равным (1.0-1.0).

После нереста обычно производители сегов уходят на глубины, где температура воды сохраняется в пределах 3-5 °C. Интенсивность их питания в это время низкая.

Эмбриональный период у исследованных форм сига продолжается от 4-х до 5-и месяцев. В апреле – начале мая (редко) выклевываются личинки, которые в возрасте 4-6 суток начинают питаться.

Динамика линейного и весового роста. Изучение закономерностей и особенностей роста рыб представляет не только научный интерес, но и имеет важное практическое значение. При наличии материалов о линейно-весовых показателях можно определить динамику их чередования, установить максимальные и минимальные величины и, следовательно, регулировать сроки получения максимальной продукции.

В динамике линейно-весового роста исследованных экологических групп сегов установлено существование значительных различий (табл. 1). Особенно четко они проявляются к началу полового созревания рыб (3+) и достигают по массе тела двукратной величины. Наиболее быстрорастущими оказались озерные сиги из Елмозера (годовой прирост 60 г) и Сегозера (годовой прирост 47 г). Очень медленно росли сиги из реки Елма и озера Линдозеро. Средний годовой прирост массы тела у них составил 27 г и 29 г соответственно. Среднее положение занимали сиги из реки Сегежа (годовой прирост 39 г). Темп линейного роста сегов в исследуемый период в основном был сходен с динамикой накопления массы тела. К началу полового созревания самыми мелкими оказались линдозерские (АС – 20.8 см) и елменские (АС – 21.1 см) сиги. Максимальные размеры отмечены у елмозерских сегов (26.3 см).

У половозрелых сегов, несмотря на общее снижение темпа роста, различия в накоплении массы и увеличении размеров тела в основном сохранились. По массе тела, по-прежнему, превалировала

ли елмозерские и сегозерские сиги. За три года масса их тела увеличилась в 2.2 раза. У сегожских и елменских сегов за это же время масса тела возросла в 1.8 и 1.7 раза соответственно. Интересно, что половозрелые линдозерские сиги за три года по массе тела догнали сегожских. Масса тела у них возросла в 2.5 раза. Что касается линейных размеров, то различий в темпе их увеличения не выявлено. У всех групп сегов за три года (4+ – 6+) линейные размеры пропорционально увеличились. Однако различия в линейных размерах, сформировавшиеся к началу полового созревания, сохранились практически на том же уровне (табл. 1).

Таблица 1.

Возрастная динамика линейного и весового роста сегов

	3+	4+	5+	6+	7+
Масса тела, г					
Елмозеро	180.1±3.4	220.4±4.7	282.7±2.4	350.2±3.6	504.5±6.2
Сегозеро	141.0±5.7	196.8±6.3	254.2±2.4	308.2±1.7	387.2±5.1
Линдозеро	82.3±2.1	105.1±1.4	164.5±5.1	204.8±7.4	330.0±0.0
Река Елма	87.5±3.2	105.4±4.4	132.7±2.2	145.0±6.4	-
Река Сегожа	115.7±1.6	130.6±2.5	151.0±3.3	205.0±3.7	-
Длина тела, см					
Елмозеро	26.3±0.4	28.3±0.2	30.0±0.4	31.5±0.1	35.5±0.2
Сегозеро	23.9±0.1	25.7±0.2	28.4±0.2	30.0±0.2	33.4±0.3
Линдозеро	20.8±0.3	22.7±0.2	24.4±0.1	25.7±0.2	29.5±0.5
Река Елма	21.1±0.3	22.5±0.2	24.7±0.3	25.5±0.3	-
Река Сегожа	22.2±0.2	23.4±0.2	24.4±0.1	26.6±0.5	-

По сравнению с другими водоемами Карелии исследованные сиги существенно не отличаются по темпу роста от аналогичных форм рыб. В частности темп роста исследованных сегов (особенно молоди) весьма близок к сиграм из Онежского озера, не отличающегося богатством кормовой базы.

Выявленная динамика роста сегов в исследованных водоемах в основном связана с качественным и количественным составом кормовых организмов. Быстрый рост сегов из Сегозера и Елмозера есть следствие хорошей кормовой базой (биомасса планктона 0.23–0.28 г/м³). Интересным является ускорение темпа роста у половозрелых сегов из Линдозера. Несмотря на богатую кормовую базу (0.32 г/м³) до полового созревания их молодь росла медленно. В половозрелом состоянии рост сегов в этом водоеме значительно ускорился. Причиной этих изменений могла стать недоступность

для молоди кормовых организмов, которые представлены в основном крупными (зарослевыми) формами. Тугорослость елменских сига связана исключительно с бедной кормовой базой, биомасса зоопланктона – 0.03 г/м³. Известно, что мелкие тугорослые сига обычно встречаются в малокормных водоемах Северной Карелии, Кольского полуострова и даже в некоторых северных водоемах Европы (Ильмаст, 1999).

Для выявления закономерностей возрастной динамики роста различных экологических форм сиговых был использован математический аппарат. Для этой цели наиболее подходит степенная функция уравнения $y=b \cdot x^a$, где y – длина тела АС, мм, b – эмпирический коэффициент, x – возраст, годы, a – степенной коэффициент функции. В таблице 2 приведены реальные значения степенных уравнений для размеров и массы тела сига из исследованных водоемов. Выявленные различия достоверны.

Таблица 2.

Уравнения по возрастной динамике роста сига

Водоем	Уравнение
Линейные размеры	
Елмозеро	$y=174.2 \cdot X^{0.35}$
Сегозеро	$y=167.7 \cdot X^{0.35}$
Линдозеро	$y=141.7 \cdot X^{0.35}$
р. Елма	$y=139.3 \cdot X^{0.35}$
р. Сегежа	$y=143.4 \cdot X^{0.35}$
Масса тела	
Елмозеро	$y=27.2 \cdot \text{Exp}(X^{0.34})$
Сегозеро	$y=22.5 \cdot \text{Exp}(X^{0.34})$
Линдозеро	$y=16.3 \cdot \text{Exp}(X^{0.34})$
р. Елма	$y=11.6 \cdot \text{Exp}(X^{0.34})$
р. Сегежа	$y=15.1 \cdot \text{Exp}(X^{0.34})$

В уравнениях независимой переменной выступает возраст сига из различных водоемов. Подставляя конкретные значения можно без особых трудностей вычислить размеры и массу тела рыб для каждой возрастной группы, что важно для экологического прогнозирования изменений в ихтиоценозах, определения их потенциальных возможностей и рационального использования. Такие сведения весьма полезны также при выращивании сига в искусственных условиях.

Близкие значения коэффициентов в модельных уравнениях свидетельствуют о сходимости общей динамики роста сига средней Карелии, а также подтверждают правомочность использования такого

рода математической интерпретации. В тоже время по величине коэффициентов в этих уравнениях можно судить об имеющихся «стартовых» различиях в скорости роста сигов из разнотипных водоемов.

Анализ показателей степенных уравнений показывает, что наряду с экологическими формами существуют в исследованных водоемах более крупные экологические группировки (табл. 3). По условиям обитания возможно выделить в водоемах средней Карелии две такие группировки:

- озерные сиги (Елмозеро, Сегозеро, Линдозеро);
- речные сиги (река Елма, река Сегежа).

Таблица 3.

Уравнения возрастной динамики роста озерных и речных сигов

Уравнения	Озерные	Речные
длина тела AC	$y = 170.0 \cdot X^{0.35}$	$y = 141.1 \cdot X^{0.35}$
масса тела	$y = 24.1 \cdot \text{Exp}(X^{0.34})$	$y = 13.3 \cdot \text{Exp}(X^{0.34})$

Из материалов таблицы 3 следует, что озерные сиги существенно превалируют по размерам и массе тела над речными группировками. По критерию коэффициента Стьюдента достоверность выявленных отличий (T_3 для длины – 3.3; T_3 для массы – 3.87) при уровне значимости $p=0.05$.

В целом можно отметить, что в водоемах средней Карелии достаточно быстро растут озерные формы сигов в олиготрофных, глубоководных озерах, с хорошо развитой кормовой базой, которые еще не подвержены сильному антропогенному воздействию (например, Елмозеро). В других озерах рост сигов обусловлен качественным и количественным составом кормовой базы, ее энергоемкостью и доступностью. Для сигов речных характерны тугорослость, раннее половое созревание и короткий возрастной ряд.

Выводы

1. Рассмотрены эколого-биологические особенности (распространение, возрастной состав, половое созревание, размножение и рост) экологических форм сигов.

2. Дана характеристика линейного и весового роста и рассчитаны параметры степенных уравнений для каждой экологической формы сигов. Показана достоверность выявленных различий.

Список литературы

Арнольд И.Н. Ихтиофауна и рыбный промысел на озере Выгозере. Труды I Всероссийского Гидрологического съезда. Ленинград, 1925. С. 454–456.

- Александров Б.М., Покровский В.В., Смирнов А.Ф. и Урбах В.В. Озеро Лексозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 434–445.
- Верещагин Г.Ю. Исследования на Сегозере и Выгозере // Рыбное хозяйство. № 3. М., 1923.
- Гордеева-Перцева Л.И., Смирнов А.Ф., Стефановская А.Ф. Озеро Сегозеро // Озера Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959. С. 465–481.
- Зворыгин И.А. Статистический анализ лабораторных данных // Новости Вектор-Бест. №1 (39). 2006. С. 1–11.
- Ильмаст Н.В. Сиговые рыбы некоторых водоемов Карелии и Финляндии. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Петрозаводск. 1999. 25с.
- Китаев С.П., Первозванский В.Я. Рыбы. Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии. / Ред. А.Н. Громцев, В.И Крутов. Петрозаводск КарНЦ РАН, 2001. С. 198–205.
- Коросов А.В. Специальные методы биометрии. Учебное пособие. Петрозаводск, 2007. 364 с.
- Мельянцева В.Г. Озеро Сумозеро // Озера Карелии. Природа, рыбы и рыбное хозяйство. Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959.
- Паллон Л.И. Рыбы и рыбный промысел Сегозера // Исследование морей СССР. № 10. Л., 1929. С. 13.
- Правдин И.Ф. Сиги водоемов Карело-финской ССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 376 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.:Наука, 1980. 300 с.
- Решетников Ю.С., Лукин А.А. Сиговые рыбы // Биоресурсы Онежского озера. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. С. 121–137.
- Рыжков Л.П., Курицын А.Е., Сиги (*Coregonus lavaretus* (Linneus, 1758)) некоторых водоемов средней Карелии // Ученые записки Петрозаводского Государственного Университета. Сер. Естественные и технические науки. 2010. Т. 6. С. 22–26.
- Савосин Д.С. Биология многотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (L.) Тумасозера // Тез. док. XVI межд. молодежного форума «Ломоносов – 2009». Москва: МГУ, 2009. С. 117–118.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959. 162 с.

**К МЕТОДИКЕ АНАЛИЗА УРОЖАЙНОСТИ ПОКОЛЕНИЙ
ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA* L.) ВИСЛИНСКОГО
(КАЛИНИНГРАДСКОГО) ЗАЛИВА**

В.А. Рябчун¹, С.В. Шибасев²

¹ *Атлантический научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии, Калининград, Россия,
ryabchun.v@gmail.com*

² *Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия, shibaev@klgtu.ru*

Величина вылова промыслового объекта зависит от его запаса в водоеме, который может значительно колебаться, в том числе в связи с динамикой численности (урожайности) вступающих в промысел поколений. Вместе с тем, оценка урожайности является достаточно проблематичной и не дает однозначного результата. Так, для леща Вислинского (Калининградского) залива на протяжении более чем 50-летнего периода применялась оценка численности поколений двумя способами – по данным промысловых уловов и по материалам траловых учетных съемок. Однако надежность этих оценок и сама динамика урожайности леща в достаточном объеме не анализировались.

Цель работы: анализ методов оценки урожайности поколений леща в Вислинском (Калининградском) заливе и возможность ее использования при прогнозировании промысловых уловов.

Работа выполнена на материалах лаборатории лиманов ФГУП «АтлантНИРО» периода 1958–2010 гг., включающих в себя данные биологических анализов и массовых промеров леща из промысловых уловов и траловых научно-исследовательских съемок.

Данные из промысловых уловов собирались преимущественно в осенний период, во время путины (сентябрь–декабрь), орудия лова – ставные сети с ячейей 70 мм. Учетные траловые съемки были выполнены датским донным тралом (шаг ячеи в крыле 60 мм, в кутке – 10 мм, горизонтальное раскрытие 7.5 м) также в осенний период (октябрь–ноябрь) по стандартной сетке из девяти станций. Продолжительность траления составляла 0.5 ч, площадь облова – 1.88 га, средняя скорость траления – 5 км/ч.

Сбор и обработку первичного материала проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Правдин, 1966; Чугунова, 1959). Измерялась абсолютная (зоологическая) длина, традиционно применяемая для Вислинского (Калининградского) залива. Возраст определялся по чешуе.

Объем собранного и обработанного материала составил: из промысловых уловов 23 тыс. экз. леща биологического анализа с определением возраста и 87 тыс. экз. массового промера рыб, из траловых уловов – 11.2 тыс. экз. леща биологического анализа с определением возраста и 9.6 тыс. экз. массового промера рыб. Трансформация размерной структуры уловов в возрастную проводилась с использованием размерно-возрастного ключа.

Урожайность леща рассчитывалась методом А.А. Державина (Державин, 1922), как суммарная численность поколения, изъятая промыслом в течение всей его жизни. Урожайность оценивалась отдельно по данным промыслового лова и учетных траловых съемок. В промысловых уловах учитывалась фактическая возрастная структура, представленная 3–12-годовальными особями, в учетных – 1–12-годовиками. Учетные траловые съемки не проводились в 1964, 1965, 1970 и 2006 гг., поэтому численность отсутствующих возрастов была принята как среднее значение предшествовавших и последующих трех лет. Оценка индексов урожайности леща проводилась по пятибалльной шкале, в основу взята шкала урожайности поколений минтая (Овсянников, 2009): 1 – низкоурожайное, 2 – неурожайное, 3 – среднеурожайное, 4 – урожайное, 5 – сверхурожайное поколение.

Использованы статистические данные ФГУ «Запбалтрыбвод» и Западно-Балтийского территориального управления Росрыболовства по промысловому вылову.

Популяция леща Вислинского (Калининградского) залива характеризуется длинным возрастным рядом, особи достигают 19 лет. Промысловая часть популяции состояла из 3–19-годовиков леща, основу уловов составляли 5–8-годовики (83.5% численности). Такой возрастной состав связан с установлением промысловой меры на леща – 35 см, в соответствии с Правилами рыболовства.

В отличие от промысловых данных, которые направлены на исследование только промысловой части популяции, учетные траловые съемки позволяют оценить параметры популяции в целом: как промысловую часть популяции, так и непромысловую. Учетные траловые уловы были представлены 1–19-годовиками, основу составляли 3–6-годовики (77.7% численности) (Рис.1).

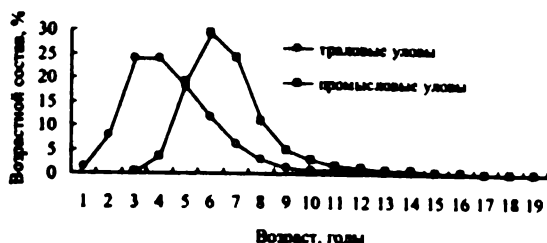


Рис. 1. Возрастной состав леща из учетных траловых съемок 1958–2010 гг. и промысловых уловов 1960–2010 гг. в Вислинском (Калининградском) заливе.

Эти два источника информации – возрастной состав промысловых уловов и учетных траловых съемок был использован для расчета урожайности обловленных поколений леща за более чем сорокалетний период, с 1958 по 1998 гг. Поколения более поздних лет еще не обловлены полностью промыслом и поэтому смогут быть оценены только по итогам дальнейших наблюдений.

Установлено, по данным промысловой статистики, что средне-многолетняя урожайность поколений леща составляет $293 \pm 20,5$ тыс. экз. с достаточно большими межгодовыми колебаниями. Так, максимальная численность наблюдалась в 1968 г. – 596 тыс. экз., минимальная в 1986–88 тыс. экз. Величина урожайности, оцененная по данным учетных траловых съемок, в среднем составила $436 \pm 48,5$ экз., при максимальной численности в 1992 г. – 1669 экз., минимальной в 1962 г. – 94 экз. (Рис. 2).

Различия между этими величинами вполне понятны и связаны с тем, что величина суммарного улова учетным тралом во много раз меньше, чем промысловый вылов. Вместе с тем, анализ рисунка показывает, что межгодовая динамика этих характеристик имеет сходный характер. Корреляционный анализ (рис. 3) показал, что между этими величинами существует достаточно тесная связь, которая в среднем за 41-летний период характеризуется коэффициентом корреляции, равным 0.46, причем в последний период с 1986 по 1998 гг. корреляция достигает 0.94. Следовательно, можно заключить, что оба способа расчета урожайности поколений леща одинаково отражают динамику анализируемого популяционного параметра.



Рис. 2. Динамика численности поколений леща по данным промысла и учетным траловым съемкам в Вислинском (Калининградском) заливе в 1958–1998 гг.

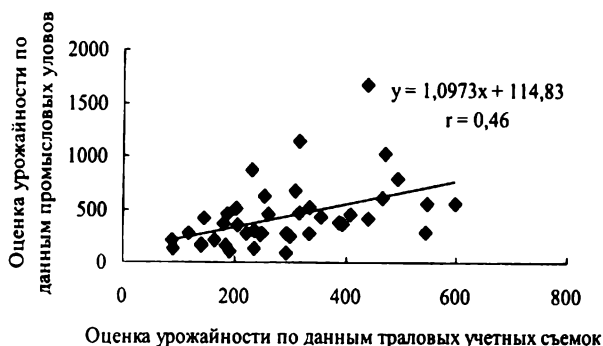


Рис. 3. Зависимость урожайности поколений леща по данным промысловых уловов и учетных траловых съемок 1958–1998 гг. в Вислинском (Калининградском) заливе.

С целью анализа динамики урожайности поколений леща были рассчитаны индексы урожайности, как отклонения численности поколения от среднемноголетней величины. Границы градации

индекса урожайности поколений (по пятибалльной шкале) представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Индексы урожайности поколений леща

Индекс урожайности поколений	Диапазон отклонения от среднееголетнего уровня
1. низкоурожайное	-1 и ниже
2. неурожайное	от -0.5 до -1
3. среднеурожайное	от -0.5 до +0.5
4. урожайное	от +0.5 до +1
5. сверхурожайное	+1 и выше

В результате получена оценка урожайности 41 поколения леща Вислинского (Калининградского) залива за период 1958–1998 гг. Сверхурожайным по данным промысла является одно поколение 1968 года рождения, семь урожайных генераций 1963, 1969, 1974, 1978, 1979, 1981, 1992 годов рождения, шесть неурожайных поколений – 1983, 1984, 1986–1988 и 1996. Большинство поколений (27) были среднеурожайными (Рис. 4).



Рис. 4. Динамика индексов урожайности поколений леща по данным промысла и учетным траловым съемкам в Вислинском (Калининградском) заливе в 1958–1998 гг.

По данным учетных траловых уловов сверхурожайными было четыре поколения 1981, 1991–1993, урожайными два – 1979 и 1982, неурожайными девять – 1961, 1962, 1972, 1973, 1984, 1986–1989

годов рождения, остальные поколения (26) являлись среднеурожайными (Рис.4).

Низкоурожайных поколений не наблюдалось в обоих случаях, вероятно, это связано с тем, что условия обитания леща в заливе оставались на удовлетворительном уровне.

Обобщая промысловые и траловые данные можно сказать, что поколения, родившиеся в конце 1950-х и 1970-ые гг., являлись преимущественно среднеурожайными, в конце 1970-х – начале 1980-х гг. наблюдались, в основном, урожайные поколения, период 1983–1989 гг. характеризовался преобладанием неурожайных поколений. В начале 1990-х гг. отмечались урожайные поколения, однако в целом в 1990-х гг. преобладали среднеурожайные генерации леща.

Можно отметить, что неурожайные поколения 1983–1989 гг. сказались на уловах 1990-х гг.: наблюдалось снижение промыслового запаса и, как следствие, вылова в период 1993–1998 гг. до 219 т., в то время как до этого, в 1960–1992 гг., вылов был примерно на 30% выше и составлял в среднем 305 т.

Современная система регулирования рыболовства ставит задачу прогнозирования величин запаса и вылова промысловых видов рыб с двухгодичной заблаговременностью. Одним из необходимых условий разработки таких прогнозов является определение численности поколений вида как можно раньше, до их вступления в промысел.

В исследуемой популяции леща Вислинского (Калининградского) залива возраст пополнения составляет 3–5-лет, и к 5–7 годам особи леща составляют основу промысла. Следовательно, оценив численность пополнения по примененной в настоящей работе методике с использованием данных промысловых уловов, можно спрогнозировать численность особей, составляющих основу промысла и, следовательно, возможный улов. Расчеты показывают, что коэффициент корреляции между численностью 3–5-годовиков с численностью обловленных поколений (3–12-годовиков) составляет 0.70. На первый взгляд, это достаточно высокий показатель. Вместе с тем, оценка численности пополнения по данным учетных траловых съемок возможна раньше, начиная с возраста 1–5 года, при этом корреляция с численностью всех обловленных поколений (1–12-годовиков) оказывается гораздо выше – 0.97. Таким образом, данные траловых съемок позволяют с большей заблаговременностью оценить численность поколений леща и спрогнозировать (уточнить) возможный вылов.

Таким образом, урожайность поколений леща Вислинского (Калининградского) залива, рассчитанная на основе промысловых

данных и данных учетных траловых съемок, достаточно объективно отражает динамику численности поколений. Получен относительно высокий коэффициент корреляции, что позволяет говорить о надежности использования данных, полученных в результате траловых исследований для прогнозирования промысловых уловов.

Список литературы

- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М: Изд-во АН СССР, 1959. 150 с.
- Державин А.Н. Севрюга (*Acipenser stellatus*). (Биол. очерк) // Изв. Бакинской ихтиол. лаборатории, 1922. Т. 1. 393 с.
- Овсянников Е.Е. Оценка урожайности поколений минтая в северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 157. С. 64–80.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ МОРСКИХ
МИГРИРУЮЩИХ СЕЛЬДЕЙ В СОВРЕМЕННЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ
НА ПРИМЕРЕ ДОЛГИНСКОЙ СЕЛЬДИ *ALOSA*
BRASCHNIKOWI BRASCHNIKOWI (BORODIN) И
КАСПИЙСКОГО ПУЗАНКА *ALOSA CASPIA CASPIA*,
EICHWALD**

С.И. Седов, Т.С. Зубкова

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства (ФГУП «КаспНИРХ»), kaspiv-info@mail.ru*

К морским мигрирующим сельдям относятся виды, нагул и зимовка которых проходят в глубоководных средней и южной частях Каспийского моря, а нерест в мелководной северной части, миграцию в которую они начинают в феврале-марте и нерестятся с апреля по июнь. В эту группу входят хищные сельди: долгинская и аграханская, большеглазый и круглоголовый пузанки, а также вид-зоопланктофаг – каспийский пузанок. Долгинская сельдь и каспийский пузанок являются ведущими среди них: их доля по численности составляет 70, а по биомассе – 75%.

Целью настоящей работы является сравнительный ретроспективный анализ качественных и количественных параметров популяций этих двух различных по биологии видов, отражающих состояние их численности в современных экологических условиях.

Запрет в 50-х годах прошлого столетия морского промысла сельдей, в т.ч. сетного в Северном Каспии, одной из целей которого было сохранение осетровых, благотворно повлиял на биоресурсы морских мигрирующих сельдей. Сохранившийся до настоящего времени сельдяной промысел морскими закидными неводами у западного побережья Среднего Каспия (Дагестан) и ставными сетями в Кизлярском заливе на весенних миграционных путях в настоящее время крайне незначителен. Сетной морской промысел у побережий Ирана и Азербайджана базируется, по некоторым сведениям, на южно-каспийских сельдях. Можно констатировать существовавшее негативное влияние килечного промысла, доминировавшего в 70–90-х годах, на молодь мигрирующих сельдей, прилов которой при электросветовом лове рыбонасосами мог достигать 5–7%. В связи с резким падением запасов двух генеральных видов каспийского ихтиоценоза – анчоусовидной и большеглазой килек, и, как следствие, килечного промысла, негативным влиянием этого фактора в последние годы можно пренебречь. Поэтому

морские мигрирующие сельди, пожалуй, единственные из промысловых рыб Каспия, биоресурсы которых уже более полувека формируются вне воздействия специализированного промысла на их взрослую нерестовую часть популяций и, в последние годы, и килечного промысла на их пополнение.

Однако в последнее десятилетие произошли глубокие изменения в сложившейся структуре морской экосистемы, прежде всего Южного и Среднего Каспия. Они были вызваны масштабным воздействием двух мощных факторов, проявление которых фактически совпало по времени и охватило в течение 2–3 лет всю акваторию этих частей Каспия. К ним относится подводное землетрясение, вызвавшее в 2001 году массовую гибель анчоусовидной и большеглазой килек с последующими обширными и длительными патологическими последствиями у выжившей части их популяций, что в совокупности резко сократило воспроизводство этих видов вплоть до настоящего времени. Следующий фактор – массовая вспышка в этот же период азово-черноморского интродукта – гребневика мнемнопсиса, подорвавшего кормовую базу рыб-зоопланктофагов в 8–10 раз. Можно предположить, что в совокупности это негативно может отразиться на состоянии популяций хищных сельдей, в т.ч. долгинской, основу питания которых составляют кильки и зоопланктофаг каспийского пузанка. Для взрослой нерестовой части популяций эти факторы должны проявляться в наибольшей мере во время их нахождения в Среднем и Южном Каспии с мая-июня по февраль-март, а для младших возрастных групп, так называемые пополнения, – круглогодично, исключая период после выклева и роста сеголеток в Северном Каспии с мая по сентябрь.

Хорошими индикаторами оценки состояния популяций долгинской сельди и каспийского пузанка могут быть традиционные биологические показатели, которые получают в ежегодных весенних экспедициях в Северный Каспий весенними сетными съемками (апрель-май) по нерестовой части популяций и летне-осенними траловыми съемками (июнь-сентябрь) по молоди. К показателям количественного и качественного состояния популяций можно отнести их концентрации по уловам на сеть (кг/сеть), сеголеток – экз/час траления, возрастной состав, линейно-весовой рост, упитанность.

Концентрации производителей долгинской сельди на нерестовом ареале в многолетнем аспекте наиболее высоки среди остальных сельдей и стабильны, их межгодовые флуктуации невелики: от

12 до 20,4 кг/сеть, в среднем 17,8. У каспийского пузанка, соответственно, от 1,6 до 5,4 кг/сеть, и в среднем 3,5. Этот показатель в достаточной мере отражает состояние нерестовых популяций этих видов. Факторами, влияющими на концентрации сельдей на нерестилищах, могут быть гидрологические условия весеннего периода, определяющие интенсивность подходов рыб с Южного и Среднего Каспия.

Весьма изменчивы качественные показатели популяций обоих видов сельдей, особенно в последние годы (табл. 1, 2). Так, у долгинской сельди в 2011 году существенно снизилась доля младших возрастных генераций с одновременным ростом доли старших рыб, что отразилось на существенном увеличении среднего возраста и, вероятно, популяционной плодовитости.

Таблица 1.

Межгодовая динамика возрастных изменений биологических показателей долгинской сельди

Годы	Возраст, лет						Средние
	2	3	4	5	6	7	
Возрастной состав, %							
2002–2010	9.1	26.2	34.4	21	7.9	2.8	4
2011	0.4	9.5	35.1	34.0	15.6	5.4	4.7
Длина, см							
2002–2010	20.3	26.2	31.3	35.1	38.1	40.9	31.6
2011	23.0	26.4	30.0	33.0	36.4	39.4	32.1
Масса, г							
2002–2010	123.3	261.9	394.3	533.7	662.2	808.3	425.1
2011	143.3	203.1	338.0	471.9	621.9	776.8	437.7
Коэффициент упитанности по Фультону							
2002–2010	1.47	1.46	1.39	1.23	1.2	1.18	1.39
2011	1.23	1.1	1.32	1.36	1.38	1.38	1.32

Напротив, у каспийского пузанка наблюдается существенное омоложение нерестовой популяции (табл. 2). Начиная с 2007 года, у хищной долгинской сельди наблюдалось устойчивое снижение роста рыб младших возрастных групп, особенно массы тела. В 2011 году отмечено снижение массы у всех возрастных генераций. Ана-

логичная ситуация у младшевозрастных рыб наблюдается и у каспийского пузанка (табл. 2).

Таблица 2.

Межгодовая динамика возрастных изменений биологических показателей каспийского пузанка

Годы	Возраст, лет						Средние
	2	3	4	5	6	7	
Возрастной состав, %							
2002–2010	11	24	29.4	25.2	9.2	1.2	4
2011	26.8	22.2	26.1	17.1	5.9	1.9	3.6
Длина, см							
2002–2010	15.4	16.9	19.4	21.6	23.1	25.8	18.7
2011	15.6	17.1	21.6	23.7	24.9	27.3	19.7
Масса, г							
2002–2010	58	71.4	106.5	130.5	158.6	212.5	102.3
2011	48.9	59.7	119.9	146.3	172.2	213.3	96.9
Коэффициент упитанности по Фультону							
2002–2010	1.38	1.51	1.46	1.29	1.3	1.25	1.48
2011	1.29	1.19	1.19	1.1	1.12	1.05	1.27

Коэффициент упитанности наиболее характерно отражает состояние линейно-весаго роста у этих двух видов сельдей. Если у хищной долгинской сельди в 2011 году упитанность рыб младших генераций ниже, а у старших преобладает над таковой, то у зоопланктофага каспийского пузанка упитанность всех генераций значительно ниже многолетней. Какое может быть объяснение этой наметившейся тенденции? По материалам последних лет, в структуре килек произошли изменения в сторону увеличения доли старшевозрастных рыб больших навесок. В условиях крайне низкой урожайности килек доля их молоди невелика. Вероятно, это влияет на дифференциацию доступности пищи долгинской сельди младших и старших возрастных групп. У каспийского пузанка, потребляющего, как и кильки, зоопланктон, такой возрастной дифференциации в обеспеченности пищей не проявляется, а напряженность в питании у этого вида в Среднем и Южном Каспии одинакова для всей популяции.

Период воспроизводства мигрирующих сельдей с апреля по июнь и рост сеголеток до сентября проходят в условиях экосистемы Северного Каспия, в наибольшей мере «защищенной» от факторов, негативное воздействие которых столь масштабно произошло в последние годы в Южном и Среднем Каспии.

Это достаточно наглядно проявляется в многолетнем ряде урожайности сельдей. Средняя урожайность долгинской сельди по сентябрьской съемке составляет 4.8 экз./час траления (от 4.1 до 10.6), каспийского пузанка – 30.5 экз./час траления (от 21.1 до 57.4), у последнего, в отличие от долгинской сельди, прослеживается определенная многолетняя периодичность этого показателя.

Несомненно, и в экосистеме Северного Каспия наблюдаются межгодовые изменения, которые проявляются в условиях формирования нового поколения сельдей на ранних этапах роста сеголеток. Наглядным примером является сравнение линейно-весаго роста молоди обоих видов сельдей в 2009 и 2010 годах (табл. 3). На всех этапах, начиная с июня, у обоих видов в 2010 году прослеживаются более высокие темпы роста. Это особенно примечательно, так как молодь долгинской сельди уже с ранних этапов развития активно хищничает в отличие от молоди каспийского пузанка. Наша работа по изучению суточных приростов личинок сельдей с момента их рождения по суточным приростам отоцитов показала, что этот процесс в течение летнего периода протекает неоднозначно: периоды активного роста сменяются его замедлением и вновь нарастанием.

Таблица 3.

Линейно-весаго рост сеголеток долгинской сельди и каспийского пузанка в 2009–2010 годах (Северный Каспий)

Месяцы	2009 год		2010 год	
	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г
Долгинская сельдь				
Июнь	2.8	0.2	4.1	1
Июль	5.4	1.6	5.8	2.7
Август	6.6	3.2	7.4	4.7
Сентябрь	7	3.5	7.9	6
Каспийский пузанок				
Июнь	3.7	0.5	3.8	0.7
Июль	5.6	1.7	6.3	3.6
Август	7.3	4.4	7.6	5.1
Сентябрь	7.4	4.6	8.4	7.4

Необходимо отметить, что из трех видов килек лишь обыкновенная килька сохранила свою численность. Ее воспроизводство и нагул молоди на ранних этапах проходит как и у мигрирующих сельдей также в Северном Каспии и совпадает с ними по времени. Остальная часть годового цикла у этого вида килек (нагул и зимовка) связана со Средним Каспием и частью Южного Каспия.

Из сопоставления отличий биологии морских мигрирующих сельдей и обыкновенной кильки с анчоусовидной и большеглазой, численность которых после событий 2001–2002 гг. продолжает находиться в состоянии стагнации, можно заключить, что определяющим в стабилизации численности является воспроизводство и формирование пополнения на ранних этапах развития и роста сеголеток в весенне-летний период в Северном Каспии вне воздействия одного из негативных факторов – гребневика мнемнописиса. Нерестовые ареалы анчоусовидной и большеглазой килек находятся в Южном и Среднем Каспии, где воздействие гребневика мнемнописиса круглогодично влияет на формирование пополнения этих видов как прямым выеданием икры и личинок, так и кормовой базы последних и взрослых рыб.

Оценки численности и общей биомассы долгинской сельди и каспийского пузанка показывают их устойчивость в многолетнем аспекте.

Однако это не означает, что процесс их формирования не подвергается влиянию различных негативных факторов. Изложенные материалы показывают это. В будущем не исключено появление негативных воздействий на воспроизводство сельдей в экосистеме Северного Каспия, связанных с нарастанием морских разработок углеводородного сырья в этой части Каспийского моря. Последствия возможного катастрофического загрязнения морских мигрирующих сельдей равно и для обыкновенной кильки будет особенно губительным, поскольку их воздействиям подвергнутся наиболее ранние этапы развития и формирования численности этих видов.

Список литературы

- Зубкова Т.С. Об изучении роста молоди рыб на ранних этапах по суточным приростам отолитов на примере долгинской сельди *Alosa brashnikovi brashnikovi* (Borodin) // Материалы Второй международной конференции молодых учёных и специалистов «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек», посвящённая 110-летию КаспНИРХ (11–13 апреля 2007 года, Астрахань). Астрахань, 2007. С. 41–43.
- Седов С.И. Развитие морского промысла на Каспии / С.И. Седов, Т.С. Зубкова // Вopr. рыболовства. Т. 8. № 4 (32). 2007. С. 599–607.
- Седов С.И. Современное состояние запасов морских промысловых рыб Каспия / С.И. Седов, Ю.А. Парицкий // Рыбное хозяйство. 2007. № 3. С. 53–54.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ (*CARASSIUS AURATUS*) В ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.А. Скакун, С.Ю. Бражник

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии, Москва, Россия,
vladimir_skakun@mail.ru, Svetlana_sh@vniro.ru*

Серебряный карась – один из наиболее распространенных видов промысловых рыб в пресных водах Российской Федерации.

С давних времен в России распространение карася носило характер пересадок, имеющих целью повышение рыбопродуктивности эвтрофных водоемов. С 30-х годов прошлого столетия проводились интенсивные работы по акклиматизации в различных регионах СССР дальневосточных видов рыб, в том числе амурского карася. Не исключено, что в это время серебряный карась и одичавшие золотые рыбки попадали в естественные водоемы как объекты непреднамеренного вселения совместно с растительноядными рыбами и карпом из прудовых хозяйств.

В последние годы периодически появляются сообщения об экспансии серебряным карасем естественных водоемов в различных регионах страны. Все это, а также рост уловов и запасов карася в целом по Российской Федерации привели авторов данного сообщения к необходимости анализа динамики этих показателей в различных рыбохозяйственных бассейнах России.

В основу анализа положены данные промысловой статистики Росрыболовства с 2002 по 2009 гг., а также материалы, обосновывающие прогнозы допустимых уловов, ежегодно представляемые научно-исследовательскими организациями, осуществляющими ресурсные исследования в пресноводных водоемах России. При этом следует учесть, что в связи с незначительной величиной уловов золотого карася во внутренних пресноводных водоемах графа «карась» в официальной статистической отчетности и материалах, обосновывающих прогноз вылова включает в себя два вида карася – золотого и серебряного.

В соответствии с прогнозами уловов водных биологических ресурсов во внутренних пресноводных водоемах России за период с 2001 до 2011 гг. наблюдалось увеличение общего запаса водных биологических ресурсов со 130 тыс. т до 131.9 тыс. т, прогнозируемый вылов карася вырос с 6.5 тыс. т до 27.8 тыс. т (рис. 1).

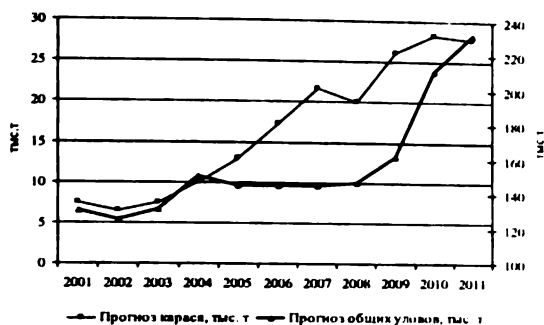


Рис. 1. Динамика прогноза ВБР и возможного вылова серебряного карася в 2001–2011 гг.

Однако доля прогнозируемого вылова карася в суммарном прогнозе уловов испытывала устойчивое повышение только до 2009 г. (Рис. 2).

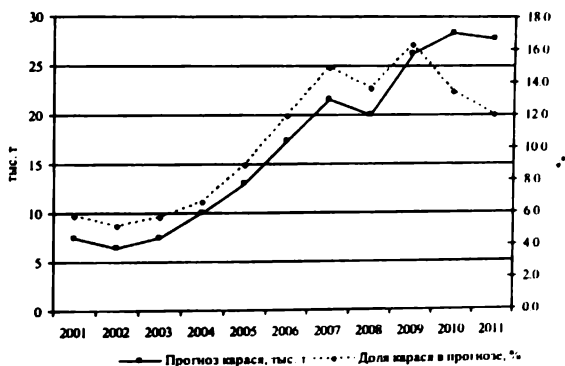


Рис. 2. Динамика возможного вылова серебряного карася и доли его в уловах ВБР в 2001–2011 гг.

К 2011 году доля серебряного карася в общих уловах ВБР сократилась с 16.2 до 12%. Отчасти это объясняется тем, что в последние годы наблюдается увеличение прогнозируемых величин

добычи водных биологических ресурсов и по другим видам рыб, что существенным образом отражается на динамике относительных показателей их прогнозных величин.

В соответствии с данными официальной статистики в период с 2002 по 2009 гг объем вылова карася колебался в пределах 7.1–13.2 тыс. т., что составляет 7, 7–12.8% от общего улова рыбы в пресноводных водоемах России и, в целом, отражает динамику общего вылова рыбы (рис. 3).

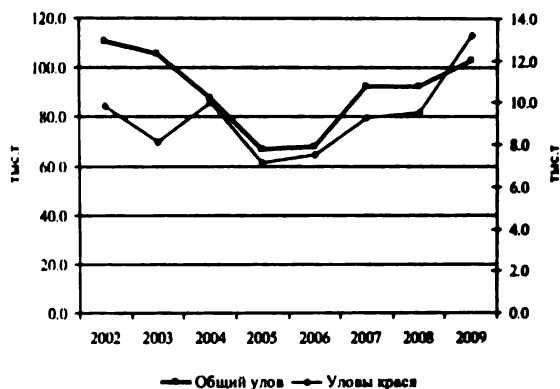


Рис. 3. Динамика уловов рыбы и серебряного карася во внутренних пресноводных водоемах РФ в 2002–2009 гг.

Распределение уловов карася по рыбохозяйственным бассейнам РФ неравномерное. Основные запасы данного вида сосредоточены в Западно-Сибирском (49%), Азово-Черноморском (24.9) и Волжско-Каспийском (16.3%) бассейнах. Доля пресноводных водоемов Байкальского, Восточно-Сибирского, Дальневосточного, Западного и Северного рыбохозяйственных бассейнов в общем объеме добычи карася в целом не превышает 10% (Рис. 4).

При этом рост добычи карася отмечается только в двух рыбохозяйственных бассейнах: Западно-Сибирском – с 4.6 до 6.1 тыс. т и Азово-Черноморском – с 1.5 до 5.5 тыс. т (Рис. 5).

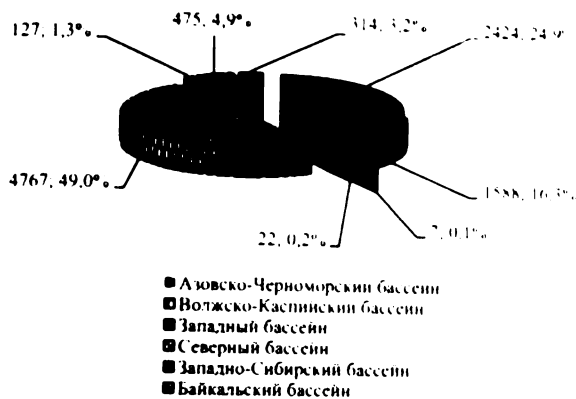


Рис. 4. Распределение уловов карася по рыбохозяйственным бассейнам во внутренних пресноводных водоемах РФ в 2002-2009 гг. (т; %)

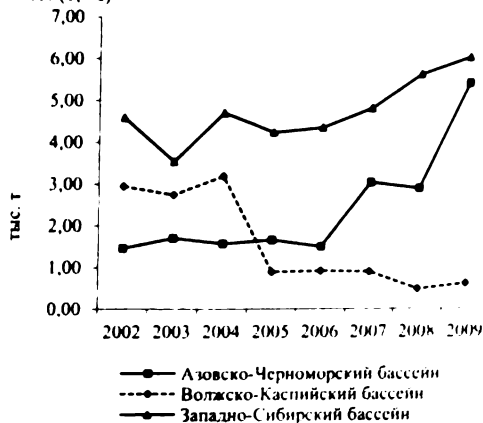


Рис. 5. Динамика уловов карася в Азово-Черноморском, Волжско-Каспийском и Западно-Сибирском рыбохозяйственных бассейнах в 2002–2009 гг.

В Волжско-Каспийском объем добычи данного вида сократился с 3.0 до 0.6 тыс. т. Следует отметить, что увеличение общего улова рыбы Азово-Черноморском бассейне с 7.6 тыс. т до 12.8 тыс. т., в основном, произошло в силу увеличения именно объема добычи карася, о чем может свидетельствовать увеличение доли данного вида в уловах с 17.1 до 42.6% (рис. 6).

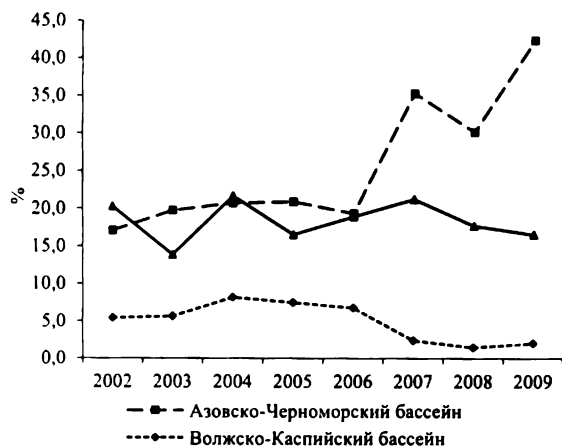


Рис. 6. Изменение доли карася в общих уловах в Азово-Черноморском, Волжско-Каспийском и Западно-Сибирском рыбохозяйственных бассейнах в 2002–2009 гг.

В Западно-Сибирском бассейне динамика запасов карася связана с природными циклами увлажненности региона (следовательно с функционированием водных экосистем), что может объяснять ее колебания.

Таким образом, резюмируя вышесказанное можно отметить, что общее увеличение прогнозных величин и уловов карася в пресноводных водоемах Российской Федерации происходит в основном за счет Азово-Черноморского и Западно-Сибирского бассейнов. При этом, если в Западной Сибири существующая динамика уловов карася связана с природными циклами, то в Азово-Черноморском бассейне, происходит экспансия данного вида, причины которой требуют дополнительного анализа.

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ
РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ РЫБИНСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА В 2009–2010 ГГ.**

Ю.И. Соломатин, М.И. Базаров

Учреждение Российской Академии наук

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,
Борок, Россия, solomatin1988@gmail.com; bazarov@ibi.waroslavl.ru*

Изучение видового разнообразия экосистем является одним из приоритетных направлений в экологических исследованиях, причем величина данного параметра часто считается показателем лучшего или худшего состояния системы (Мэгарран, 1992). К настоящему времени имеется некоторое количество работ, посвященных изменению видового состава рыб (как качественным, так и количественным) в Рыбинском водохранилище (Антипова, 1961; Васильев, 1950 а; Васильев, 1955; Гордеев, 1971; Кияшко и др., 1985; Кияшко, Терешенко, 2003; Пермитин, Половков, 1978; Стрельников, Володин, Сметанин, 1984; Терешенко, Стрельников, 1997). Однако, исследования, рассматривающие подобные изменения на фоне повышенной температуры воды практически полностью отсутствуют. Как известно, 2010 год был аномально жарким для Средней полосы России. В связи с этим немалый интерес представляет ответ на вопрос: как высокие температуры воды повлияли на видовое разнообразие и численность рыб в водоемах этого региона, в данном случае – в Рыбинском водохранилище.

Материалом для данного исследования послужили результаты тралово-акустических съёмов на отдельных участках Рыбинского водохранилища (затопленные русла бывших рек), проведенных в сентябре 2009–2010 гг. Для отлова рыб в толще воды использовался мальковый разноглубинный пелагический трал с горизонтальным раскрытием 17.5 м и ячеей в кутке 6 мм. Для поимки рыб в придонном слое воды использовали донный трал с горизонтальным раскрытием 12 м и ячеей в кутке 20 мм. Основу всех уловов пелагическим тралом по численности (80–95%) составляли сеголетки разных видов рыб; уловы донным тралом были представлены исключительно взрослыми особями рыб.

Для оценки видового разнообразия ихтиофауны использован индекс Шеннона (H'). Для каждого вида определялась его доля (%) по отношению к численности всех видов. Показателем доминирования (P_d) конкретного вида служила его доля (от 0 до 1) по отношению к численности всех видов. Сравнение значений исследуемых показателей проводилось для дна (придонного горизонта) и пелагиали отдельно.

В работе использованы следующие показатели численности (экз./га): численность отдельных видов и общая численность.

В связи с тем, что полученные значения рассматриваемых показателей не подчиняются закону нормального распределения, применяли непараметрические методы статистического анализа (Боровиков, 2003; Лакин, 1990) в программе «Statistica 6». В частности, использовался Т-критерий Вилкоксона.

Видовой состав рыб в Рыбинском водохранилище в 2009–2010 гг. был представлен 16 видами, большинство из которых встречалось как в пелагиали, так и в придонном слое (табл. 1 и 2). Тюлька, снеток, уклейка и язь – виды, присутствующие исключительно в пелагиали; щука, сом и налим (встреченные в единичных экземплярах) – исключительно в придонном горизонте.

Таблица 1.

Видовой состав рыб и их доля в контрольных уловах (%) в 2009–2010 гг.

№	Вид	2009 (пелагиаль)	2010 (пелагиаль)	2009 (дно)	2010 (дно)
1	Лещ	2.9	11.8	63.5* +	17.6* –
2	Чехонь	4.4	2.3	9.6*	39.3*
3	Синец	11.0 +	6.2	12.8* +	39.8* –
4	Ерш	9.5*	0*	0	0.3
5	Щука	0	0	0.1	0
6	Сом	0	0	2.9	0
7	Налим	0	0	1.6	0.1
8	Тюлька	46.4* +	16.1* –	0	0
9	Снеток	4.9	0	0	0
10	Окунь	4.7*	12.9*	0.03	0
11	Плотва	2.1	15.1	0.6	0.2
12	Судак	8.1*	32.9* –	3.6	1.7
13	Ряпушка	3.8*	0.7*	0.5	0
14	Уклейка	0.9	0.5	0	0
15	Густера	1.3	1.4	4.8	1.0
16	Язь	0	0.1	0	0
Ид		0.46	0.33	0.64	0.40
Н		1.48	1.35	1.38	1.14

Примечание: звездочки в пределах одной строки указывают на достоверность различий между соответствующими значениями. Знаки «–» и «+» указывают соответственно на отсутствие или наличие достоверных различий в пределах одного столбца (эти знаки приводятся для видов с наибольшими значениями показателя).

Статистический анализ значений индекса Шеннона показал отсутствие достоверных различий в видовом разнообразии, как в пелагиали, так и в придонном слое. Средние значения данного показателя во всех 4-х случаях оказались достаточно низкими (1.1 – 1.5). Для сравнения в литературе имеются данные, что для Рыбинского водохранилища в 1990–1997 гг. индекс Шеннона достигал значений порядка 2.2–2.7 (Сметанин, 2003). Но стоит отметить, что для отдельных станций за период исследования были получены значения индекса Шеннона порядка 2.0–2.4 (для обоих горизонтов).

Хорошо известно (Кияшко, Терешенко, 2003), что с 2000 г. доминирующим в пелагиали видом стала тюлька. Так в 2009 г. на ее долю приходилось 46% от общей численности рыб в пелагиали. По абсолютной численности тюлька также занимала доминирующее положение (табл. 2). В 2010 г. ее доля резко сократилась (до 16%). Кроме того, уменьшилась доля ерша и ряпушки (табл. 1). Численность всех упомянутых выше видов также достоверно снизилась (табл. 2).

Таблица 2.

Видовой состав рыб и их численность (экз./га) в 2009–2010 гг.

№	Вид	2009 (пелагиаль)	2010 (пелагиаль)	2009 (дно)	2010 (дно)
1	Лещ	9.3	36.1	53.0* +	8.4* –
2	Чехонь	36.3	18.3	6.6	29.0
3	Синец	24.8	30.9	11.1 +	33.9 –
4	Ерш	383.6* +	0*	0	0.3
5	Щука	0	0	0.2	0
6	Сом	0	0	0.7	0
7	Налим	0	0	0.8	0.1
8	Тюлька	597.9* +	53.7* –	0	0
9	Снеток	1.9	0	0	0
10	Окунь	40.8	49.0	0.1	0
11	Плотва	4.6	96.3	0.7	0.1
12	Судак	64.2	109.6 –	2.4	1.0
13	Ряпушка	30.2*	1.7*	0.2	0
14	Уклейка	3.3	2.4	0	0
15	Густера	3.3	6.0	10.7	0.9
16	Язь	0	0.4	0	0
	Общ. ч-ть	1200.2	404.4	86.3	73.6

Примечание: то же, что и в табл. 1.

Для судака и окуня, напротив, отмечено увеличение доли в контрольных уловах, причем достоверных отличий в численности каждого из этих видов не установлено (табл. 1, 2). Следовательно, увеличение их доли в уловах вызвано, в первую очередь, снижением доли тюльки, ряпушки и ерша.

Снижение численности тюльки в 2010 г. можно объяснить следующим обстоятельством. Тюлька, являющаяся по типу нереста пелагофилом не мигрирует на мелководья в отличие от большинства видов рыб, населяющих Рыбинское водохранилище. Поэтому, в период с мая по август пресс хищников на молодь тюльки невелик. Но в 2010 г. из-за сильного прогрева воды, значительная часть рыб ушла с мелководий в глубоководную часть водохранилища значительно раньше – в июле (как правило, это происходит в сентябре). Это привело к усилению воздействия хищников на молодь тюльки, а также к обострению пищевой конкуренции с другими видами-зоопланктофагами. Кроме этого, для тюльки, являющейся короткоцикловым видом, характерны резкие падения и всплески численности в отдельные годы. Поэтому, точным объяснением снижения численности тюльки в 2010 году мы пока не располагаем.

Снижение численности ерша, очевидно связано с его типом питания: ерш – типичный бентофаг. Поскольку летом 2010 г. на многих участках водохранилища (где позже проводилось и наше исследование) в придонном слое отмечалась зона с низким содержанием кислорода (концентрация O_2 на глубинах 15–18 м достигала 3–5 мг/л) почти вся рыба покинула данный горизонт. В связи с большей оксифильностью (по сравнению с лещом), часть особей ерша погибла, не успев откочевать на участки с содержанием кислорода, пригодным для его жизнедеятельности. В результате, летом 2010 г. наблюдалась массовая гибель ерша.

Снижение доли ряпушки в контрольных уловах в 2010 г., скорее всего, связано с особенностями ее физиологии: ряпушка является холодолюбивым видом. Поэтому она держится в более глубоких (а, следовательно, в более холодных) слоях воды, чем большинство пелагических видов рыб. В связи с наличием зоны замора, о которой мы писали чуть выше, ряпушка не могла опускаться в придонный горизонт. В то же время, высокие температуры верхних слоев воды ограничивали ее возможность перемещаться вверх. Поэтому, ряпушка, по-видимому, была вынуждена уйти на более мелководные прирусловые участки, где зона замора отсутствовала.

В 2009 г. по соотношению видов в придонном слое наблюдалась классическая картина: 64% от общего числа рыб приходилось на

леща. Его абсолютная численность была также выше, чем у остальных видов (табл. 2). В 2010 г., численность и доля леща в контрольных уловах, как и в случае с тюлькой в пелагиали, резко снизились (в частности, доля леща упала до 18%). Согласно гидроакустическим данным, лещ (как и ряпушка) мигрировал на участки прирусловой поймы, уходя из зоны с низким содержанием кислорода.

У чехони и синца в 2010 г. отмечается достоверное увеличение доли в контрольных уловах (табл. 1), которое (как и в случае с окунем и судаком в пелагиали) связано с уменьшением доли вида-доминанта (в данном случае леща).

В целом, следует отметить, что изменения, установленные в ходе исследования в большинстве случаев (исключение – ситуация с ряпушкой) вызваны косвенным действием высокой температуры. При обсуждении причин снижения численности тюльки в пелагиали и леща в придонном слое немаловажен тот факт, что конечные избираемые температуры (КИТ) для этих видов даже выше чем для большинства видов, населяющих Рыбинское водохранилище: для молоди леща 27 °С, для молоди тюльки 26–30 °С (Golovanov, 2010). Приведенные данные полностью исключают возможность резкого ухудшения состояния особей данных видов с последующей гибелью от непосредственного воздействия высокой температуры (в июле температура воды у поверхности достигала 26–28.5 °С, у дна – 21–23°С).

Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что в 2010 году произошли значительные количественные изменения видового состава рыбного населения Рыбинского водохранилища. Причем эти изменения косвенно или напрямую обусловлены воздействием высокой температуры воды. Снижение численности леща на русловых участках водохранилища связано с вынужденной миграцией части его особей на мелководные участки, ерша – с гибелью части его популяции от замора, а ряпушки – с особенностями ее температурного оптимума жизнедеятельности (холодолобивый вид). Снижение численности тюльки может быть связано как с тем фактом, что она является пелагофилом, так и с ее короткоцикловостью.

Список литературы

- Антипова О.П. Рыбинское водохранилище // Водохранилища СССР и их рыбохозяйственное значение. Л., Изд-во ГосНИОРХ, 1961. С. 31–50.
- Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. 2-изд. СПб.: Питер, 2003. 688 с.

- Васильев Л.И. Формирование ихтиофауны Рыбинского водохранилища // Тр. биол. станции «Борок». М.; Л., 1950а. Вып. 1. С. 236-275.
- Васильев Л.И. Некоторые особенности формирования промысловой ихтиофауны Рыбинского водохранилища за период 1941-1952 гг. // Тр. биол. станции «Борок». М.; Л., 1955. Вып. 2. С. 142-167.
- Гордеев П.А. Этапы формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища // Волга-1: Тез. докл. Куйбышев, Куйбыш. книж. изд-во, 1971. С. 244-254.
- Княшко В.И., Малинин Л.К., Поддубный А.Г., Стрельников А.С. Распределение и видовое разнообразие рыб в открытых плесах водохранилищ Волги и Дона // Водные ресурсы. № 3. 1985. С. 92-101.
- Княшко В.И., Терещенко В.Г. Изменение структуры рыбного населения пелагиали открытых плесов Рыбинского водохранилища в связи с инвазией тюльки // Вестн. Днепропетров. ун-та. 2003. Т. 1. Вып. 4. С. 20-23.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: Пер. с англ. М.: Мир, 1992. 184 с.
- Пермитин И.Е., Половков В.В. Особенности образования и динамики структуры скоплений пелагических рыб // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. Л.: Наука, 1978. С. 78-106.
- Сметанин М.М. Статистические методы в экологии рыб. Борок, 2003. 200 с.
- Стрельников А.С., Володин В.М., Сметанин М.М. Формирование ихтиофауны и структуры популяций рыб в водохранилищах // Биологические ресурсы водохранилищ. М., Наука, 1984. С. 161-204.
- Терещенко В.Г., Стрельников А.С. Многолетние изменения в структуре рыбного населения Рыбинского водохранилища / Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ИБВВ РАН. 1997. С. 21-37.
- Golovanov V.K. Temperature adaptations of species-invasers and native species of fishes. The comparative analysis // The III International Symposium «INVASION OF ALIEN SPECIES IN HOLARTIC. BOROK – 3». Book of Abstracts. October 5th-9th 2010, Borok-Myshkin, Yaroslavl District, Russia. Yaroslavl: Print-House Publ. Co, 2010. P. 46-47.

О ГЕНЕЗИСЕ ИХТИОФАУНЫ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ И ПРИЛЕЖАЩИХ БАССЕЙНОВ

Сорокин В.Н., Сорокина А.А

*Волгоградское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ», Волгоград,
vyach-sorokin@narod.ru*

Возникновение и эволюция озера Иссык-Куль (рис.1)- это происхождение и развитие горной системы Тянь-Шаня, тесно связанных с процессами формирования орографии всего Средне-Азиатского, Казахстанского и Волго-Каспийского регионов, а также др. участков нашей планеты.



Рис. 1. Современный облик озера Иссык-Куль (Тянь-Шань).

В палеозое Средняя Азия являлась сушией, южный край которой омывался морем. По одним авторам в конце палеозоя образовались горные системы Тянь-Шаня. По другим, они сформировались ранее, но имели облик, в корне отличающийся от современного. Климат палеозоя был тропический (Мензбир, 1934; Пузанов, 1938; Никольский, 1938; Суворов, 1948; Берг, 1962; Турдаков, 1946а, б, 1963; Дарлингтон, 1966; Митрофанов, 1986 и др.)

В мезозое происходит сглаживание горных хребтов до положения пеноплена (Турдаков, 1963; Трофимов, 1991). В юрское время существовали континентальные пресноводные водоемы, где образовались лагунные отложения. В конце мезозоя меловое море Тетис отбало Памир и заливало Ферганскую и Чуйскую долины и соединяло с мезозойского времени и в палеогене область Европы, Средиземного моря с Индо-Малайским архипелагом (Берг, 1962). Почти весь палеоген море занимает регион Средней Азии. Хребты в это время представлялись архипелагами прибрежных островов от Сейстана и Белуджистана к Индии (Никольский, 1935). По с югена до миоцена

Центральная Азия освободилась от моря. В это время произошло соединения Индии с Азией. Гималаи и Тибет поднялись позже.

По Кассину Н.Г. и др. (1915), Бергу Л.С. (1962) и Дарлингтону Ф. (1966) в области Иссык-Куля, всего центрального Тянь-Шаня и Балхаша после среднего карбона моря не было. А палеогеновое находилось на определенном расстоянии от западных берегов современного Балхаша – в долине Бет Пак Дала найдены устрицы алайского возраста (Вялов, 1944). Таким образом, миоценовые морские воды заливали закаспийскую область в последний раз (Мензбир, 1934; Никольский, 1938). Отступление олигоцен— миоценового моря было обусловлено возникновением альпийской складчатости. В это время происходило вторичное поднятие Азии от Средиземного моря до Китая, развивались горные системы, в том числе, и Тянь-Шань. При этом образовывались обширные равнины с невысокими нагорьями и большим числом рек и озер (Мензбир, 1934; Никольский, 1938; Турдаков, 1963; Максимов, 1985).

В плиоцене водные морские массы, хотя и в меньшей мере, снова наступали на сушу и образовывалось Панонско-Понтическое море, которое достигало лишь Каспия. Затем были верхнеплиоценовые этапы Акчагыльского, Апшеронского и Бакинского полупресных водоемов, охватывавших Черное и частично Каспийское моря.

По М.А. Мензбину (1934) в течение второй половины или в конце второй ледниковой эпохи и в начале второго межледникового – Арало-Каспийский бассейн достигал значительных размеров за счет поступления пресных вод (Хвалынская трансгрессия), что обусловило обмен фаунами Каспия и Арала. После этого связь Арала с Каспием прекратилась и уже не существовала. Именно это время является последним, когда в Арал и далее на восток могли проникнуть представители понто-каспийской фауны. Область современного Балхаша не подвергалась морской трансгрессии с середины третичного периода (миоцен), хотя обособление Балхашской впадины относительно древнее (Кассин, 1947).

До последнего межледникового (по Максиму, 1985) Тянь-Шань был средневысокой горной страной с широким развитием нагорий и платообразных поверхностей. «Средняя часть страны была занята обширной, вытянутой почти широтно, депрессией, в которой располагалась цепочка громадных озер. Общий уклон депрессии был направлен с востока на запад – с высот, примерно, в 2500 м на востоке до 1500 – на западе. С севера она уже в то время была обрамлена высокими хребтами – Кунгей, Заилийским, Киргизским и Таласским

Ала-Тоо. С юга поднимался еще окончательно не консолидированный Терский Ала-Тоо» (Максимов, 1985, с. 137).

С неогена в Тянь-Шане существовала огромная пресноводная озерно-речная система площадью 30 тысяч кв.км. Все озера были связаны между собой речными руслами (рис. 2). На реке ПраЙли в среднем течении существовало озеро Илийское, а в ее верховье огромный водоем Юлдус. На рр. ПраТеке, ПраСары-джаз и ПраТалас, кроме ПраИссык-куля, существовало еще несколько огромных пресных водохранилищ. На ПраНарыне находилось Большое Нарынское озеро. Общий объем водных масс в озерной системе до последнего межледникового (более 3000 куб км) превосходил современные запасы вод Арала, Балхаша и Лобнора (Максимов, 1985). Одно Илийское озеро имело объем воды близкий к современному Балхашу.



Рис. 2. Гидрографическая сеть Тянь-Шаня до последнего межледникового (по Максиму, 1985).

До оледенения Аральское море являлось остатком прошлых морских трансгрессий. В раннем голоцене Арал регрессировал и имел небольшие размеры и малые глубины. В это время в нем появились солоноватоводные моллюски (Вронский, 1976). В период Хвалынской трансгрессии развитие Арало-Каспия было значительным.

В Иссык-Кульской впадине в олигоцене постоянного озера водоема не существовало. Возникновение современного озера произошло в миоцене, первоначально в восточной, наиболее прогнутой части. И с тех пор оно существовало непрерывно, но параметры его значительно менялись. Максимальную площадь озеро имело в плиоцене, объем водной массы был значительным, озеро никогда не пересыхало полностью (Воскресенская, 1983, 1988; Максимов, 1985).

Озера Балхаш не существовало до последнего межледникового. Или, возможно, на его месте располагались небольшие водоемы, в которых обитал предок балхашского окуня (Митрофанов, 1986). Хотя Л.С. Берг (1962) считал, что это озеро существовало значительное время, но в послеледниковье Балхаш полностью высохал.

Озерная система Тянь-Шаня существовала с неогена до последнего межледникового, о чем свидетельствуют соответствующие осадочные породы, которые прогибали дно и обеспечивали их длительное функционирование. Тянь-Шань был в течение всего этого озерного периода низким и плоским, но примерно 30–35 (может быть 50) тысяч лет назад произошло быстрое поднятие Тянь-Шаня и Памиро-Алая, за счет бокового давления Индийской плиты и Таримской глыбы, и горы стали приобретать современный облик. Эти катаклизмы обусловили спуск воды из большинства озер и образование пресноводных Балхаш-Алакольского водоема, озер Лобнора, Иссык-Куля. Арал пополнился в очень короткий промежуток времени огромной массой воды, которая опреснила и подняла его уровень, что отмечается всеми специалистами. В среднем голоцене значение уровня Арала достигало 56–97 м (Максимов, 1985). Г.В. Никольский (1938) указывал подъем уровня на 4 м, и считал это результатом увеличения влажности периода.

Е.В. Максимов (1985) полагает, что озерный режим в Иссык-Кульской котловине существовал 200 тысяч лет. Его режим был нарушен лишь в интервале 60–32 тысячи лет назад, когда оно было спущено в результате резкого подъема гор, либо испытало глубокую регрессию. Озеро, возродившееся в верхнем плейстоцене, и является собственно Иссык-Кулем.

При формировании нынешнего облика Балхаш, Иссык-Куль, Арал, были пресноводными. Современная соленость их обусловлена бессточностью и накоплением солей при испарении (скорость соленакопления (Матвеев, 1935) для Иссык-Куля определена в 33400 лет).

С ранне третичного времени в северном полушарии существовала достаточно хорошо выраженная фауна пресноводных рыб в форме всех современных семейств (Лебедев, 1960; Цепкий, 1967; Сеницын, 1962; Дарлингтон, 1966).

В центральной Азии в конце палеогена в условиях влажного климата формировалась обособленная фауна, из которой после поднятия Гималаев и изолирования образовался нагорно-азиатский фаунистический комплекс, в том числе, и в Иссык-Куле (таблица 1). А родоначальниками его явились индийские представители,

расщепобрюхие. Карповые ведут свое начало от усачей (*Barbus*), которые мигрировали в первой половине третичного времени из южной и юго-восточной Азии на север в равнины, располагавшиеся на месте современной высокогорной Центральной Азии. Начавшееся поднятие Гималаев и Тибета привело к изоляции центрально-азиатской фауны от фауны Южной Азии. Нагорно-азиатская фауна, таким образом, развивалась в условиях изоляции. Для ее представителей характерна широкая экологическая валентность. Расщепобрюхие, тем не менее, легко вытесняются представителями других комплексов. Маринка оказалась наиболее близка к исходному типу и ее ареалом является Центральная Азия до Меконга и Янцзы. Осман произошел от маринки и распространен в Центральной и Средней Азии. По S. Hora (1934) и H. Rendahl (1928) гольцы произошли из *Diplophysa*. Такую точку зрения не поддерживал Турдаков Ф.А. (1963). По Л.С. Бергу (1962) предки расщепобрюхих, гольцов оказались на месте современной Нагорно-Азиатской подобласти в третичное время. Здесь в Балхашской, Таримской и Тибетской провинциях в горной их части, формировался Нагорно-Азиатский комплекс из родов *Schisothorax*, *Dyptichus*, *Nemachilus*. И этими регионами ограничивается их современное распространение.

Таблица 1.

Структура ихтиофауны оз. Иссык-Куль в современный период

Виды рыб	Происхождение, путь вселения
Нагорно-азиатский комплекс	
1. <i>Nemachilus trauchi</i> (Kessler) – Иссык Кульский губач=	Автохтон
2. <i>N. Stoliczkae</i> – голец столочки =	Автохтон
3. <i>N. dorsalis</i> (Kessler) =	Автохтон
4. <i>N. dorsalis</i> (Kessler) <i>Schizothorax issykkuli</i> =	Автохтон
5. <i>Dyptichus sewerzovi</i> Kessler =	Автохтон
6. <i>D. gymnogaster</i> Kessler=	Автохтон
7. <i>D. dybowskii</i> Kessler=	Автохтон
Понто-каспийский пресноводный комплекс	
8. <i>Abramis brama orientalis</i> Berg лещ=	С 1956 г. из Арала
9. <i>Aspius aspius ibioidae</i> (Kessler) – жерех	С 1958 г. из Гурьева
Бореально-равнинный пресноводный комплекс	
10. <i>Leuciscus schmidtii</i> (Herz)*\ – чебак.	Мсжледниковье, Арал
11. <i>L. bergi</i> Kaschkarow – чебачок.	Мсжледниковье, Арал
12. <i>Phoxinus issykkulensis</i> Berg **\ – гольян	Не ясно

Виды рыб	Происхождение, путь вселения
13. <i>Tinca tinca</i> L. – линь	С 1950 г., случайно
14. <i>Gobio gobio</i> L.- пескарь	Межледниковье, Арал
15. <i>Carassius auratus gibelio</i> Bloch – карась серебря- ный	Завезен случайно
16. <i>Alburnoides taenianus</i> Kessler – быстрянка поло- сатая	Завезена случайно
17. <i>Varicorhinus capoeta</i> S. Filippi – закаспийская храмуля	То же
18. <i>Perca schrenki</i> Kessl ***\ – окунь балхашский	То же (Никитин, 1976)
<u>Древний верхне-третичный комплекс</u>	
19. <i>Cyprinus carpio</i> L ****\ – сазан	Межледниковье, Арал
20. <i>Stizostedion lucioperca</i> (Linne) *****\ – судак	С 1958, Селигер и Урал
21. <i>Silurus glanis</i> L – сом	Никитин, 1976
<u>Бореальный предгорный комплекс</u>	
22. <i>Salmo ischchan issykogegarkuni</i> Luschin – Форель	С 1930 г, Севан
23. <i>S. Trutta oxianus</i> Kessl – форель радужная	Вышла из садков, 80-е годы
24. <i>Coregonus autumnalis migratorius</i> Georgi – омуль	С 1966, Байкал
25. <i>C. peled</i> (Gmelin) – пелядь	С 1966 г. Зап.Сибирь
26. <i>C. lavaretus</i> – сиг лудога	С 1966 г., Севан
27. <i>C. lavaretus maranecide</i> Poljkow – чудской сиг	То же
28. <i>C. albulus</i> L. – ряпушка	С 1966 г.
<u>Китайский равнинный комплекс</u>	
31. <i>Stenopharyngodon idella</i> Val – белый амур	Никитин, 1976
29. <i>Hypseleotris swinhonis</i> – элеотрис	С 1990 г. Случайно конец 80-ых.
30 <i>Pseudorasbora parva</i> (Schlegel) – амур. чебачок.	Случайно
*/ Яковлев В.Н. (1961) относит ельца к бореальному; Турдаков Ф.А. (1963) к древнему предгорному; Митрофанов В.П. (1986) – к бореальному предгорному; Пивнев И.А. (1985) – к пресноводному верхне- третичному комплексам.	
**/ Пивнев И.А. (1985) относит голяна к пресноводному верхне-третич- ному комплексу.	
***/ Г.В. Никольский (1980) относил балхашского окуня к нагорно- азиат- скому фаунистическому комплексу; В.П. Митрофанов (1989) – к боре- ально-равнинному пресноводному комплексу, что более верно.	
****/ Карп и сазан вселялись в озеро Иссык-Куль также из прудовых хозяйств.	

*****/ Никольский Г.В. (1980) относит судака к древнему верхне- третичному; Решетников Ю.С. (1981) – к борельному пресноводному комплексам.

Таким образом, в одинаковых климатических условиях обширных равнин и невысоких нагорий с большим числом рек и озер от Средиземного моря до Китая была распространена однообразная верхне- третичная ихтиофауна, представители которых населяли и *Волго-Каспий* и Аральское море. Однако в горных системах много-озерья Центральной Азии представителей этой фауны не было. Здесь, в том числе и в ПраЙссык-Куле, с последней морской трансгрессии, т.е. с миоцена, формировался нагорно-азиатский комплекс. И даже в современный период нагорно-азиатская фауна не выходит за пределы горных областей, если не считать озеро Балхаш и Аральское море, куда ее представители были транспортированы произвольно с потоком сбрасываемой озерной воды, и где они адаптировались к не типичным для них биотопам.

Происхождение современных фаун Арала, Балхаша и Иссык-Куля имеет много общего и не может рассматриваться в отрыве друг от друга. В плиоцене Аральское море было населено остаточной фауной морского происхождения, о чем свидетельствуют найденные здесь остатки рыб рода *Caspiolosa* и зубы акул. Вместе со слыхнувшей водой горных бассейнов была транспортирована и обитающая в них фауна, в том числе и рыбы. Галофильная фауна Арала в этот период погибла и это является причиной отсутствия здесь морских представителей в современный период. В.П. Митрофанов (1986) объясняет отсутствие морской фауны в Арале тем, что более «вероятна третья точка зрения об опреснении вод Арала в недавнем геологическом прошлом под воздействием усилившегося притока вод Аму-Дарьи». Таким образом, гипотеза Б.В. Максимова (1885), объясняет эти противоречивые особенности Аральского моря.

В результате свершившегося катаклизма к средиземноморско-каспийской фауне, сформировавшейся к ранне- хвалынскому времени 65–35 тыс. лет назад (Кесь, Толстов, 1960 прибавились представители нагорно-азиатского комплекса ихтиофауны – маринка, осман, голец. Произошло сложение аральской и иссык-кульской (пресноводных) ихтиофаун и исчезновение морских форм.

Удивительно сходна с Иссык-Кулем и ограничена небольшим набором ихтиофауна Балхаша (рис. 3). Коренная фауна здесь составлялась родами – маринка, осман, голец, а также балхашским окунем и голянком, отсутствующими в Арале. Но последний есть и в Иссык-Куле. В последнем, кроме маринки, османа, гольца и голяна, обитает елец, пескарь и сазан, которых нет в оз. Балхаш. что свидетель-

стует об их отсутствии до спуска горных озер и в Иссык-Куле. Откуда же они проникли в это озеро? Наиболее вероятно, что они поднялись по рекам из Аральского бассейна (Турдаков, 1963), но только не по р. Чу через Боомское ущелье. Устоявшуюся мысль о том, что из оз. Иссык-Куль через Боомское ущелье в определенные периоды прошлого вытекала р. Чу (Горячев, 1959; Турдаков, 1963; Забиров, 1978; Бондарев, 1983), не разделяет Б.В. Максимов (1985). Он доказывает, что р. Чу никогда не соединялась с озером через Боомское ущелье, которое образовывалось неоднократно (в последний раз 5–10 тыс. лет назад на границе плейстоцена – голоцена).

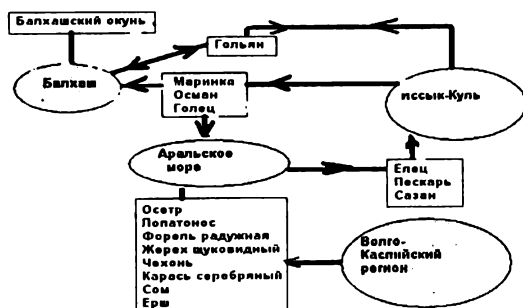


Рис. 3. Схема перераспределения и путей обмена аборигенных видов рыб в озерах Балхаш, Иссык-Куль и Аральском море. Стрелками показаны пути расселения видов. Там, где стрелок нет, указанные рыбы обитают только в этом водоеме.

Елец, пескарь и сазан проникли в оз. Иссык-Куль по системе древней ПраЧу и Иссык-Кульской реке, которые вытекали из озера, в районе Тона. Произошло это в короткий период на границе верхнего плейстоцена и голоцена. Справедливо встает вопрос: «Почему не проникли в оз. Иссык-Куль другие виды населяющие Аральский бассейн, например, форель, чехонь, карась и др.?» Этот вопрос пока остается открытым.

Таким образом, Тяньшанское многоозерье, в том числе и оз. Иссык-Куль, являясь колыбелью нагорно-азиатского ихтиокомплекса, транспортировало его представителей в оз. Балхаш и Аральское море. И если в первом эти рыбы явились ядром, то в Арале эти рыбы прибавились к довольно обширному перечню рыб, уходящих корнями в третичный период.

Если о путях вселения маринки, османа, гольца, ельца, пескаря, сазана имеется определенное мнение, то о наличии в оз. Балхаш балхашского окуня и голяна, и отсутствие в Арале голяна – остается загадкой. Нет голяна только в Аральском море, но есть в р. Чу, в Балхаше и Иссык-Куле (Турдаков, 1963; Митрофанов, 1986), куда он проник после маринки и голецов в после ледниковое время через перевал Сан-Таш (восток).

Балхашский окунь, являясь эндемиком Балхаша, по В.П. Митрофанову (1986, 1989), появился в нем раньше других видов и, возможно, с севера Казахстана через рр. Нуру-Токрау. Его предком являлся не обыкновенный окунь, а представитель, стоящий ближе к судаку (Жадин, 1949; Митрофанов, 1986, 1989). После образования Балхаш-Алакольского бассейна он оказался в нем. В Тянь-Шанском многоозерье, в том числе и в Иссык-Куле, балхашский окунь отсутствовал.

Попавший в Иссык-Куль елец на фоне остальной ихтиофауны нашел благоприятные условия для своего обитания и в отличие от других водоемов, где он всегда является субдоминантом или малочисленным видом, достиг значительной численности, занимая ведущее место в продукционных процессах. В.П. Митрофанов (1987) вслед за Л.С. Бергом (1912) и Г.В. Никольским (1931) происхождение ельцов считает северным. Проник елец в Иссык-Куль из Иртыша через Нур, Сары-Су, Чу, Сыр-Дарью, т.к. Сары-Су и Чу недавно впадали в Сыр-Дарью, предшественницей которой была Иссык-Кульская река (Максимов, 1985). Так как у краев ареала находятся наиболее уклонившиеся по морфологическим признакам от первоначальной, особенно попавшие в оптимальные экологические ниши, формы, то здесь происходит активное формообразование. Такое явление наблюдалось в Иссык-Куле, где сформировались два вида ельцов (Кашкаров, 1925; Берг, 1949; Пивнев, 1963; Турдаков, 1963; Паюсова, 1975; Митрофанов, 1986).

В настоящее время ихтиофауна Иссык-Куля составляется 6 фаунистическими комплексами (табл. 1). Аборигенная фауна представляется только тремя первыми (11 форм). Искусственно вселены в озеро 19 видов рыб. Реально встречается не менее 22 форм рыб, т.к. о судьбе выпущенных в Иссык-Куль жереха, карася, храмули, пеляди, ряпушки, балхашского окуня, белого амура, сома сказать что-либо определенное трудно. Акклиматизация не свойственных Иссык-Кулю представителей ихтиофауны привела к коренной перестройке экосистему озера, и некоторые аборигены оказались в угнетенном состоянии или на стадии исчезновения.

Таким образом, нагорно-азиатская ихтиофауна населяла большинство древних Тяньшано-Памирских водоемов, в том числе Юл-дус, Илийское, Большое Нарынское, Прайссык-Куль и др. Во время их спуска и образования Балхаш-Алакольского водоема и перестроения Арала, нагорно-азиатский ихтиокомплекс оказался в них. Произошло это в последнее межледниковье. С принятием этой позиции согласуется, и молодость ихтиофауны Балхаша, и общность ее с ихтиофауной Иссык-Куля, отсутствие в Арале морских форм животных, поднятие его уровня. Сазана и ельца нет, в Балхаше, в связи с его молодостью и отсутствием этих видов в водоемах Тянь-Шаня и Памира до последнего межледниковья. В оз. Иссык-Куль они, а также пескарь, проникли позже по рекам соединяющим Аральский бассейн с Иссык-Кулем, но не по Боомскому ущелью, как говорил Ф.А. Турдаков (1963), и которого в то время не существовало (Максимов, 1985). Пути появления в Иссык-Куле голяна не ясны.

Список литературы

- Берг Л.С. О рыбах рек Сары-Су и Нуры в Акмолинской области, Ежегодник Зоол. музея АН. 1912, т. 17, № 1, с. 53–55.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. И.Л.; Из-во АН СССР, 1949. Т. 2, 925 с.
- Берг Л.С. Обзор распространения пресноводных рыб Европы. – В кн. Избранные труды. Н. Изд-во АН СССР, 1962, т. 5, с. 238–319.
- Бондарев Л.Г. Проблема 100 метровой регрессии Иссык-Куля. – В кн.: Геоморфологические и гидрометеорологические исследования береговой зоны озера Иссык-Куль. Фрунзе. 1983. С. 53–65.
- Воскресенская Т.Н. К истории возникновения озерного водоема В Иссык-Кульской депрессии и его эволюция в кайнозое. В кн.: Геоморфологические и гидрометеорологические исследования береговой зоны озера Иссык-Куль. Фрунзе. 1983. С. 65–72.
- Воскресенская Т.Н. Палео-Иссык-Куль в Кайнозое. – В кн.: Итоги и перспективы физико-географических исследований в Киргизии. Фрунзе. Илим. 1988. С. 43–45.
- Горячев Н.В. Мезозойско-Кайнозойская структура, история тектонического развития и сейсмичность района озера Иссык-Куль. Н. 1959.
- Дарлингтон Ф. Зоогеография. Н. 1966. 519 с.
- Жадин Б.Ф. О происхождении балхашского окуня. Докл. АН СССР, 1949, т. 66, № 3, с. 499–502.

- Забиров Р.Д. Колебания уровня озера с первой четверти 19 века до наших дней. В кн.: Озеро Иссык-Куль. Фрунзе. Илим. 1978. с. 102–112.
- Кассин Н.Г. Материалы по палеогеографии Казахстана. Алма-Ата 1947. 258 с.
- Кесь А.С., Толстов С. П. О древних и современной трансгрессиях Аральского моря. Тр. Ин-та географии АН СССР, в. 79. 1960.
- Кашкаров Д.Н. Новый вид промысловой рыбы из Иссык-Куля. Тр. Туркестанского научн. об-ва. Т. 2. 1925.
- Лебедев В.Д. Пресноводная четвертичная ихтиофауна Европейской части СССР. Н. Изд-во НГУ, 1960. 402 с.
- Максимов Б.В. Загадка озера Иссык-Куль. Л. Из-во ЛГУ. 1985. 182 с.
- Матвеев В.П. Гидрологические исследования на озере Иссык-Куль в 1932 г. Тр. Киргизской комплексной экспедиции. Т. 3, в. 2. 1935.
- Мензбир М.А. Очерк истории фауны Европейской части СССР. М., Л. Биомедгиз. 1934. 222 с.
- Митрофанов В.П. Рыбы Казахстана. Т. 1. Алма-Ата. Наука. 1986. 272 с.
- Митрофанов В.П. Рыбы Казахстана. Т. 2. Алма-Ата. Наука. 1987. 200 с.
- Митрофанов В.П. Рыбы Казахстана. Т. 4. Алма-Ата. Наука. 1989. 312 с.
- Никитин А.А. Акклиматизация и искусственное воспроизводство сиговых рыб в водоемах Киргизии. Фрунзе. Илим. 1976. 12 В с.
- Никольский Г.В. Рыбы среднего и нижнего течения р. Чу. Ежегодник зоол. музея АН СССР, 1931, т. 32, вып. 2, с. 227–268.
- Никольский Г.В. Материалы по систематике быстринок Средней Азии. – В кн. Памяти академика М.А. Мензбира. М., Л. 1937. с. 303–316.
- Никольский Г.В. Рыбы Таджикистана. И.; Л., 1938. 217 с.
- Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. М. 1956. 551 с.
- Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М. 1980. 182 с.
- Паюсова А.П. Сравнительный анализ особенностей нерестовых популяций двух близких видов исык-кульских ельцов. Вопросы ихтиологии. Т. 15, в. 3(92). 1975. с. 431–440.
- Пивнев И.А. Ельцы озера Иссык-Куль. Ихтиологический сб. Киргосуниверситета. Фрунзе В.1. 1963. 38 с.
- Пивнев И.А. Рыбы бассейнов рек Чу и Талас. Фрунзе. Илим. 1985.

- Пузанов И.И. Зоогеография. Учпедгиз. 1938. 359 с.
- Решетников Ю.С. Идеи Г.В. Никольского о фаунистических комплексах и их современное развитие.- В кн. Современные проблемы ихтиологии. Н. Наука. 1981. с. 75-95.
- Синицын В.И. Палеография Азии. И., Л. 1962. 268 с.
- Трофимов А.К. основные черты геологического строения и развития озерной котловины. В кн.: История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал. Л. Наука. 1991. С. 57-60.
- Турдаков Ф.А. К вопросу о происхождении ихтиофауны оз.Иссык-Куль. ДАН СССР. т. 52, в. 3. 1946а.
- Турдаков Ф.А. Ихтиофауна средне-азиатских нагорий и вопрос о происхождении ихтиофауны средней Азии. Зоол. ж., т. 25, в. 6. 1946. С. 543-550.
- Турдаков Ф.А. Рыбы Киргизии. Фрунзе. 1963. 284 с.
- Цепкий Е.А. Влияние изменения климата в голоцене на фауны рыб континентальных водоемов СССР. Научн. докл. высш. школы. Биолог. науки. 1967. С. 27-30.
- Яковлев В.Н. Распространение пресноводных рыб неогена Голарктики и зоогеографическое районирование. Вопросы ихтиологии. 1961. т. 1. вып. 2(19).
- Hora S.L. The fish of chitral records of the indian museum. V. 36, part 3. 1934.
- Rendahl, Hjalmar. Beitrage zur Rentnis der chinesishen Suss was-serfische. - Sistematischer Teil. Arkiv for Zoologi. Dd. 20a, N 1. Stockholm. 1928. .

СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ ЗАПАДНОЙ КАРЕЛИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ САДКОВОГО ФОРЕЛЕВОДСТВА

О.П. Стерлигова, Н.В. Ильмаст, С.П. Китаев

Учреждение Российской академии наук Институт биологии
Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия
o.sterligova@yandex. ru

В последние десятилетия в северном регионе наблюдается сокращение запасов и резкое падение промысла ценных видов рыб. Поэтому перспективным направлением рыбного хозяйства в Карелии является садковое форелеводство. Основы выращивания форели в пресноводных водоемах республики были заложены еще в 1980-х годах и к настоящему времени, объемы ее производства на 47 форелевых хозяйствах по данным Общества форелеводов РК достигли 13000 т (табл. 1). Успешному развитию форелеводства способствуют благоприятные климатические условия региона, наличие транспортных сетей и квалифицированных кадров (Рыжков, 2008).

Таблица 1.

Выращивание товарной форели в Карелии в садках

Годы	Тонны	Годы	Тонны	Годы	Тонны
1973	1.0	1986	25.3	1999	1300
1974	3.0	1987	39.4	2000	1160
1975	4.1	1988	51.0	2001	1901
1976	4.1	1989	70.0	2002	2139
1977	2.6	1990	156.0	2003	2800
1978	3.2	1991	207.0	2004	4400
1979	5.1	1992	229.0	2005	5000
1980	6.0	1993	525.0	2006	6500
1981	9.0	1994	630.0	2007	8500
1982	18.1	1995	747.0	2008	10000
1983	19.1	1996	960.0	2009	11500
1984	19.8	1997	1082	2010	13000
1985	25.4	1998	969		

Для сравнения в Мурманской, Архангельской и Ленинградской областях в садках выращивают не более 1000–4000 т форели. Таким образом, в России Республика Карелия является лидером по производству радужной форели в садках.

В Карелии насчитывается более 60 тысяч озер, из которых наиболее многочисленны (около 50 тысяч) малые озера с площадью от 1 до 9 га. Водоемов с площадью от 10 до 99 га насчитывается

чуть более 7 тысяч и от 100 до 999 га – 1250. Озер с площадью 1000 га и более всего 155 (Озера Карелии, 1959; Каталог озер Карелии, 1959). Анализ литературных и фондовых материалов показал, что по гидрологическим и гидрохимическим данным только около 100 водоемов, могут использоваться для выращивания форели. В перспективе объемы производства форели в пресных водоемах Карелии могут быть доведены до 25 тыс. тонн и не более. Увеличение производства форели приведет к необратимым процессам в водных экосистемах. Во многих странах, где хорошо развито промышленное выращивание форели и других лососевых рыб (Финляндия, Норвегия, Дания и др.), уже в конце XX века до 80% биогенов от форелевых комплексов поступало в море, а у нас – во внутренние пресные водоемы.

В республике наибольшее количество ферм расположено на Онежском озере, т.е. в ее южной части (Кондопожский и Медвежьегорский районы). В настоящее время объемы выращивания форели в Карельской части Онежского озера составляют около 6–7 т в год, по расчетным данным они не должны превышать 9000 т, для всего водоема в целом – 12000 т (Китаев и др., 2008).

Для дальнейшего развития форелеводства необходимо подобрать новые водоемы, расположенные в разных районах Карелии. Целью исследований являлась оценка водоемов Суоярвского района, пригодных для товарного выращивания форели и определение предельных объемов ее производства без ущерба для водопользователей.

Озерный фонд Суоярвского района насчитывает около 60 озер с площадью от 2.0 до 88.0 км² и несколько сотен озер с меньшей площадью (Каталог озер Карелии, 1959). Из этого количества предстояло выбрать озера пригодные для размещения форелевых хозяйств и на основании исследований определить объемы ее производства в данном районе. Исследования проводили на 10 водоемах, из которых 3, наиболее крупных по размерам, относятся к бассейну Онежского озера (Гимольское, Суоярви и Салонъярви), 7 – к бассейну Ладожского озера (Вегарусъярви, Руокоярви, Суйстамонъярви, Салменъярви, Сиркойнъярви, Мярят, Уксиярви).

Озера отличаются по трофическому уровню и степени антропогенной нагрузки. Наиболее подвержено влиянию антропогенных факторов озеро Суоярви. На его побережье расположен город Суоярви и функционирует картонная фабрика. Поступающие в водоем городские и производственные стоки содержат большое количество фосфора и нефтепродуктов (0.12 мг/л) (Современное состояние...,

1998). Остальные исследуемые озера испытывают незначительное антропогенное влияние (сельское хозяйство, рекреация).

Исследуемые озера расположены в пределах от 61° 50' – 63° 60' с.ш. до 30° 57' – 32° 24' в.д. По классификации П.В. Иванова (1948) и И.С. Захаренкова (1964) они относятся к малым по площади озерам (до 100 км²) и значительно отличаются по глубинам. Средняя глубина водоемов изменяется от 2.5 м (Руокоярви) до 10.0 м (Суйстамонъярви) и оно же является самым глубоким (27.0 м). Удельный водосбор озер колеблется от 22 (Суйстамонъярви) до 400 (Сиркойнярви) и показатель условного водообмена – от 0.7 (Суйстамонъярви, Вегарусъярви.) до 36 (Руокоярви). Прозрачность воды варьирует от 0.7 до 1.7 м (Современное состояние..., 1998).

Величина pH для питьевых вод и рыбохозяйственных водоемов должна быть в пределах 6.5–7.5, что и отмечено для всех изучаемых озер. По величине общей минерализации исследуемые водоемы относятся к группе до 50 мг/л (10–20 мг/л). Нитратный и нитритный азот отмечается в виде следов. По перманганатной окисляемости озера принадлежат к классу вод – мезогумозных и мезополугумозных. По биомассе зоопланктона менее 1.0 г/м³ и зообентоса 0.22–1.25 г/м² озера можно отнести к олиготрофным (Китаев, 2007).

Рыбное население исследуемых озер представлено от 5 (Сиркойнярви) до 15 видов (Гимольское озеро). Преобладающими во всех озерах являются: окунь, плотва, лещ, щука и ряпушка. Сиг, густера и подкаменщик обитают только в Гимольском озере. В озере Суоярви был вселен судак, который в водоеме прижился и образовал промысловую численность.

Известно, что по силе загрязнения естественных водоемов постройка каждой фермы равносильна вводу в действие маленькой фабрики или завода, поэтому значительное увеличение промышленного разведения форели в пресноводных водоемах северного региона может привести к новому, мощному и быстрому эвтрофированию водоемов за счет их отходов.

При выращивании форели в садках основными источниками загрязнения являются корм и продукты метаболизма. Как показали результаты гидрохимических анализов последних лет, лимитирующими факторами загрязнения водоемов служат азот и фосфор. В настоящее время разработано несколько методов оценки поступления биогенов в водоемы, в период выращивания в садках молоди и товарной форели (Китаев и др., 2006). Эти методы широко используются для оценки влияния форелевых хозяйств на пресноводные водоемы Карелии (Китаев и др., 2008; Стерлигова и др., 2007; 2009).

Расчетные данные о поступлении биогенов для водоемов Суоярвского района (с учетом их лимнологических показателей), где возможна организация садковых хозяйств, приведены в таблице 2. Анализ результатов показал, что озеро Вегарусъярви является мало рентабельными для рыбоводства, так как в нем можно выращивать 65 т форели в год. На двух водоемах Суйстамонъярви и Сиркойнъярви можно производить 80–90 т форели в год, т.е. на пределе рентабельности. На озерах Ууксинъярви и Салменъярви с учетом того, что биогенная нагрузка носит особенно транзитный характер, объемы производства форели могут значительно отличаться, в первом – от 40 до 300 т, во втором – от 100 до 200 т в год, но требуется дополнительная корректировка при составлении биологических обоснований. На остальных озерах можно выращивать от 130 до 530 т форели в год.

Таблица 2.

Объемы выращивания форели и биогенная нагрузка (допустимая, опасная) от форелевых ферм

Водоемы	Объемы выращивания форели, т/год	Биогенная нагрузка от форелевых ферм, г/м ² год		Биогенная нагрузка допустимая, г/м ² год		Биогенная нагрузка опасная свыше, г/м ² год	
		Р	N	Р	N	Р	N
Суоярви	490	0.06	0.47	0.07	1.00	0.13	2.00
Салонъярви	360	0.05	0.43	0.06	0.90	0.12	1.80
Вегарусъярви	65	0.03	0.27	0.06	0.90	0.12	1.80
Руокоярви*	130	0.46	3.60	0.04	0.70	0.09	1.30
Суйстамонъярви	40–80	0.03–0.06	0.25–0.52	0.10	1.50	0.20	3.00
Гимольское	530	0.05	0.42	0.05	0.80	0.10	1.40
Мярэ*	85	0.04	0.30	0.07	1.00	0.13	2.00
Ууксинъярви*	48–300	0.14	1.06	0.07	1.00	0.13	2.00
Салменъярви*	100–200	0.71	5.63	0.07	1.00	0.13	2.00
Сиркойнъярви*	90	0.65	5.15	0.07	1.00	0.13	2.00

* – биогенная нагрузка носит в большой степени транзитный характер.

Таким образом, анализ результатов научно-исследовательских работ показал, что из большого числа озер Суоярвского района, только 6–7 водоемов пригодны для выращивания радужной форели.

Считаем необходимым на всех водоемах с товарным выращиванием форели, проводить экологическую экспертизу и корректировку объемов ее производства, как минимум один раз в три года. Это должно быть обязательным условием в период эксплуатации ферм

и отражено в биологическом обосновании при строительстве новых форелевых комплексов.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы РАН «Биологическое разнообразие», ФЦП Гос. контракты № 02.740.11.0700 и П №1299.

Список литературы

- Захаренков И.С. О лимнологической классификации озер Белоруссии // Биологические основы рыбного хозяйства на внутренних водоемах Прибалтики. Минск: БГУ, 1964. С. 175–176.
- Иванов П.В. Классификация озер по величине и по их средней глубине // Бюл. ЛГУ. 1948. № 21. С. 29–36.
- Каталог озер и рек Карелии (под. ред. Григорьев С.В., Грицевская Г.Л.). М.; Л., 1959. 240с.
- Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. Методы оценки био-генной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 40с.
- Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395с.
- Китаев С.П., Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Савосин Е.С. // Расчеты биогенной нагрузки от форелевых фермы на губу Святуха Онежского озера // Мат-лы всерос. науч. конф. «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований». Вологда: ВГУ, 2008. С. 113–116.
- Озера Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. 619с.
- Рыжков Л.П. Садковая аквакультура – программа действий // Материалы науч. конф. «Садковое рыбоводство. Технология выращивания. Кормление рыб и сохранение их здоровья». Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. С. 3–6.
- Современное состояние водных объектов Республики Карелия. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 188с.
- Стерлигова О.П., Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Павловский С.А., Кучко Я.А., Комулайнен С.Ф. Изучение влияния форелевого комплекса на экосистему Сямозера (Южная Карелия) // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 337. СПб.: Тов. науч. изданий КМК, 2007. С. 532–544.
- Стерлигова О.П., Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А., Павловский С.А., Савосин Е.С. Состояние Кефтьей губы Онежского озера при товарном выращивании радужной форели // Мат-лы межд. науч. конф. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 523–528.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛОДИ РЫБ В ЛИТОРАЛИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.А. Столбунов

*Учреждение Российской Академии Наук Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл.,
Россия, sia@ibiw.yaroslavl.ru*

Рыбинское водохранилище расположено в южной части Молого-Шекснинской низины. Это один из крупнейших искусственных водоемов, третий в каскаде волжских водохранилищ после Ивановского и Угличского. Площадь его водного зеркала при нормальном подпорном уровне воды составляет 4550 км², средняя глубина – 5,6 м, максимальная – 30,4 м. Более 20% занимают мелководья с глубинами до 2 м (Экологические проблемы..., 2001). В водохранилище выделяют три речных плеса (Волжский, Шекснинский, Моложский) и один озеровидный – Главный (Рыбинское водохранилище..., 1972). Располагаясь внутри каскада водохранилищ Волги, Рыбинское водохранилище принимает сток из Шекснинского, Угличского и Ивановского.

Первые исследования видового состава и распределения молоди рыб в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища относятся к 50–60 годам прошлого столетия (Захарова, 1955; Ильина, 1962). Среди обитающих в Рыбинском водохранилище 38 видов рыб преобладают фитофилы. Сходные требования к среде молоди фитофильных видов рыб обуславливают их совместное обитание в общих группировках. Уход молоди с мест нагула на другие участки происходит только при резком ухудшении условий и не связан с наступлением определенного покатного этапа развития (Ильина, 1968). В Рыбинском водохранилище молодь разных видов нагуливается на нерестилищах все лето и отходит от берегов лишь с наступлением осеннего похолодания и падением уровня (Ильина, 1968; Стрельникова, Столбунов, 2001).

Изучение состава пополнения молоди необходимы для осуществления в водоемах мероприятий по направленному формированию запасов ценных в промысловом отношении рыб. В Рыбинском водохранилище последние десятилетия характеризуются постоянным снижением общих уловов рыб. Одновременно с сокращением объемов промышленного вылова возрастает браконьерский лов, лицензируемый вылов и уловы рыболовов-любителей (Герасимов и др., 2010). Поэтому на современном этапе мониторинговые

исследования видового состава и численности молоди рыб в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища крайне важны.

Исследования проводили в мелководной зоне плёсов Рыбинского водохранилища, а также в прибрежье его основных боковых притоков в 1996–1999 и 2008–2011 гг.

Молодь рыб отлавливали 5 м волокушей из капроновой дели с размером ячеи 4 мм. Определение видовой принадлежности проводили по руководству А.Ф. Коблицкой (1981). Численность молоди рыб рассчитывали на 1 м² с учетом площади облова и количества притонений.

Список видов молоди в различных биотопах прибрежной зоны Рыбинского водохранилища и его основных боковых притоков включает 26 видов из 10 семейств рыб: балиторы (Balitoridae), сельдевые (Clupeidae), выюновые (Cobitidae), сиговые (Coregonidae), керчаковые (Cottidae), карповые (Cyprinidae), шуковые (Esocidae), тресковые (Gadidae), бычковые (Gobiidae), окуневые (Percidae). Наиболее разнообразно (14 видов) семейство карповых рыб: синец *Abramis ballerus* (L.), лещ *Abramis brama* (L.), уклейка *Alburnus alburnus* (L.), обыкновенный жерех *Aspius aspius* (L.), густера *Blicca bjoerkna* (L.), серебряный карась *Carassius auratus* (L.), золотой (обыкновенный) карась *Carassius carassius* (L.), пескарь *Gobio gobio* (L.), голавль *Leuciscus cephalus* (L.), язь *Leuciscus idus* (L.), обыкновенный елец *Leuciscus leuciscus* (L.), обыкновенный голец *Phoxinus phoxinus* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.), линь *Tinca tinca* (L.); семейство окуневые представлено 3 видами: обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.), речной окунь *Perca fluviatilis* L., обыкновенный судак *Stizostedion lucioperca* (L.); семейство шуковые – обыкновенная щука *Esox lucius* L.; семейство выюновые – обыкновенная щиповка *Cobitis taenia* L., выюн *Misgurnus fossilis* (L.); семейство балиторы – усатый голец *Barbatula barbatula* (L.); семейство керчаковые – обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio* L.; семейство бычковые – бычок-цуцик *Proterhinus marmoratus* (Pall.); семейство тресковые – налим *Lota lota* (L.); семейство сельдевые – черно-морско-каспийская тюлька *Clupeonella cultriventris* (Nordmann); семейство сиговые – европейская ряпушка *Coregonus albula* (L.).

В боковых притоках второго и третьего порядка Моложского плеса водохранилища отмечена молодь карповых видов рыб – русской быстрянки *Alburnoides bipunctatus rossicus* Berg. и верховки *Leucaspis delineatus* (Heck.) (Столбунов, Столбунова, 2003).

Наиболее распространенной в составе прибрежных группировок рыб в прибрежной зоне водохранилища являлась молодь плотвы,

окуня, густеры, уклейки, леща, щуки, язя. Наиболее редко в прибрежных биотопах встречалась молодь ерша, жереха, обыкновенного подкаменника, ряпушки и тюльки. Отмечены гибридные особи плотвы и леща, а также плотвы и густеры.

Видовое разнообразие молоди рыб в притоках водохранилища увеличивается по мере приближения к устьевым зонам. Для верховьев рек характерны высокие показатели доминирования и низкое видовое разнообразие молоди рыб, обычно 2–3 вида, один из которых является преобладающим. По мере приближения к зоне выклинивания вод водохранилища видовое разнообразие молоди возрастает и в зарегулированной зоне притоков достигает наибольших величин, как правило, от 5 до 11 видов (Столбунов, 2003).

Исследование динамики видового разнообразия в группировках молоди рыб в прибрежных биотопах разного типа показало, что на протяжении летне-осеннего периода (июнь-сентябрь) происходит изменение числа видов рыб и перераспределение их долей в составе скоплений. В течение летнего периода наблюдается тенденция возрастания показателя видового разнообразия их прибрежных скоплений. В открытой и защищенной прибрежной зоне водохранилища изменение индекса видового разнообразия связано со снижением степени доминирования отдельных видов молоди рыб в скоплениях, в речных группировках – с увеличением числа видов (Столбунов, 2007).

К концу летнего периода средняя плотность скоплений молоди рыб в прибрежных мелководьях разных плёсов водохранилища фактически одинакова. Молодь рыб в прибрежье распределена неравномерно, о чём свидетельствуют высокие значения ошибки средней численности рыб (рис. 1). Наибольшая плотность скоплений молоди рыб наблюдается в устьевых и зарегулированных участках течения притоков в зоне подпора вод водохранилища (рис. 2). Здесь наиболее высокая численность и биомасса зоопланктона – основного кормового ресурса молоди рыб (Столбунова, Столбунов, 2010). В биотопах открытой литоральной зоны водохранилища, а также в участках литорали с разреженными зарослями макрофитов плотность скоплений молоди рыб значительно ниже (рис. 2).

Основную численность прибрежных группировок молоди рыб в биотопах разного типа составляет плотва. В открытых мелководьях в конце летнего периода в составе прибрежных скоплений молоди возрастает доля уклейки.

Значительные изменения в составе и распределении прибрежных скоплений молоди рыб наблюдаются в разные по уровенному

режиму годы. Режим уровня водохранилища влияет на площадь залития нерестилищ и во многом определяет успешность прохождения нереста у рыб: распределения производителей и мощности их подхода к нерестилищам, численности производителей, а также их количество с резорбирующими половыми продуктами.

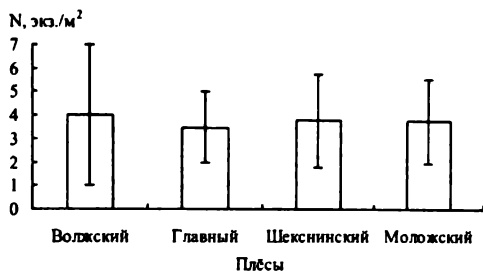


Рис. 1. Плотность скопления молоди рыб (N , экз./м²) в мелководной зоне разных плесов Рыбинского водохранилища (24–29 августа, 2009 г.). Приведены среднее значение показателя и его ошибка.

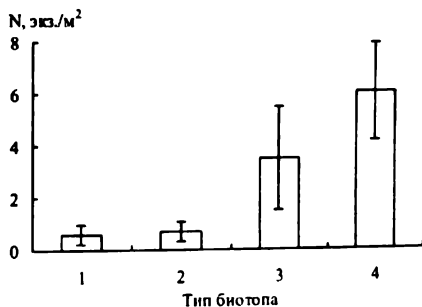


Рис. 2. Численность молоди рыб (N , экз./м²) в разных прибрежных биотопах Рыбинского водохранилища (24–29 августа, 2009); 1 – открытая литораль водохранилища, 2 – мелководья с разреженными зарослями макрофитов, 3 – зарегулированная зона притоков, 4 – устье притоков. Приведены среднее значение показателя и его ошибка.

Всё это сказывается на урожайности поколения каждого года, а в наиболее неблагоприятные годы и на урожайности поколения следующего года, поскольку дефицит нерестилищ в маловодные годы приводит к резкому увеличению численности самок фито-

фильных рыб с резорбирующей икрой (Герасимов, Поддубный, 2000). Особенно существенное влияние уровенный режим оказывает на эффективность размножения фитофильной группы рыб: семейства щуковые и карповые, молодь которых составляет в среднем 76% от общей численности молоди всех рыб. На долю молоди рыб ранненерестующих видов (щуки, синца, плотвы, окуня и др.) в водохранилище в среднем приходится 59.5%, на долю поздненерестующих видов (леща, густеры, уклейки и др.) – 40.5%. (Стрельникова, Столбунов, 2001). Ранненерестующие виды нерестуют обычно на подъеме и пике уровня, а поздненерестующие – на фазе стабилизации уровня (Герасимов, Поддубный, 2000), поэтому колебания ряда параметров гидрологического режима (максимальный уровень, время достижения максимального уровня, начало летней сработки уровня и др.) сказываются на эффективности нереста и урожайности поколений рыб. Характер уровенного режима имеет большое значение для роста и развития молоди, поскольку в основном от него зависит степень выживаемости, обусловленная уровнем развития кормовой базы и наличием убежищ от хищников (Ильина, Гордеев, 1980).

В Рыбинском водохранилище в период с мая по сентябрь 1996 г. вследствие практически полного отсутствия паводка наблюдались чрезвычайно низкие уровни (Литвинов, Рошупко, 2007). Максимальная отметка в июне составляла 99.7 м, что на 2.3 м ниже нормального подпорного уровня (НПУ). Площадь залитого побережья в маловодный год сократилась вдвое по сравнению с многоводными годами. Во время весеннего наполнения водохранилища урез воды не достигал пояса воздушно-водной растительности. Часть погруженной растительности оказалась на обсохшем грунте. Период бурного развития погруженной растительности в Рыбинском водохранилище приходился на первую половину июля (Ляшенко, 1998). К этому времени основная часть фитофильных рыб уже отнерестилась. 1997 год был более многоводным; в период массового размножения рыб уровень воды был близок к оптимальной отметке.

В маловодный 1996 г. в речных биотопах отмечена молодь 5 видов: плотвы, уклейки, леща, густеры и линя, в мелководьях водохранилища встречалась молодь 6 видов: плотвы, леща, густеры, уклейки, окуня и шиповки.

В многоводный 1997 г. видовое разнообразие молоди на данных биотопах было выше. В обловах, проводимых в речных биотопах, отмечена молодь 7 видов: плотвы, уклейки, густеры, леща, а также молоди синца, язя и щуки, которая в маловодный год не встречалась. В

литоральной зоне водохранилища присутствовала молодь 9 видов: плотвы, язя, уклейки, густеры, леща, пескаря, щуки, окуня и шиповки.

Таким образом, в маловодный год среди фитофильных рыб более успешно отнерестились рыбы с поздним нерестом: лещ, густера и уклейка. Для ранненерестующих видов (щуки, синца и язя) условия года были крайне неблагоприятными, и пополнение этих видов было малочисленным. Исключение составляют окунь и плотва, поскольку данные ранненерестующие виды рыб способны откладывать икру на различных нерестовых субстратах.

В маловодный год в речных биотопах плотность скоплений молоди леща была выше, чем в прибрежной зоне водохранилища. В многоводный год, напротив, более высокая численность молоди леща была отмечена в прибрежной зоне водохранилища. Подобная тенденция связана с тем, что в годы с низким уровнем наполнения водохранилища площади плесовых нерестилищ с залитой растительностью недостаточно. Так, при уровне воды 100.5 м площадь нерестилищ фитофильных рыб сокращается до нуля (Герасимов, Поддубный, 2000). Поэтому производители рыб в большей степени используют нерестилища речного и эстуарного типов. В многоводный год площадь плесовых нерестилищ увеличивается, и речные нерестилища используются производителями в меньшей мере.

Сравнивая урожайность молоди рыб в разные по уровню годы, следует отметить, что в многоводный год общая численность молоди рыб возрастала примерно в 2–3 раза, увеличивалась численность молоди каждого вида в отдельности и значительно возрастала доля плотвы в составе прибрежных группировок рыб.

Работа выполнена в рамках Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России». Выражаю глубокую благодарность за помощь в сборе материала Шляпкину И.В., Болотовскому А.А. (ИБВВ РАН).

Список литературы

- Герасимов Ю.В., Бражник С.Ю., Стрельников А.С. Динамика структурных показателей популяции леща *Abramis brama* (Cyprinidae) Рыбинского водохранилища за период 1954–2007 гг. // Вопросы ихтиологии. 2010. Т. 50. № 4. С. 515–525.
- Герасимов Ю.В., Поддубный С.А. Влияние уровня режима на урожайность фитофильных рыб Рыбинского водохранилища // Водные ресурсы. 2000. Т. 27. № 5. С. 554–559.
- Захарова Л.К. Материалы по биологии размножения рыб Рыбинского водохранилища // Тр. биол. ст. «Борок» им. Н.А. Морозова. Вып. 2. М.-Л. Изд. АН СССР, 1955. С. 200–265.

- Ильина Л.К. Влияние высоты уровня на нерест рыб в Рыбинском водохранилище в 1960 г. // Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР. № 13. 1962. С. 26–30.
- Ильина Л.К. Местные перемещения и структура стай молоди рыб в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища / Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах // Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР. Вып. 16 (19). 1968. С. 182–201.
- Ильина Л.К., Гордеев Н.А. Значение уровня режима для рыбного хозяйства водохранилищ // Водн. ресурсы. 1980. № 2. С. 123–136.
- Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 208 с.
- Литвинов А.С., Рошупко В.Ф. Многолетние и сезонные колебания уровня Рыбинского водохранилища и их роль в функционировании его экосистемы // Водн. ресурсы. 2007. Т. 34. № 1. С. 1–8.
- Ляшенко Г.Ф. Влияние аномально низкого уровня Рыбинского водохранилища на прибрежно-водную растительность и условия нереста фитофильных рыб // Тез. докл. Междунар. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 2». Тольятти. 1998. С. 217–218.
- Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л.: Наука, 1972. 364 с.
- Столбунов И.А. Распределение молоди рыб в разнообразных биотопах р. Сутка // Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. М.: Наука, 2003. С. 175–187.
- Столбунов И.А. Особенности распределения молоди рыб в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод. 2007. № 4. С. 38–44.
- Столбунов И.А., Столбунова В.Н. Видовой состав молоди рыб и характеристика зоопланктона некоторых озер и рек Чагодощенского района Вологодской области // Современные проблемы биологии, экологии и химии. Ярославль, 2003. С. 81–84.
- Столбунова В.Н., Столбунов И.А. Зоопланктон как кормовой ресурс молоди рыб в прибрежном мелководье Рыбинского водохранилища // Вестник Днепропетровского университета. Биология. Экология. 2010. Вып. 18. Т. 2. С. 106–111.
- Стрельникова А.П., Столбунов И.А. Распределение и плотность молоди рыб на мелководьях Рыбинского водохранилища // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Изд. ЯГТУ, 2001. С. 171–179.
- Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2001. 427 с.

ЗНАЧЕНИЕ ПРИТОКОВ ВОДОХРАНИЛИЩ В СОХРАНЕНИИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ИХТИОФАУНЫ ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ РЕК

Стрельникова А.П., Стрельников А.С.

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок,
Ярославской обл. strela@ibiw.yaroslavl.ru*

Одним из видов воздействия человека на природные экосистемы является регулирование стока рек посредством строительства плотин. Несмотря на то, что в разных странах масштабы таких работ были различны, последствия оказались очень сходными. Изменение гидрологических характеристик обусловили, в ряде случаев, необратимые процессы, которые повлияли на некоторые стороны жизни водных животных и, в частности, рыб. Особенно негативно это отразилось на рыбах, репродукционный цикл которых связан с нерестовыми миграциями. Изменились условия обитания и некоторых туводных видов рыб, живущих в реках с хорошим насыщением воды кислородом и использующих для нереста песчано-каменистые грунты. Поэтому состав рыбного населения водохранилищ, порой, значительно отличается от исходного и, в первую очередь, за счет проходных, полупроходных и реофильных видов рыб, которые нашли благоприятные условия существования в крупных притоках и малых реках бассейнов созданных водоемов.

Проведен анализ и сравнение видовой структуры траловых уловов рыб за последние несколько лет в Рыбинском и Горьковском водохранилищах и состава ихтиофауны рек, впадающих в эти водоемы.

Рыбинское водохранилище. До зарегулирования стока видовой состав рыб русла Верхней Волги, в экологическом отношении, не имел существенных отличий от фауны ее притоков и содержал одни и те же, присущие бассейну, виды (Яковлев и др., 2001). Если ранее в зоне залиitia Рыбинского водохранилища обитало 38 видов рыб, то после начала его заполнения (1941–1942 гг.) количество видов снизилось до 27, что было обусловлено резким снижением численности и даже полным исчезновением ряда проходных, полупроходных и реофильных видов рыб (Кулемин, 1944). В связи с проникновением в водохранилище ряпушки *Coregonus albula* (L.) и корюшки *Osmerus eperlanus* (L.) из оз. Белого, количество видов увеличилось до 29 (Васильев, 1950). А после вселения акклиматизантов, в водоеме зарегистрировано 35 видов рыб (Ильина, 1972). Таким образом, ихтиофауна водохранилища сформировалась из

видов рыб, которые обитали в водоемах зоны затопления, а также за счет вселенцев, завезенных человеком или иммигрировавших из других водоемов системы водосбора.

В настоящее время, судя по траловым уловам, в открытых плесах водохранилища обитают 18 видов рыб, относящихся к 9-ти семействам – сиговые Coregonidae сельдевые Clupeidae, карповые Cyprinidae, окуневые Percidae, щуковые Esocidae, тресковые Gadidae, бычковые Gobiidae, корюшковые Osmeridae и сомовые Siluridae. По сравнению с 90-ми годами прошлого столетия (Терещенко, Стрельников, 1997), в уловах появились уклейка *Alburnus alburnus* (L.) (0.7%) и белоглазка *Abramis sapo* (Pallas) (0.02%), которая встречается лишь в Моложском плесе водохранилища. Полностью отсутствуют стерлядь *Acipenser ruthenus* (L.), пелядь *Coregonus peled* (Gmelin) и угорь *Anguilla anguilla* (L.). Очень редко в тралах отмечены жерех *Aspius aspius* (L.) и язь *Leuciscus idus* (L.).

В Рыбинском водохранилище наибольшее видовое разнообразие, по сравнению с исходным составом, сохранили карповые и окуневые виды рыб. Рыбы пелагического комплекса составляют более 85%. Среди них доминирует вселенец – черноморско-каспийская тюлька, которая проникла в водохранилище во второй половине 90-х годов прошлого столетия и заняла свойственную ей экологическую нишу. В уловах она составляет более 75% от числа всех пойманных рыб. Доля других пелагических планктофагов незначительна. Численность придонных рыб остается достаточно стабильной.

Некоторые реофильные виды рыб, освоили литоральную зону водохранилища, обитая в устьевых участках рек, а также в защищенных заливах и протоках, заросших водной растительностью. К ним относятся сибирская *Cobitis melanoleuca*, Nichols; и обыкновенная шиповки *Cobitis taenia*, L., обыкновенный пескарь *Gobio gobio* L., вьюн *Misgurnus fossilis* L. (Аннотированный каталог..., 2001). Эти же биотопы освоили карась серебряный *Carassius auratus* L. и карась золотой *Carassius carassius* L., линь *Tinca tinca* L. В верхнем и среднем течении р. Ильдь (басс. Рыбинского водохранилища) стали регулярно встречаться обыкновенный подкаменщик *Cottus gobio* L. и голец *Barbatula barbatula* L. В верхней части р. Сутка и в небольших притоках р. Молога обнаружена верховка *Leucaspius delineatus* Heckel (данные С.Н. Надирова и И.А. Стобунова, экспедиция лаборатории экологии рыб ИБВВ РАН, 1999 г.).

В устьевых участках рек Себла, Тереха, Сить, Чеснава (бывшие притоки р. Мологи – басс. Рыбинского водохранилища, западное

его побережье), а также в реках Суда, Ухра и Согожа (северное и восточное побережье) отмечена молодь голавля *Leuciscus cephalus* (L.), жереха, язя, ельца *Leuciscus luciscus* (L.) и быстрянки *Alburnoides bipunctatus* Bloch (Табл. 1). Это свидетельствует о том, что в верхнем и среднем течениях этих рек сохранились самовоспроизводящиеся популяции этих видов рыб. По данным В.Н. Яковлева с соавторами.(2001) елец, так же как и белоглазка, стал попадаться и в открытых плесах водохранилища.

Таблица 1.

Видовой состав сеголетков рыб в Рыбинском водохранилище
и в устьевых участках его притоков

Вид рыб	Вод- ше	Себла	Тереха	Сить	Чесна- ва	Суда	Ухра	Сого- жа
Тюлька	++++							
Ряпушка	+							
Корюшка	+							
Щука	+	+	+	+	+	+	+	+
Лещ	++	++	++	++	++	++	++	+
Синец	++	++	++	++	++	++	+	
Быстрянка						+	+	
Уклейка	+	+++	+	++	+	+	+	
Жерех				+		++		
Густера	+	+	++	++	++	+	++	+
Голавль						+		
Язь	+	++	++	++	+	++	++	++
Елец	+		++	+		++	++	++
Чехонь	++							
Плотва	+	+++	++	+++	+++	++	++	++
Пескарь				+				
Щиповка		+		+			+	
Вьюн				+				
Налим							+	
Окунь	+++	++	++	++	++	+++	++	++
Судак	++	+	+	+		+	++	++
Бычок	+							

Примечание: В графе «Водохранилище» - результаты траловых уловов в пелагиали. В остальных - результаты уловов мальковой волокушей. + до 10, ++ до 100, +++ до 1000, ++++ более 1000 экземпляров за один улов.

В р. Молога, выше Весьегонского расширения, встречается стерлядь. Судя по опросным данным, здесь же сохранился и волжский подуст *Chondrostoma variable* Jakowlew. В реках бассейне Мологи отмечены устойчивые популяции хариуса *Thymallus thymallus* L. (Аннотированный каталог..., 2001.).

Таким образом, в настоящее время, в басс. Рыбинского водохранилища, по нашим наблюдениям и опросным сведениям, обитает 36 видов рыб.

Горьковское водохранилище. На первом году своего существования Горьковское водохранилище в своей нижней части представляло водоем озерного типа, а в средней и верхней – реку с замедленным течением (Кожевников, 1957). Эта особенность гидрологического режима существенным образом отразилась на составе и характере распределения рыбных стад. Ихтиофауна нижнего плеса состояла, в основном, из рыб озерного комплекса. В уловах преобладали плотва, окунь, лещ, густера, красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (L.), чехонь. Чисто речные рыбы почти отсутствовали. В среднем и верхнем плесах водохранилища еще ловились стерлядь, подуст, жерех и елец. Несмотря на то, что половозрелые особи этих видов рыб встречались часто, численность их молодежи была крайне мала. Главная причина заключалась в том, что в результате подъема уровня воды, снижения скорости течения и заиления дна, прежние нерестилища этих видов рыб стали непригодны, а нерестовые площади, образовавшиеся в верхней части водохранилища и в его притоках, еще не были ими освоены.

В целом, рыбная часть сообщества гидробионтов в этот период состояла из 30 видов (Кожевников, 1957). Это стерлядь, ряпушка, рипус, снеток, плотва, густера, лещ, белоглазка, красноперка, синоп, язь, елец, голавль, уклея, линь, верховка, чехонь, подуст, жерех, пескарь, карась золотой и серебряный, сазан, вьюн, сом, судак, окунь, щука, ерш-подкаменщик и налим.

Анализ траловых уловов, проведенных в акватории Горьковского водохранилища в настоящее время, показал наличие 19 видов рыб из 9-ти семейств. Основу уловов составляет тюлька (89.2%). Лещ *Abramis brama* (L.) и густера *Blicca bjoerkna* (L.) вместе – около 10%. Остальные виды рыб представлены единичными экземплярами. В отличие от Рыбинского водохранилища, в уловах донного трала отмечены пескарь и караси. Не смотря на то, что при заполнении водохранилища сохранились русловые участки реки, условия обитания проходных, полупроходных и реофильных видов рыб оказались достаточно неблагоприятными для освоения вновь созданного водоема. Так, стерлядь не встречается в траловых уловах. При этом есть сведения, что в русловой части водохранилища на каменистом грунте нерестятся голавль и обыкновенный елец (Лысенко, 1990).

Из широко распространенных видов рыб в Верхней Волге до регулирования ее стока, в настоящее время довольно широко рас-

пространена в водохранилище белоглазка, которая является элементом промысла. Волжский подуст также встречается в промысловых уловах, но довольно редко (Лысенко, 1990).

Исследование малых и средних рек, впадающих в водохранилище с юга, показало следующее. В составе ихтиофауны рр. Устье, Могза и Которосль (притоки р. Волги) обнаружено 11 видов рыб, относящихся к 2-м семействам: карповые Cyprinidae и вьюновые Cobitidae (Табл. 2). Это обыкновенный елец, голавль, язь, речной голянь, или красавка *Phoxinus phoxinus* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.), обыкновенный жерех, обыкновенная верховка, уклейка, обыкновенная быстрянка, лещ и обыкновенная шиповка, большая часть которых в открытых плесах Горьковском водохранилище не отмечены. Из карповых видов наиболее полно представлено п/сем. Leuciscinae, среди которого отмечены все три вида рода ельцов *Leuciscus*, населяющих равнинные реки Европы (Никольский, 1971). Большая часть обнаруженных рыб (более 60%) типичные реофилы, обитатели текучих вод, размножение которых происходит в реках на каменистых и песчаных грунтах. Почти все они до зарегулирования стока были весьма многочисленны и встречались повсеместно по всему бассейну Верхней Волги.

Таблица 2.

Видовой состав половозрелых рыб и сеголетков в Горьковском водохранилище и его притоках

Вид рыб	Вод- ще	Басс. р. Волга	Басс. р. Унжа	Кострома	Немда	Воча
Минога			+			
Ряпушка	+					
Хариус			+			
Корюшка	+					
Тюлька	++++					
Щука	+		+	+	+	+
Лещ	+++	++	+			
Быстрянка		+	+			
Синец	+					
Белоглазка	+					
Уклейка	+	+++	++	+++	+++	++
Жерех		+	+++	++	+++	+
Густера	+++		+			
Верховка		+	++		+	+
Голавль		+	+	+	+	+
Язь		+	+	+	++	+

Вид рыб	Вод- ще	Басс. р. Волга	Басс. р. Унжа	Кострома	Немда	Воча
Елец		+	+		+	+
Чехонь	++					
Гольян		+	+	+		+
Плотва	++	+	+++	+++		
Пескарь	+		+	+	+	++
Карась	+					
Голец			+	+		
Щиповка		+		+		
Налим	+					
Окунь	+		+			
Судак	++					
Берш	+					
Ерш	+		+			+
Бычок	+		+			

Примечание. Обозначения те же, что и в Табл. 1.

В многочисленных реках, впадающих в Горьковское водохранилище с севера, судя по обловам мальковой волокушей, нерестятся рыбы, ранее обитавшие в Верхней Волге. Более половины из них в траловых уловах в открытых плесах водохранилища не отмечены. Это европейская ручьевая минога *Lampetra planeri* (Bloch) – в среднем течении р. Нея, хариус, бычки, быстрянка, пескарь, верховка, гольян, голец, жерех, елец – реки бассейна р. Унжа, голавль, язь – среднее течение р. Немда. Наибольшее видовое разнообразие сеголетков рыб отмечено в рр. Кострома, Межа, Унжа, Нея. В бассейне р. Унжа отмечена молодь 19 видов рыб из 20, обнаруженных во всех притоках (Табл. 2).

Таким образом, в настоящее время в Горьковском водохранилище и его притоках обитают рыбы, относящиеся к 11 семействам: миноговые Petromyzontidae, сиговые Coregonidae, хариусовые Thimallidae, корюшковые, сельдевые, щуковые, карповые, вьюновые, тресковые, окуневые и бычковые.

Представляет интерес тот факт, что в открытых плесах исследованных водохранилищ освоили нерестовые участки и стали попадаться в составе траловых уловов некоторые реофильные виды рыб – голавль, елец, пескарь и белоглазка. На наш взгляд это свидетельствует о том, что формирование ихтиофауны водохранилищ продолжается и в настоящее время. При этом, основную роль в сохранении генофонда ихтиофауны, после зарегулирования Волги, сыграли ее притоки, малые и средние реки, впадающие в водохранилища.

Работа выполнена в рамках Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России».

Список литературы

- Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М.: Наука, 1998. 220 с.
- Аннотированный каталог круглоротых и рыб водоемов бассейна Верхней Волги. Ярославль. ИБВВ РАН. 2001. С. 53–69.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. 2. С. 469–925.
- Васильев Л.И. Формирование ихтиофауны Рыбинского водохранилища // Тр. биол. станции «Борок». М., Л., 1950. Вып. 1. С. 236–275.
- Ильина Л.К. Список видов рыб Рыбинского водохранилища // Рыбинское водохранилище и его жизнь. Л.: Наука, 1972. С. 335–338.
- Кожевников Г.П. О ходе формирования ихтиофауны Горьковского водохранилища в первый год его существования // Рыбное хозяйство. 1957. С. 67–69.
- Кулемин А.А. Промысловая ихтиофауна бассейна р. Волги в связи с проблемой рыбохозяйственного освоения Рыбинского водохранилища // Уч. зап. Яросл. пед. ин-та. 1944. Вып. 2. С. 64–100.
- Лысенко Н.Ф. Отчет «Разработать прогноз вылова рыбы и раков в озерах, реках и водохранилищах и производство товарной рыбы в РСФСР на 1991 г. (Горьковское и Чебоксарское водохранилища)». ГосНИОРХ. Горьковская лаборатория. Горький. 1990. 89 с.
- Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Высшая школа, 1971. 471 с.
- Поддубный А.Г. Ихтиофауна // Волга и ее жизнь. Л.: Наука, 1978. С. 228–247.
- Терещенко В.Г., Стрельников А.С. Многолетние изменения в структуре рыбного населения Рыбинского водохранилища // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ЯГТУ, 1997. С. 21–37.
- Яковлев В.Н., Слынько Ю.В., Кияшко В.И. Аннотированный каталог круглоротых и рыб водоемов бассейна Верхней Волги // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: ЯГТУ, 2001. С. 52–69.

МЕТОДЫ РЕСУРСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В РЕЧНЫХ СИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ)

И.И. Студенов, А.П. Новоселов

*Северный филиал ФГУП «ПИНРО», Архангельск, Россия,
igor@sevpinro.ru*

Известно, что методы проведения ресурсных исследований и оценки запасов водных биологических ресурсов (в частности рыб) в реках существенно отличается от таковых в лентических экосистемах (морях, озёрах и водохранилищах). При этом основная сложность проведения работ связана с постоянными миграциями не только проходных и полупроходных, но и туводных рыб в протяжённых и разветвлённых речных системах. В настоящей работе представлен обзор используемых СевПИНРО методов ресурсных исследований лососевых рыб в бассейне р. Северной Двины (Студенов и др., 2010).

Бассейн р. Северной Двины является одной из крупнейших речных систем Европейского Севера России. Общая протяженность водотока – 744 км, площадь водосбора – 357 000 км². Ихтиофауна представлена 43 видами рыб и рыбообразных. Принимая во внимание соотношение учтённого и неучтённого вылова (в пределах 1:4), фактический среднегодовой вылов последнего десятилетия составлял порядка 1 000 т.

В системе р. Северной Двины лососевые рыбы представлены атлантическим лососем (сёмгой), кумжей и горбушей. Кумжа встречается в основном в авандельте реки, где происходит ее нагул. Численность кумжи в этой части бассейна Белого моря невысока и даже в качестве прилова она не представляет значимого интереса ни на одном из видов рыболовства. Интродуцированная горбуша периодически (как в нечётные, так и в чётные годы) отмечается в различных притоках р. Северной Двины в период нерестовой миграции, но воспроизводство её в северодвинском бассейне пока нестабильно. Для нереста горбуша выбирает в основном малые реки и ручьи беломорского побережья (Боркичев, 2003).

Основным видом, традиционно представляющим интерес как для промысла, так и для других видов рыболовства, является сёмга. Проведение исследований состояния естественного воспроизводства атлантического лосося позволяет оценивать его численность на различных этапах жизненного цикла. Методы оценки состояния естественного воспроизводства семги в целом достаточно хорошо

проработаны и широко представлены в научной литературе. Ниже приводятся наиболее распространенные методы исследования плотностей расселения пестрятки на нерестово-выростных угодьях (НВУ), а также определения численности смолтов и производителей (Обзор..., 2000).

Определение плотностей расселения молоди лосося на НВУ. Целью применяемого метода является выявление молоди лосося на нерестово-выростных угодьях, определение плотностей расселения пестрятки, а также исследование состава ихтиофауны на НВУ. Включает:

➤ *Оценку фонда НВУ.* Необходима для последующего расчета возможной численности популяции на разных этапах онтогенеза, воспроизводящейся в исследуемой речной системе. Площади НВУ могут оцениваться различными способами: визуально или инструментально в ходе маршрутных съемок (лодочных, автомобильных или пешех). Применяется также авиавидеосъемка нерестово-выростных участков с последующим определением площадей НВУ. Известен камеральный способ оценки фонда нерестово-выростных угодий путем расчета их площадей, исходя из уклонов рек и средней ширины русел – так называемый «метод площадей» (Starmach, 1956; Мартынов, 1983). Однако он весьма приблизителен, в связи с чем должен применяться с большой осторожностью. В настоящее время необходимость в применении камерального способа практически исчезла, поскольку фонд НВУ оценен в большинстве крупных речных систем, а в малых реках может определяться более точными методами. Общий фонд нерестово – выростных угодий лосося в водотоке определяется суммированием откорректированных площадей нерестово – выростных участков.

➤ *Определение плотностей распределения пестрятки на НВУ с использованием мелкоячеистого закидного невода.* Участками работ с использованием закидного невода являются перекаты и мелководья рек со сглаженным рельефом дна и однородным каменистым грунтом. Наилучшим для применения мелкоячеистого закидного невода является период межениных или близких к ним уровней. Порядок проведения работ на водотоках разной величины различается. К преимуществам метода следует отнести оперативное получение данных по наличию и плотности расселения пестрятки лосося, а также видовому составу ихтиофауны по тому или иному участку НВУ в ходе маршрутной съемки реки или мониторинговых работ. В то же время, на участках рек с повышенными скоростями течениями и грунтом, представленным преимущественно крупны-

ми фракциями, уловистость невода существенно снижается.

➤ *Определение плотностей распределения пестряток на НВУ с использованием электроловильного аппарата.* Электролов может использоваться как на перекатах и мелководьях с малыми глубинами, сложным рельефом дна и неоднородным грунтом (валуны, скальные обломки и т.п.), так и на глубоководных участках лососевых рек – с глубинами более 1 м. Наилучшим периодом для применения электролова на мелководных участках следует считать период летней межени, в светлое время суток. На участках с глубинами более 1 м работы ведутся в периоды со стабильными уровнями, обеспечивающими наивысшую прозрачность воды, в темное время суток. Порядок проведения работ на разных (мелководные и глубоководные) участках рек имеет некоторые различия. Преимущества метода состоят в том, что в течение короткого промежутка времени на сравнительно больших по протяженности участках рек проводится по сути ихтиологическая съемка. Определяется видовой и возрастной состав уловов, выборки являются репрезентативными для проведения биологического анализа по интересующим видам рыб.

Определение численности смолтов – проводится на рыбоучетном заграждении (РУЗе), период установки которого совпадает с периодом миграции смолтов. Применяются следующие типы рыбоучетных заграждений:

➤ *Ставное рыбоучетное заграждение (выставляемое на кольях).* В плане представляет собой равносторонний треугольник, одной из вершин которого (нижней по течению) является мережа. Возможны облегченные варианты, применяемые в основном не для учета численности смолтов, а с целью отбора выборок для различных видов анализа. Вариант такой конструкции, применяемой Институтом биологии Карельского НЦ РАН, представлен на рис. 1.

➤ *Подвесные ловушки.* Используются на бурных реках, русло которых проходит в узких каньонах из скальных пород. Принцип лова таких приспособлений основан на естественном промывании столба воды с большой скоростью потока через конусообразную сетку. Обычно это устройства для проведения многолетних исследований. По берегам реки устанавливаются две деревянные, бетонные или металлические сваи, между которыми через систему блоков натягивается стальной трос, соединенный с лебедкой. Ловушка, представляющая собой куток из дели с ячеей 10 мм, усаженный на рамку, подвешивается на трос и при помощи лебедки перемещается к центру реки и погружается в воду так, чтобы верхняя кромка рамы не захлестывалась набегающим потоком. В расправленную ку-

товую часть попадают смолты, которые на быстром потоке не могут из нее выбраться. Периодически ловушка поднимается, смолты просчитываются, орудие лова очищается от скопившегося мусора. Подвесная ловушка рассчитана на проведение учета смолтов при минимальном перекрытии реки. К достоинствам конструкции можно отнести возможность ее использования на бурных потоках, где нет возможности устанавливать и обслуживать другие виды ловушек. Недостатком является возможная гибель смолтов в кутке, происходящая из-за прижатия рыб к дели напором потока.

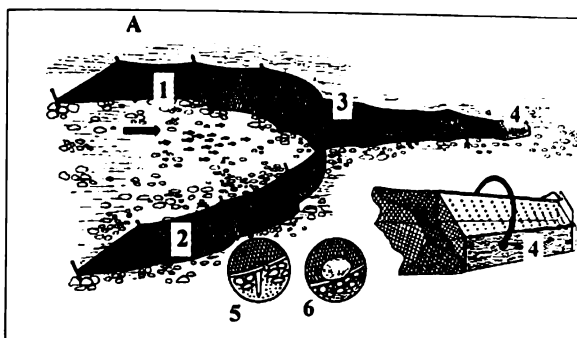


Рис. 1. Схема рыбоучетного заграждения (ловушки) для отлова смолтов. **Примечания:** 1–2. Правое и левое сетное крыло; 3. Мережа; 4. Ловчий ящик; 5–6. Способы крепления крыльев ко дну.

➤ *Наплавное рыбоучетное заграждение.* Имеет сходную конструкцию с РУЗом, устанавливаемым на кольях (ставным), однако удерживается тросом, закрепляемым за сваи. Отличия связаны также с дополнительными приспособлениями, поддерживающими конфигурацию плавающего сооружения: поплавками, вертикальными распорками и оттяжками с грузами. Установка наплавного РУЗа производится в местах с относительно спокойным течением – менее 0,5 м/с. Осмотр наплавных ловушек осуществляется с лодки. К достоинствам наплавной конструкции можно отнести меньшую зависимость от типа грунта и глубин (рис. 2).

➤ *Определение уловистости РУЗ.* Для оценки уловистости РУЗа выполняется мечение нескольких партий смолтов, их выпуск и повторный вылов. Обычно метят три партии смолтов – в начале, середине и конце периода миграции (вариант – при разных уровнях

водой. Количество рыб в партиях зависит от величины уловов. Мечение обычно осуществляется путем удаления жирового плавника с помощью хирургических ножниц, после чего смолты выпускаются в сосуд с водой и небольшим количеством антисептика. Смолты легко переносят такую процедуру мечения, и обычно отхода не наблюдается. Меченые смолты выпускаются на 2-5 км выше РУЗ. После выпуска при каждом осмотре РУЗ определяется количество повторно выловленных помеченных рыб. Результаты заносятся в специальные разделы журнала работы РУЗ.



Рис. 2. Наплавное рыбоучетное заграждение.

Уловистость РУЗ определяется по соотношению количества помеченных и выпущенных выше рыбоучетного заграждения смолтов и числа повторно обнаруженных в ловушке РУЗа смолтов:

$$CR = \frac{RS \times 100}{MS},$$

где: CR – уловистость РУЗ (%); MS – количество помеченных смолтов, экз.; RS – количество повторно выловленных смолтов, экз.

Общая уловистость РУЗ за весь период наблюдений определяется как средняя величина по результатам мечения и повторного вылова помеченных смолтов.

➤ *Определение общей численности смолтов.* При камеральной

обработке расчет численности мигрировавших смолтов ведется следующим образом. Вначале суммированием ежедневных уловов определяется общее количество учтенных на РУЗе смолтов:

$$APS = \sum_{i=1}^n DCS,$$

где: APS – общая численность учтенных на РУЗе смолтов, экз.; DCS – ежедневный вылов смолтов, экз.; n – количество показателей; i – шаг суммирования.

Затем с учетом уловистости РУЗ определяется общее количество мигрировавших смолтов:

$$AMS = \frac{APS \times 100}{CR},$$

где: AMS – общая численность всех мигрировавших из реки смолтов, экз.

Учет производителей атлантического лосося. Является одним из основных этапов в оценке продукции популяций лосося. Этим учетом заканчивается цикл определения численности одной генерации и начинается следующий. Кроме того, определение численности производителей имеет большое значение и в прикладном аспекте, так как хозяйственное использование лосося строится на промысле взрослых рыб, возвращающихся на нерест.

Существует большое количество методов учета численности производителей лосося, которые можно условно разделить на две группы: в первую группу войдут методы полного прямого учета, во вторую – расчета численности. К первой группе относятся работы на научно-промысловых рыбоучетных заграждениях, дающие исчерпывающий по своей ценности фактический материал по состоянию запасов, биологии лосося и т.п. Методы, входящие во вторую группу, дают менее достоверные материалы, поскольку основаны на неполном учете, а общая численность производителей восстанавливается расчетным путем. Ниже приводятся методы определения численности производителей атлантического лосося при полном и неполном вариантах их учета. Все они объединены одной целью – проведением наблюдений за интенсивностью и динамикой миграции, выполнением сбора материалов для определения численности производителей в стаде.

► *Метод полного учета производителей.* Полный учет производителей атлантического лосося достигается только в условиях наблюдений на рыбоучетном заграждении. В период работ данные

осмотра ловушек фиксируются в журнал, в котором отмечается дата, время, номер ловушки, количество выловленной и (или) пропущенной семги и других видов рыб. При камеральной обработке данных просчитывается количество пропущенных на нерест и изъятых в улов производителей, составляющих в сумме общую численность стада текущего года.

► *Метод восстановления численности при неполном учете производителей.* Неполный учет производителей достигается при частичном перекрытии РУЗом русла реки или использовании других орудий лова – ставных и плавных сетей (поплавей), закидных или ставных неводов, заколов, заборов, выбосов и. т. п. Общей особенностью при использовании различных орудий лова является необходимость определения их уловистости. Этот показатель в случае использования на реке только одного (контрольного) орудия лова определяется аналогично уловистости РУЗа при учете смолтов. В случае наличия нескольких промысловых участков с однотипными орудиями лова при расчетах их уловистости данные по количеству ловушек и возврату меток объединяются, находится средняя уловистость.

При определении численности нерестовых стад вначале определяется общая численность мигрантов, учтенных в однотипных орудиях лова. Затем полученная величина корректируется с учетом уловистости орудий лова, установленной с помощью мечения. Порядок расчетов подробно рассмотрен выше.

Оценка основных характеристик промысла. Основные характеристики промысла используются не только при определении уровня нагрузки на стада лосося, но и при оценке продукции популяций семги (для расчета численности мигрирующих лососей в случае их неполного учета). Под основными характеристиками промысла подразумеваются:

- численность рыбаков, занятых на промысле;
- количество однотипных орудий лова и суммарное количество всех орудий лова;
- вылов на одного рыбака за путину;
- вылов на одно орудие лова за путину;
- общий вылов лосося за путину.

Численность рыбаков, а также количество орудий лова, определяются их суммированием по различным промысловым участкам. Вылов на одного рыбака за путину рассчитывается, как частное от деления общего вылова лосося за путину на общую численность рыбаков. Аналогично определяется вылов на одно орудие за путину.

Общая оценка и описание продукции популяций лосося выполняются по всем возможным параметрам, а именно:

- по соотношению экологической емкости и фактической численности пестряток на НВУ;
- по соотношению в уловах пестряток лосося и рыб прочих видов;
- по абсолютной численности смолтов;
- по используемости производителями нерестилищ;
- по абсолютной численности производителей;
- по соотношению в уловах производителей лосося и рыб прочих видов.

В целом анализ фактических данных, получаемых по мере проведения исследований в рамках приведенных выше методов, позволяет оценивать тенденции изменения продукции популяций атлантического лосося в крупных речных системах Севера России.

Список литературы

- Боркичев В.С. Промысел и биологические показатели горбуши четной линии в Белом море// В сб.: «Материалы отчетной сессии Северного отделения ПИНРО по итогам НИР 2001–2002 гг.» Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. С. 117–121.
- Мартынов В.Г. Семга уральских притоков Печоры (экология, морфология, воспроизводство). Л.:Наука,1983. 127 с.
- Обзор методов оценки продукции лососевых рек. Архангельск, ИЦ АГМА, 2000. 48 с.
- Студенов И.И., Антонова В.П., Чуксина Н.А., Новоселов А.П. Обзор методов ресурсных исследований на крупных речных системах. Оценка состояния естественного воспроизводства атлантического лосося//В сб.: «Материалы отчетной сессии Северного филиала ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2006–2008 гг.» Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2010. С. 135–152.
- Starmach K. Rybacka i biologiczna charakterystyka rzek // Pol. Arch. Hydrobiol. 1956. V. 3(16). P. 307–332.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАДНЫХ ПОДСТЕПНЫХ ИЛЬМЕНЕЙ

Г.А. Судаков, Д.Н. Катунин, В.П. Аббакумов

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства (ФГУП «КаспНИРХ»)*

kaspiy-info@mail.ru

Западные подступные ильмени (ЗПИ) примыкают с запада к коренному руслу Волги в виде рукава Бахтемир и его продолжения – Волго-Каспийского канала. Общая площадь западного ильменно-бугрового района составляет 5,9 тыс. км², расположенного на территории Наримановского, Икрянинского и Лиманского районов Астраханской области. Зарегулирование стока р. Волги и ее основных водотоков, а также маловодность ряда лет привели в последние 5 лет к катастрофическому сокращению общей площади и пересыханию не только притрактовых, но и трактовых ильменей и даже приречных ериков (Биштубинка, Малая и Большая Дарма, Кривой Бертюль, Баррикадный, Яблонка) и, как следствие, к высыханию 45–50% ильменей. В связи с уменьшением водного стока р. Волги большая часть ильменей перестала получать питание по основным и придаточным водотокам из водораздела рр. Волга, Бахтемир, уменьшилось также грунтовое питание. При высоких уровнях р. Волги и ее водотоков западные подступные ильмени обычно заполнялись стоком волжских вод. Значительная часть этих вод расходовалась на испарение и фильтрацию. В межень большая часть ильменей в Лиманском, Наримановском и Икрянинском районах питалась грунтовыми водами. Такой сложившийся многолетний режим предохранял многие ильмени западной части дельты и трактов от полного их высыхания. В настоящий период общий объем воды в ильменях не превышал 3,5–4 км³.

По геолого-морфологическим признакам и гидрологическому режиму большинство ильменей этих трактов в классификации Мейснера (1948) отнесены к 3 категориям:

- трактовые;
- эпизодически обводненные;
- бессточные.

В течение года, в зависимости от сезона и степени подачи воды, в ильменях происходят качественные и количественные изменения гидрологического режима и химических показателей воды. В наибольшей степени они приходится на трактовые ильмени.

Для них характерно большое распреснение, низкая соленость (0,5–2,0‰), высокая зарастаемость (35–40%), а также изменения общей водной площади и протяженности береговой линии. Притрактовые и замкнутые ильмени характеризуются слабым обводнением и возрастающей минерализацией водной среды в период вегетации. Максимальная минерализация в этих водоемах в маловодные годы в летне-осенний период достигает 13–14‰. В отдельных ильменах могут при плохой водообеспеченности отмечаться заморные явления.

Площадь ильменей в зависимости от обводнения в последние годы колебалась от 50 до 380–500 га, более крупные по площади находятся в Восточненском тракте. Здесь и самые глубокие и более обводненные ильмени и с низкой степенью зарастания (10–15%). Наибольшую степень зарастаемости высшей водной растительностью имели ильмени Бешкульского тракта. Процент зарастания в июле – августе высшей водной растительностью составлял 75–80%.

По материалам исследований ФГУП «КаспНИРХ» в 2001–2005 гг. ихтиофауна западно-подstepных ильменей (трактов) представлена 22 видами, доминирующее значение в уловах занимают 10 видов: щука, карась серебряный и золотой, линь, окунь, красноперка, лещ, плотва, белый амур, пестрый толстолобик. В мелкоячеистых сетях преобладают (92%) такие рыбы, как золотой карась (36%), красноперка (35%), линь и щука (20,5–21,2%); в крупноячеистых сетях (60–90 мм) единичными экземплярами представлены сазан, лещ, судак, сом. Доля растительноядных рыб (белый амур, толстолобики) и окуня в сетных и неводных уловах последних 5 лет невелика и составила 3–5%.

Средние уловы большинства представителей туводной ихтиофауны не превышают 15–20 кг на одну сетепостановку в день. Максимальная рыбопродуктивность приходится на многоводные годы, обеспечивающие стабильное обводнение протоков и ериков и их распреснение (до 500–600 кг на контрольный порядок сетей). В этих водотоках-трактах создаются благоприятные условия для размножения и нагула большинства полупроходных и туводных рыб. особенно щуки, леща, карася, плотвы, синца и красноперки.

В естественных условиях водности р. Волги благоприятные условия обводнения ЗПИ складывались в годы с расходами воды 30–32 тыс. м³/с. В условиях зарегулирования стока максимальные расходы воды не превышают 27–28 тыс. м³/с и их подача не продолжительна (не более 7–10 суток). Поэтому ильмени заполняются не полностью и после прохождения половодья их гидрологический режим ухудшается.

В летние периоды (2006–2009 гг.) в притрактовых и замкнутых ильменах этих трактов наблюдается повышенная минерализация водной среды. Необходима рыбохозяйственная мелиорация этих

ильменей – прокопка каналов для принудительного их обводнения, так как минерализация в отдельных водоемах может достигать критических концентраций солей (12–14‰) для большинства туводных видов рыб и их кормовых объектов.

Основной проблемой современного экологического состояния ЗПИ и их рыбопродуктивности является недостаточное обводнение в подавляющем большинстве лет и, как следствие, неблагоприятный гидролого-гидрохимический режим и низкая кормовая база рыб. Большинство водных трактов требует периодической водной и фитомелиорации. Многие водные тракты и ильмени перекрыты дамбами, что ведет к деградации и деструкции водных сред этих водоемов.

Ликвидация рыболовецких колхозов и рыболовпотребкооперации привела к свертыванию направленной хозяйственной и мелиоративной деятельности. Современная статистика уловов практически отсутствует, так как большая часть ильменей (около 80% от общего озерного фонда) находится в ведении частных предпринимателей и крестьянско-фермерских хозяйств, которые не отчитываются по вылову рыб, хотя имеют квоты. Дезорганизация упорядоченной хозяйственной деятельности, имевшей место в зоне ЗПИ до конца 90-х годов прошлого века, привела к резкому сокращению уловов рыб.

В 1999–2000 гг. в западно-подстепных ильменях добывалось 100–150 т крупных (лещ, сазан, щука, судак и сом) и 440–480 т мелких пресноводных видов рыб. В 2004–2005 гг. уловы сократились до 68–40 т и в последующие годы не превышали 75 т. Общее сокращение отдельных видов рыб в уловах составило 10–12 раз, судак и жерех в промысловых уловах 2005 г. отсутствовали.

В последние годы промысел в западно-подстепных ильменях приобрел стихийный и эпизодический характер. Лов ведется отдельными звеньями (2–3 звена) Икрянинского, Наримановского и Лиманского районов в водоемах Бешкульского и Восточненского трактов. Основными орудиями лова являются секрета и сети ячеей от 36–90 мм. Лов ведется в осенне-зимний период. Браконьерский лов и неучтенное изъятие приводят к подрыву запасов в этих водоемах.

Исходя из естественной рыбопродуктивности, большую часть этих ильменей можно отнести к низким и среднепродуктивным водоемам (0,5 ц/га), что позволяет ориентировочно оценить запасы в объеме 1,5–1,8 тыс. т. Возможный вылов всех видов рыб может достигать 0,3–0,4 тыс. т.

В ильменях имеются некоторые резервы повышения уловов и роста их рыбопродуктивности за счет искусственного рыбозаведения и биомелиорации. На акватории западно-подстепных ильменей функционируют 30 специализированных рыбоводных хозяйств об-

щей площадью 3,6 тыс. га. Из них 5 хозяйств ежегодно проводят биомелиоративные работы и облов выращиваемой товарной рыбы. В 2003–2005 гг. крестьянско-фермерскими хозяйствами (КФХ) было заготовлено и посажено в ильмени 9,5 млн шт. сеголеток товарной прудовой рыбы (каarp, растительнойядные). Крупномасштабные посадки провели такие хозяйства, как ТОО «Кучергановское» (5,5 млн шт.) и КФХ (4,4 млн шт.), что позволит в будущем увеличить рыбопродуктивность до 100–150 кг/га, а запасы – от 2,5 до 3,0 тыс. т.

Комплексное проведение различных видов мелиоративных мероприятий (гидро-, фито-, биомелиорация) в зоне ЗПИ может позволить резко увеличить их рыбопродуктивность. К числу таких мероприятий следует отнести:

- создание в ильменах трактов с эффективной гидро-ирригационной системой, позволяющей обводнять и поддерживать стабильные уровни на основе механической подачи воды;
- реконструкция технически устаревших сооружений (шлюзы, монахи, водосбросные каналы);
- введение ограничения и нормирование водопотребления в весенне-летний период на нужды сельского хозяйства, включая орошаемое земледелие;
- паспортизация всех заградительных дамб и валов и разоблавание незаконно созданных;
- рациональная эксплуатация запасов и промысел рыб в осенне-зимний период в мелководных ильменах глубиной 0,5–1,3 м;
- зарыбление приглубых водоемов (глубиной 4,0–6,5 м) активными хищниками – щукой, сомом и судаком;
- систематическое проведение комплексных мелиоративных мероприятий, включая фито- и биомелиорацию.

По аналитическим расчетам специалистов ФГУП «КаспНИРХ», этот комплекс мероприятий позволит сформировать в обводненной части западно-подступных ильменей Астраханской области высокопродуктивные естественные озерно-товарные системы с продуктивностью в 200–300 кг/га.

Эти мероприятия позволят решить задачу обеспечения населения качественной питьевой водой. Материальное обеспечение намеченных мероприятий может быть осуществлено на основе выделения денежных средств из федерального и областного бюджетов, муниципальных образований и частных водопользователей.

Тем самым будет решена важная социально-экономическая проблема Астраханской области, в значительной мере возникшая в результате зарегулирования волжского стока.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ И ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ УЛОВОВ БЛИЗНЕЦОВОГО ТРАЛА В УСЛОВИЯХ ОДНОРОДНОГО БИОТОПА

В.Г. Терешенко, Л.И. Терешенко

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,
Борок, Россия, tervlad@ibiw.yaroslavl.ru*

Рациональное использование рыбных ресурсов невозможно без объективных и точных данных о численности популяций промысловых видов. Но почему мы нуждаемся в количественных данных? Прежде всего, они необходимы для выявления зон повышенной плотности рыб или зон аккумуляции биомассы. Кроме того, в условиях растущего антропогенного воздействия на водоемы становится крайне актуальным мониторинг состояния популяций, т.е. необходима информация об изменении численности (биомассы) популяций некоторых видов рыб – коммерческих, индикаторных, эндемиков или вселенцев. Корректное сопоставление данных по обилию или плотности рыб невозможно без оценки вариабельности улова в однородных условиях. Вариабельность улова вызвана изменчивостью зоны облова, коэффициента уловистости и локальной плотности рыб. Основной источник погрешности оценки плотности связан с локальной вариацией плотности рыб, для оценки которого можно воспользоваться коэффициентом вариации улова при неизменных условиях в биотопе. Пример работы трала в условиях однородного биотопа – промысел рыбы близнецовыми тралами на оз. Убинское (55°с.ш. 80°в.д.), расположенном в Западной Сибири.

Цель исследования – оценка вариабельности видовой структуры и величины улова близнецового трала в оз. Убинское.

Материал и методика

Озеро Убинское – это крупный мелководный эвтрофный водоем овальной формы 37×17 км ($S=440 \text{ км}^2$, $V=0.94 \text{ км}^3$, $h_{\text{mid}}=2.1 \text{ м}$, $h_{\text{max}}=2.8 \text{ м}$). Дно озера ровное, более 90% площади занято серым илом. Вся акватория водоема – нагульный биотоп. Ихтиофауна озера представлена фитофильными видами, которые нерестятся по всему периметру водоема, а расстояние между соседними нерестилищами не превышает 5 км (Убинское озеро, 1994). Из рыб, обитающих в оз. Убинское, наибольшей миграционной активностью обладает лещ. Известно, что расстояние, на которое способен мигрировать за нагульный сезон этот вид может достигать 30 км и более (Поддубный, Малинин, 1988; Малинин и др., 1990). Значительное

превышение расстояний, на которые способен мигрировать лещ, по сравнению с линейными размерами озера, пространственная равномерность по акватории морфометрических, гидрохимических и гидробиологических показателей (Благовидова, 1973; Кириллов, Поползин, 1973; Озеро Убинское, 1994) позволяют предположить, что рыбное население этого озера в пространственном отношении – целостная система.

Анализ основан на данных 34 дневных уловов двух одинаковых близнецовых тралов, работающих в разных районах озера. (рис 1). В том числе 14 пар (28 дневных уловов) были синхронными. Рядом с кутком трала буксировали лодку с двумя рыбаками. Выемка улова проходила в процессе траления каждые 5–10 минут. Продолжительность дневного траления – 4–4.5 час.

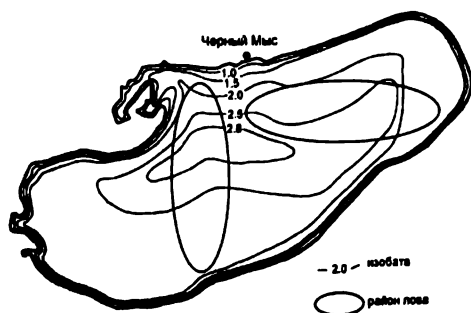


Рис. 1. Районы работы двух близнецовых тралов в оз. Убинское.

Работа проводилась в сентябре 1980 г. Для этого времени года в Западной Сибири характерна устойчивая безветренная ясная погода.

Видовой состав уловов в порядке убывания по массе был следующим: плотва *Rutilus rutilus* (L.), окунь *Perca fluviatilis* L., лещ *Abramis brama* (L.), ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.).

Анализ различий величины улова основан на критерии Стьюдента, видовой структуры улова – на индексе Чекановского-Сьеренса (1), а видового разнообразия – на индексе Шеннона-Уивера (2) (Песенко, 1982; Терещенко и др., 1994; Pielou, 1977):

$$I_{CSb} = \sum_i \min(p_{ij}, p_{ik}) \quad (1)$$

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \times \log_2 p_i \quad (2),$$

где p_{ij}, p_{ik} - доля в улове i -того вида.

Результаты

Суммарные уловы за весь период наблюдений двух тралов на одном битопе (илистые грунты) в разных районах озера были идентичны по числу видов, видовому составу (индекс Чекановского – Сьеренса $I_{CSb}=1$) и видовому разнообразию (индекс Шеннона H) (рис. 2, 3а).

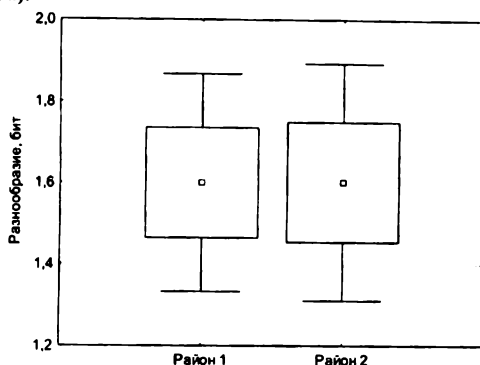


Рис. 2. Среднее индекса разнообразия уловов в сентябре в разных районах оз. Убинское и пределы его колебаний ($\bar{X} \pm \sigma_x$, $\bar{X} \pm 2 \sigma_x$).

Однако сравнение синхронных дневных уловов двух близнецовых тралов в разных районах озера показало их динамическое различие по видовому разнообразию и видовому составу. Например, 11 сентября уловы обеих бригад были представлены четырьмя видами и по соотношению видов почти идентичны (рис. 3б). Но 15 и 18 сентября по соотношению видов уловы заметно различались. Более того, 18 сентября в улове 1 бригады лещ присутствовал в единичных экземплярах (рис. 3 в, г). В целом, за весь период наблюдений показатель корреляции (по Спирмену) разнообразия синхронных уловов за день не превышал 0.2, а коэффициент Чека-

новского – Серенсена (I_{csb}), т.е. близость видового состава уловов за день варьировала от 0.5 до 0.99.

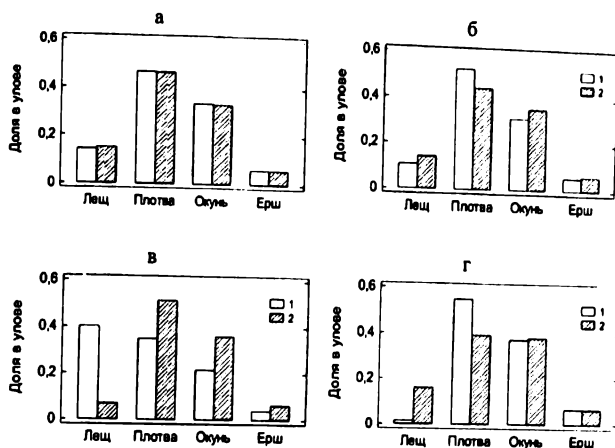


Рис. 3. Видовой состав уловов тралов 1 и 2: суммарный за месяц (а), дневной за 11 (б), 15 (в) и 18 (г) сентября.

За весь период наблюдений средний дневной улов I-го трала ($n=19$) был равен 1370 кг при коэффициенте вариации $CV=28\%$, а II-го трала ($n=15$) – 1120 кг при коэффициенте вариации $CV=34\%$. Нулевая гипотеза о нормальном законе распределения уловов близнецового трала в однородном биотопе (рис. 4а), равенство средних и дисперсий справедлива с 90%-ной вероятностью. Следовательно данные двух тралов можно было объединить в одну выборку при среднем дневном улове 1260 кг, коэффициенте вариации для абсолютных данных $CV=31\%$ и коэффициенте вариации для относительных данных $CV=30\%$.

Полученные величины варибельности улова в однородном биотопе сопоставимы с нашими данными (Экологические факторы..., 1993) по донному тралу, коэффициент вариации улова которого в сходных условиях составил $CV=39\%$, и порядка из 10 сетей, коэффициент вариации улова которого составил $CV = 50\%$ (рис. 4 б и 4 в). Расчеты показали, что при наличии 4 данных улова орудия в

сравниваемых районах (или численности рыб в разные годы) мы можем с 90% уровнем вероятности сделать вывод о различии (повышенной) плотности скоплений рыб, если эти различия составляют:

- 1.6 раз для близнецового трала,
- 2.0 раз для донного трала и
- 2.2 раз для порядка из 10 сетей.

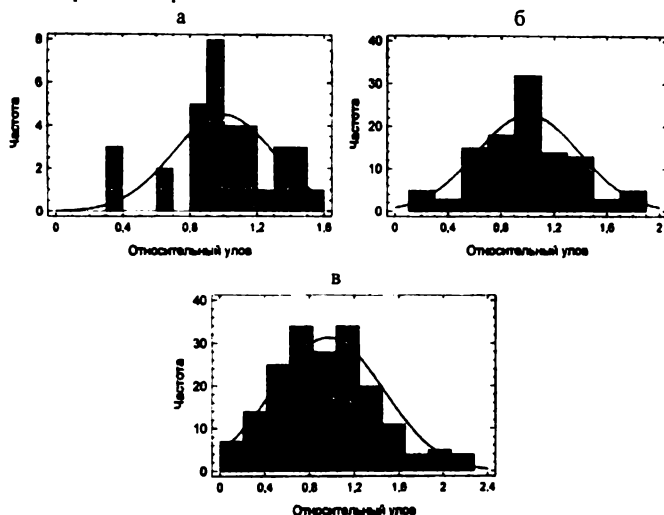


Рис. 4. Гистограммы распределения величины уловов близнецового трала на оз. Убинское (а), донного трала на Рыбинском водохранилище (б) и порядка из 10 сетей на Рыбинском водохранилище (в).

Заключение

Таким образом, рыбное население разных участков озера Убинское одинаковое, но даже в пределах однородного нагульного биотопа существует пространственно-временная неоднородность плотности, видового состава рыб в скоплении и относительного обилия разных видов. Эта неоднородность может быть связана как с локальными кормовыми перемещениями рыб, так и с их перемещениями, вызванными изменениями погодных условий. При лове близнецовым тралом технически возможно взятие проб через небольшой интервал времени непосредственно в процессе траления, что позволяет оценить масштаб этой неоднородности. Одновре-

менное использование компактной гидроакустической техники с GPS позволит обеспечить привязку ихтиологических данных к рельефу дна и местоположению на акватории.

Вариабельность уловов близнецового трала, полученная нами в однородных условиях оз. Убинского, сопоставимы с нашими данными по донному тралу, полученным в условиях нагульного биотопа Рыбинского водохранилища при повторных тралениях в течении 1-2 часов. Несколько больше оказалась вариабельность сетей в зимовальный период при повторных ловах в течении января-февраля в Рыбинском водохранилище (Экологические факторы..., 1993).

Работа выполнена при поддержке гранта ОБН РАН по программе «Биологические ресурсы России».

Список литературы

- Благовидова Л.А. Распределение и сезонные изменения зообентоса в озере // Рыбн. хоз-во озера Убинского и пути его развития. Тр. Новосибир. пед. ин-та. Вып. 90. Новосибирск, 1973. С. 34-55.
- Кириллов Н.Д., Поползин А.Г. Физико-географическая характеристика // Рыбное хозяйство озера Убинского и пути его развития. Науч. тр. Новосибир. пед. ин-та. Вып. 90. Новосибирск, 1973. С. 5-20.
- Малинин Л.К., Кияшко В.И., Линник В.Д. Экологическая дифференциация нагульных скоплений леща // Структура локальных популяций у пресноводных рыб. Труды ИБВВ АН СССР, вып. 60(63). Рыбинск, 1990. С. 23-36.
- Озеро Убинское (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования). СПб: ГосНИОРХ, 1994. 142 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.
- Поддубный А.Г., Малинин Л.К. Миграции рыб во внутренних водоемах. М.: Агропромиздат, 1988. 224 с.
- Терещенко В.Г., Терещенко Л.И., Сметанин М.М. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. С. 86-97.
- Экологические факторы пространственного распределения и перемещения гидробионтов. СПб: Гидрометеониздат, 1993. 336 с.
- Pielou E. C. Mathematical Ecology. N.Y.: A Wiley-Interscience publ., 1977. 385 p.

АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОМЫСЛА СОМА В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПОДРАЙОНЕ

В.Н. Ткач

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства, (ФГУП «КаспНИРХ»), kaspiy-info@mail.ru*

В Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне сом является одним из важных объектов промысла. Это ценная промысловая рыба, пользующаяся большим спросом на потребительском рынке. В группе пресноводных видов рыб этого района он составляет до 20% от общего улова. Сом широко распространен в дельте р. Волги, Волго-Ахтубинской пойме, но значительные концентрации его наблюдаются в авандельте и мелководных участках моря.

Промысел сома осуществляется весной и осенью как в прибрежной зоне Северного Каспия, так и в реках дельты Волги. Сом ловят преимущественно крючковой снастью: сомовниками, сетями, обтяжными неводами, но наиболее эффективными орудиями лова для сома являются секрета, на долю которых приходится более 50% улова. В прибрежной зоне добывается основная доля годового вылова сома. Максимальные уловы его наблюдаются в мае, в период миграции на нерест и подхода так называемого «морского» сома.

В уловах закидных и обтяжных неводов доля сома в некоторые годы достигает 30%. Основная доля вылова сома приходится на I полугодие (67.5%). Уловы сома в большей степени зависят от величины промысловых запасов, интенсивности промысла и от гидрометеорологической обстановки, складывающейся в каждом году. В промысловых уловах возрастная структура сома представлена особями 2–18 лет, длиной 44–150 см и массой 1.1–9.6 кг. Доминируют особи в возрасте 3–6 лет (89.5%). Средняя длина и масса в популяции сома составляет 68.6 см, 3.1 г и 5.0 лет.

Для количественной оценки влияния промысла на стада рыбами использовалась методика Трещева (1974 г.), по которой рассчитывались параметры промышленного рыболовства – промысловое усилие, выраженное объемом обловленного пространства, и относительный показатель состояния запасов – отношение улова к обловленному пространству, или улов на промысловое усилие.

В 80-е годы прошлого столетия интенсивность промысла сома была высокой и находилась на уровне 7.3 км^3 , уловы его колебались в пределах от 5.35 до 8.6 тыс. т. Улов сома на промысловое усилие составлял в среднем за период 1.01 тыс. т/км^3 , минимальные

значения его составляли в начале 80-х гг. 0.58 тыс. т/км^3 . По сравнению с периодом 70-х годов, уловы сома и его запасы в эти годы снизились в результате ухудшения условий размножения и обитания за счет снижения водности р. Волги и падения уровня Каспийского моря.

В годы 90-е годы интенсивность промысла стала снижаться, уловы сома оставались на уровне 3.5–7.0 тыс. т. Улов на усилие в среднем увеличился по сравнению с 80-ми годами и составил 1.16 тыс. т/км^3 , что свидетельствовало о постепенном увеличении его запасов (рис. 1).

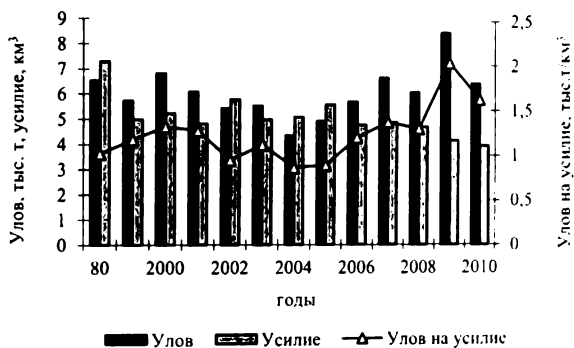


Рис. 1. Динамика интенсивности промысла сома

Проведенный анализ уловов сома за период с 2001 по 2009 гг. показал, что уловы его варьировали от 4.36 до 8.52 тыс. т. Наибольшие уловы отмечены в 2009 г., низкие – в 2004 г. и в среднем составили 5.94 тыс. т.

Промысловое усилие сома в 2001–2009 гг. колебалось от 4.2 до 5.74 км^3 , с 2005 г. оно начало постепенно снижаться, среднее значение составило 5.0 км^3 . Уменьшилось количество звеньев рыбаков, работающих в авандельте и, соответственно, орудий лова. Недовольствительная организация речного лова также отрицательно сказалась на общем промысловом усилии сома, значение которого с 2001 по 2004 гг. снизилось до минимальной величины равной 0.86 тыс. т/км^3 . Запасы сома в эти годы также снижались. Начиная с 2005 г., улов на промысловое усилие стал увеличиваться и достиг максимума в 2009 г. – 2.03 тыс. т/км^3 , когда сом был не включен-

ным в ОДУ видом. Средний показатель улова на усилие за этот период составил 1.2 тыс. т/км³. В 2010 г. показатель улова на усилие составил 1.62 тыс. т км³ – это меньше, чем в 2009 г., но выше средней многолетней величины.

Увеличение показателя улова на усилие свидетельствует о стабилизации промысловых запасов сома и подтверждает тенденцию к их росту.

В соответствии с новыми Правилами рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного района, принятыми в 2009 г., сократилась площадь Волжского запретного предустыевого пространства и увеличилась акватория промысловой зоны, а также на 30 дней возросло время лова весной, что позволит в будущем значительно повысить эффективность прибрежного лова сома.

Литература

Трещев А.И. Руководство по измерению промыслового усилия методом обловленных объемов // М.: ВНИРО, 1974. 114 с.

ЗАПАСЫ СОМА В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПОДРАЙОНЕ И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ

В.Н. Ткач, Т.А. Ветлугина

*Каспийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства, (ФГУП «КаспНИРХ»), kaspiv-info@mail.ru*

В Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна сом занимает второе место в видовом составе уловов полупроходных и пресноводных видов рыб. В 2001–2010 гг. его уловы варьировали от 4.4 до 8.5 тыс. т при среднем значении 6.0 тыс. т.

Запасы этого вида традиционно оцениваются методом «прямого» учета. Основным допущением метода является предположение о том, что рыба распределена в водоеме равномерно и перемещение рыб носит случайный характер. Сом в полной мере отвечает этим требованиям, так как у него не наблюдается ярко выраженных миграций.

Вводные данные модели: улов, ареал распространения, глубина в ареале распространения, интенсивность промысла.

Алгоритм расчетов методом «прямого» учета:

- вычислялся объем воды, в котором распространен исследуемый вид (V):

$$V = S \cdot h,$$

где: S – ареал, h – глубина в ареале распространения;

- вычислялась эффективность промысла ($C_{\text{пл}}$):

$$C_{\text{пл}} = \frac{C}{E},$$

где: C – улов, E – интенсивность промысла;

- вычислялась биомасса (B):

$$B = \frac{C_{\text{пл}} \cdot V}{k},$$

где: k – коэффициент уловистости орудий лова.

При очевидной простоте расчетов этот метод имеет свои сложности, а именно, необходимость корректировки ареалов обитания и глубин в ареалах.

В 2010 г. был создан банк данных, позволяющий использовать в расчетах методы когортного анализа.

Теоретической основой методов когортного анализа были: работа Баранова (1918), уравнение которого или его модификации применяются практически во всех методах когортного анализа, и

работа Державина (1922), впервые предложившего способ восстановления численности участвующих в промысле поколений с использованием данных по возрастному составу уловов. Методам когортного анализа посвящено большое количество исследований зарубежных и российских учёных: Фрая (1949), Гулланда (1965), Риккера (1948), Мэрфи (1965), В.К. Бабаяна (2000), Д.А. Васильева (2001) и других. Современные когортные модели позволяют использовать в расчетах всю совокупность биологической информации, а также принять во внимание неизбежное наличие ошибок в данных и гипотезах.

Вводные данные модели:

- численность возрастных групп уловов по годам промысла;
- мгновенный коэффициент естественной смертности постоянной для всего периода наблюдений;
- мгновенные коэффициенты промысловой смертности в последний (терминальный) год наблюдений;
- мгновенные коэффициенты промысловой смертности самой старшей в годовых уловах возрастной группы за весь период наблюдений;
- средняя масса одной особи в улове и в запасе по возрастам;
- доля половозрелых рыб по возрастам.

Последовательность вычислений была следующей.

Задав промысловую смертность в стартовый год, по уравнению Баранова, вычисляли численность поколения в терминальный год:

$$N_k = \frac{C_k \cdot (M_k + F_k)}{F_k \cdot [1 - \exp(-M_k - F_k)]}$$

где: N_k – численность старшей возрастной группы k , C_k – улов в штуках в возрасте k , M_k – коэффициент естественной смертности в возрасте k , F_k – коэффициент промысловой смертности в возрасте k .

Затем рассчитывали F_{k-1} :

$$F_{k-1} = \ln \frac{N_k}{N_{k-1}} - M_{k-1},$$

где: N_{k-1} – численность возрастной группы в возрасте $k-1$, M_{k-1} – коэффициент естественной смертности в возрасте $k-1$.

После этого для каждой возрастной группы, отличной от старшей, по уравнению Поупа (Pope, 1972) рассчитывалась её численность:

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot \exp(M_a) + C_{a,y} \cdot \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)$$

где: $N_{a,y}$ – численность возрастной группы в возрасте a , в год y ; $N_{a+1,y+1}$ – численность возрастной группы в возрасте $a+1$, в год $y+1$; M_a – коэффициент естественной смертности в возрасте a ; $C_{a,y}$ – улов в возрасте a , в год y .

Когортный анализ Поупа основан на предположении о том, что вылов от возрастной группы a осуществляется мгновенно в середине года:

- биомасса каждой возрастной группы определялась как произведение численности на средний вес рыбы в запасе.
- биомасса каждой возрастной группы нерестового запаса определялась как произведение биомассы возрастной группы на долю зрелых рыб в этой возрастной группе.

Для настройки модели была выбрана одна из модификаций ADAPT-метода (Gavaris, 1988). Для поиска оптимального решения использовались дополнительные данные по интенсивности промысла и величине уловов на единицу промыслового усилия.

Адаптивный подход базируется на предположении о том, что ненаблюдаемые величины, которые описывают популяционную динамику, связаны с наблюдаемыми величинами с помощью уравнений наблюдения:

$$I_{a,y,t} = q_{a,t} N_{a,y} \exp(\xi_{a,y,t})$$

где: $I_{a,y,t}$ – индекс численности, а $\xi_{a,y,t}$ – случайная ошибка.

В этих уравнениях в качестве наблюдаемых используются индексы численности, полученные из траловых съемок или из промысловой статистики. Адаптация модели к реальной ситуации и специфике изучаемого вида достигается вариациями неизвестных параметров модели и целевой функции метода:

$$SS(N_{1,y_1} \dots N_{a_k,y_k}) = \sum_{t=1}^T \sum_{a=1}^{a_k} \sum_{y=1}^{y_k} \lambda_{a,t} \cdot [\ln(I_{a,y,t}) - \ln(q_{a,t} \cdot N_{a,y})]^2$$

где: $N_{1,y_1} \dots N_{a_k,y_k}$ – численности возрастных групп в возрасте a_k в y_k году; $I_{a,y,t}$ – индексы численности возрастных групп a , в году y ; $\lambda_{a,t}$ – весовые множители; $q_{a,t}$ – коэффициенты улавливаемости в возрасте a .

При практической реализации метода в качестве неизвестных параметров модели использовались логарифмы промысловой смертности как в терминальный год, так и для старшей возрастной

группы, чтобы в процессе поиска минимума целевой функции исключить возможность попадания траектории поиска в область отрицательных значений.

Для проведения настройки вводные данные модели дополнены матрицей индексов численности по возрастам и годам промысла (уловы в штуках на единицу промыслового усилия).

Ход вычислений:

- выполнялся когортный анализ: вычислялись численности и коэффициенты промысловой смертности для всех возрастных групп и лет промысла;
- биомасса каждой возрастной группы определялась как произведение численности на средний вес рыбы в запасе;
- биомасса нерестового запаса определялась как произведение биомассы возрастной группы на долю зрелых рыб в этой возрастной группе;
- вычислялись логарифмы коэффициентов улавливаемости $\ln(q)$ для каждого возраста и года промысла, а затем их средние по возрастам;
- вычислялись остатки по возрастам и годам промысла;
- сумма квадратов остатков посылалась в сервисную программу SOLVER, которая минимизировала функцию и изменяла неизвестные параметры модели согласно найденному решению.

Оценивание параметров модели, основанное на минимизации суммы квадратов остатков между логарифмами результатов наблюдений и логарифмами их модельных аналогов, соответствует гипотезе о логнормальном распределении ошибок в наблюдениях. По мнению ряда учёных (Васильев, 2001), логнормальное распределение может рассматриваться как более хорошая (по сравнению с нормальным распределением) аппроксимация распределений, в которых вероятность доли больших ошибок выше, чем в нормальном распределении.

Компьютерная версия построена руководствуясь учебно-методическими материалами «Отраслевой семинар по изучению методических основ рационального использования промысловых биоресурсов» (2001).

Следует подчеркнуть, что в расчетах нами использовались данные об уловах из официальной статистики.

Применение настройки с использованием дополнительных данных позволяет с большей степенью надежности оценить биомассу и нерестовую биомассу (SSB) исследуемого вида.

Результаты расчетов, полученные этим методом и традиционно применяемым методом «прямого» учета, довольно близки и имеют одинаковую направленность (рис. 1).

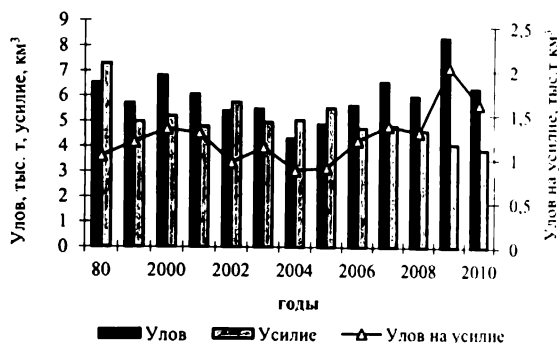


Рис. 1. Динамика биомассы сома в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (оценка разными методами)

Результаты исследований позволяют провести ретроспективный анализ. На протяжении многолетнего периода (90-е годы прошлого столетия) условия воспроизводства и нагула сома были относительно стабильны. Запасы сома в этот период находились на высоком уровне (рис. 1). В первой половине 2000-х гг. его уловы и запасы снизились. Причина того – повышение неучтенного изъятия, которое по экспертной оценке составляет 40–60% его улова. В 2007–2010 гг. запасы этого вида вновь достигли уровня 90-х гг. (рис. 1). Перспективы промысла сома благоприятны. В 2012 г. в водоемах Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона его улов может составить 7.5 тыс. т, в том числе в реке Волге и ее водотоках – 1.2 тыс. т.

Список литературы

- Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ) // М.: ВНИРО, 2000. 192 с.
- Баранов Ф.И. К вопросу о биологических обоснованиях рыбного хозяйства // Изд. отд. рыб-ва и научно-промысловых исследований. М., 1918. Т. 1. Вып. 2. С. 81–128.

- Васильев Д.А. Когортные модели и оценка параметров систем запас – пополнение при дефиците информации // М.: ВНИРО, 2001. 110 с.
- Державин А.Н. Севрюга. Биологический очерк // Известия Бакинской ихтиол. лаборатории. Баку, 1922. 393 с.
- Отраслевой семинар по изучению методических основ рационального использования промысловых биоресурсов. М.: ВНИРО, 2001. 66 с.
- Fry F. E. J. Statistics of a lake trout fishery // *Biometrics*. 1949. № 5. P. 26–67.
- Gavaris S. An adaptive framework for the estimation of population size. (CAFSAC) Res. Doc. 88/29. 1988. 12 p.
- Gulland J.A. Estimation of mortality rates // Annex to Arctic Fisheries Working Group Report. ICES, C. M. 1965. Doc. № 3. 9 p.
- Murphy G.I. A solution of the catch equation // *Journal of Fisheries Research Board of Canada*. 1965. V. 22. P. 191–202.
- Pope J.G. An investigation of the accuracy of virtual population analysis // *ICNAF Res. Bull.* 1972. Bull. 9. P. 65–74.
- Ricker W.E. Methods of estimating vital statistics of fish populations // *Indiana University. Publication Science Series* 15. 1948.

ТЕМП РОСТА МОЛОДИ ПРЕСНОВОДНОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR* L.) В РЕКЕ СУНА

И.А. Тыркин

Северный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск,
Республика Карелия, igor7895@yandex.ru

Введение

Суна – вторая по протяжённости река в Карелии, её длина составляет 280 км, а средний уклон – 1.6‰. Площадь водосбора её – 7670 км² (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1972). Река берет исток из озера Кивиярви и впадает в Кондопожскую губу Онежского озера. Река образует озёрно-речную систему, одна треть которой приходится на озёра. На реке имеется три водопада. Один из них – Кивач, расположенный в 34 км от устья (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема реки Суна в границах природного заповедника «Кивач».

В прошлом река Суна использовалась для молевого сплава. В связи с этим её сток был зарегулирован, что позволяло водотoku

реки придать импульсный характер, для увеличения ее несущей способности во время сплава (Смирнов, 2006; 2008). Известно, что молевой сплав приводит к нарушению гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов рек. Помимо механического разрушения русла бревнами происходит химическое загрязнение вод за счет диффузии минеральных и органических веществ из сплавляемой древесины в воду. В процессе сплава древесины на дно оседает огромное количество коры, бревен и других древесных остатков. В таких реках наблюдается быстрая деградация нерестово-вырастных угодий лососевых и сиговых рыб. Особенно быстро это происходит при отсутствии производителей на нерестилищах. Седиментация взвесей приводит к зарастанию грунтов. Через несколько лет грунты становятся настолько плотными, что нерест на таких участках становится невозможным. Вследствие воздействия всех этих факторов, многие нерестовые реки потеряли свою былую репродуктивную ценность.

Последствия лесосплава для рыбного сообщества реки Суна были настолько катастрофическими, что даже прекращение сплава в 1973 г. и частичная очистка реки от остатков лесосплава не привели к восстановлению утраченной популяции лосося (Смирнов, 2008).

В ноябре 2004 г. был реализован технический проект восстановления участка реки ниже водопада Кивач в качестве нерестово-вырастного угодья лосося. Первые результаты осуществления этого проекта в сочетании с рыбоводными мероприятиями опубликованы (Смирнов, 2006; Щуров и др., 2006).

Материалы и методы

Протяжённость облавливаемого участка 100 м (рис. 1). Обловы проводятся с помощью специального электроловного аппарата по общепринятой методике (Маслов, 1989; Karlstrom, 1976). Этот способ давно апробирован и успешно используется для оценки численности молоди лосося в реках, что позволяет судить о состоянии естественного воспроизводства лосося (Есин, 2009). Особо следует отметить, что отловленная молодь после подсчета и измерений выпускается живой в места вылова. У всей рыбы измеряли длину (AB, AC и AD) и вес. Для определения возраста брали несколько чешуи.

В 2009 году обловы проводили в начале апреля и начале сентября. По этим материалам выполнен расчет темпа линейного и весового роста молоди.

Результаты

В последние годы наблюдается значительное увеличение численности всех возрастных групп молоди лосося, особенно сеголетков (Щуров и др, 2008).

Данные контрольного облова в сентябре 2009 г. показали, что производители успешно нерестятся на исследуемом нерестово-выростном участке. Нами была обнаружена молодь трёх возрастных групп (0+; 1+; 2+) (рис. 2).

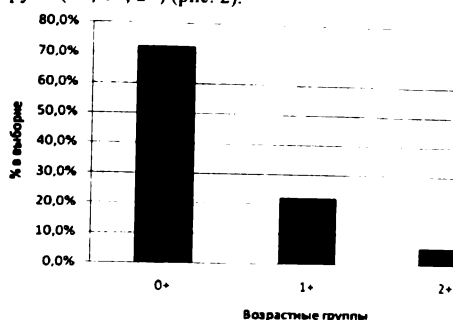


Рис. 2. Возрастной состав молоди на восстановленном НВУ в 2009 году.

В обловах 2009 года отсутствует возрастная группа 3+ (рис. 2), по сравнению с прошлым годом (Щуров и др., 2008). Известно, что в притоках Онежского озера речной период жизни лосося длится 2–3 года, но большая часть молоди мигрирует на нагул в озеро в возрасте 2+.

По темпу роста молодь лосося реки Суна не уступает молоди из других притоков Онежского и Ладожского озёр. Так, сеголетки лосося в реке Хинтола (приток Ладожского озера) в сентябре – начале октября достигают массы тела 4,5 г, при длине тела 7 см (Ивантер и др., 2002). Сеголетки в реке Суна несколько превосходят хинтольского лосося по этим показателям (табл. 1). Это свидетельствует о достаточной кормовой базе и благоприятных условиях обитания, питания и роста молоди лосося на рекультивированном участке реки Суна. Так, биомасса зообентоса на этом участке составляет 17 г·м⁻² (Барышев, Веселов, 2008). По этому показателю кормовую базу молоди лосося можно оценить как высокую (Шустов, 1983).

Таблица 1.

Линейные размеры и вес молоди лосося в уловах начала сентября.
Средние значения суточного прироста за период 08.04–08.09.2009 года.

Возрастные группы	Линейные размеры (M±S), мм				Вес, г	при-вес/сут, г
	AB	при-рост\сут	AC	при-рост\сут		
0+	81±5	0.4	76±5	-	4.7±1.0	0.03
1+	142±13	0.4	133±12	0.4	25.5±8.3	0.1

Заключение

Результаты контрольных обловов свидетельствуют о том, что после рекультивации участка русла реки Суна в сочетании с рыбо-водными работами, на нем началось восстановление естественного воспроизводства лосося. Возрастной состав молоди последние годы стабилизировался, а численность молоди остается высокой.

Это ещё раз доказывает, что рекультивация нерестово-вырастных участков является одним из самых действенных и эффективных способов, позволяющим гарантированно восстановить численность лосося на реках, которые из-за деятельности человека утратили НВУ для нереста лосося.

Список литературы

- Барышев И.А., Веселов А.Е. Зообентос рекультивированных нерестово-вырастных участков лососевых рыб в реках бассейна Онежского озера // Матер. Междунар. Науч. Конф. Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения. Часть II. Пенза. 2008. С. 124–126.
- Есин Е.В. Сравнение разных методов количественного учёта молоди лососёвых рыб (Salmonidae) в малой реке Микочева (Западная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. 2009. Т. 49. № 6. С. 800–808.
- Ивантер Д.Э., Шуров И.Л., Широков В.А. Река Хиитола как перспективный объект рыболовного туризма (рыбохозяйственная оценка). Петрозаводск: Скандинавия, 2002. 47 с.
- Маслов С.Е. Применение электроловов ранцевого типа в ихтиологических исследованиях на лососёвых реках // Тез. докл. респ. конф. Петрозаводск, 1989. С. 22–28
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2 Карелия и Северо-Запад, Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 527 с.
- Смирнов Ю.А. Из опыта рекультивации нерестово - вырастных угодий озерной формы атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в

- останце реки Суна после молевого лесосплава // Тр. Гос. природ. Заповедника «Кивач». 2006. Вып. 3. С. 127–138.
- Смирнов Ю.А. Справка к истории починки нерестово – выростных угодий лосося (*Salmo salar* L.) в останце реки Суна. Тр. Гос. природ. Заповедника «Кивач», 2008. Вып. 4. С. 150–153.
- Шустов Ю.А. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 1983. 152 с.
- Щуров И.Л., Широков В.А., Смирнов Ю.А. Восстановление популяций лосося в реке Суна // Тр. Гос. природ. Заповедника «Кивач», 2006. Вып. 3. С. 139–140.
- Щуров И.Л., Широков В.А., Тыркин И.А., Шульман Б.С. Результаты рекультивации нерестилища лосося в реке Суна. Тр. Гос. природ. Заповедника «Кивач», 2008. Вып. 4. С. 154–155.
- Karlstrom O. Quantitative Methods in Electrical Fishings in Swedish Salmon Rivers // ZOON. 1976. V. 4. P. 53–63.

ВЛИЯНИЕ ПАЗАРИТОВ НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ РЫБ В ВЕРХНЕВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

А.В. Тютин, Е.Н. Медянцева, Г.И. Извекова

Учреждение Российской академии наук Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН, Борок, Россия,
tyutin@ibiw.yaroslavl.ru

В период зарегулирования стока Волги в середине XX века нередко отмечали вспышки численности отдельных видов паразитов, вызывавших эпизоотии или существенно снижавших товарную ценность массовых видов рыб (Изюмова, 1977). Постепенно в верхне-волжских водохранилищах сформировались достаточно стабильные паразитарные системы с относительно невысокими уровнями заражения хозяев. В последние годы, на фоне повышения среднегодовых значений температуры, появилась тенденция к увеличению роли паразитарного фактора в регулировании структуры сообществ рыб. В первую очередь этот процесс затронул наиболее многочисленные популяции карповых рыб. Сначала это проявлялось в частичном замещении обычных для молоди карповых моногеней рода *Dactylogylus* представителями *Gyrodactylus* или в неожиданном росте встречаемости у них редких и новых эктопаразитических инфузорий, включая американскую *Ambiphrya ameiuri* (Тютин, 2002). Позднее стали отмечаться случаи нарушения стабильности более сложных паразитарных систем и сообществ паразитов. Менее восприимчивые к заражению виды хозяев получают при этом некоторое преимущество в конкурентных отношениях. Часто сеголетки позднереставшихся видов имеют более высокие шансы на заражение паразитами с прямым жизненным циклом, а предпочитающие прибрежные биотопы рыбы обычно уязвимы для личиночных стадий гельминтов, завершающих развитие в рыбоядных птицах.

Например, одними из наиболее патогенных паразитов карповых рыб в Рыбинском водохранилище остаются цестоды семейства Ligulidae, на стадии плероцеркоида способные вызвать гибель молоди и паразитарную кастрацию взрослых особей (Извекова, Кузьмина, 1996; Тютин, Кияшко, 2005). По данным пелагических тралений к 2004–2008 гг. встречаемость *Ligula intestinalis* у чехони выросла с 13% до 44%, тогда как зараженные особи синца в выборках отсутствовали, а для уклей этот показатель не превышал 2–3%. Среди бентофагов наиболее высокая встречаемость плероцеркоидов Ligulidae характерна для леща: до 15% даже в удаленных от берега участках Рыбинского водохранилища и до 50% в нижней части

Горьковского водохранилища, что на порядок выше значений, отмечаемых у плотвы и густеры. В значительной степени это связано с восприимчивостью леща к заражению плероцеркоидами быстро распространяющейся в регионе теплолюбивой цестоды *Digramma interrupta*, доля которой уже достигает 30–50% от общей численности Ligulidae. Облигатным хозяином этой цестоды является золотой карась, что при увеличении численности дефинитивных хозяев (рыбоядных птиц) в малых пойменных озерах способствует постепенному замещению этого вида невосприимчивыми к заражению гиногенетическими формами серебряного карася (Тютин, 1999). Эффективность естественной элиминации зараженных особей в очагах лигулидозов уменьшилась из-за частичного перехода хищных рыб на питание натурализовавшейся в верхневолжских водохранилищах черноморско-каспийской килькой. С учетом сокращения из-за заморов численности популяций ерша (промежуточного хозяина) это резко снизило зараженность налима *Eubothrium rugosum*, а щуки *Triacanthophorus nodulosus*. Паразитарная нагрузка на судака и берша, не имеющих узкоспецифичных кишечных цестод, но являющихся одновременно промежуточными и дефинитивными хозяевами трематоды *Bucephalus polymorphus*, также снижается. Это связано с постепенным замещением поселений первого промежуточного хозяина двусторчатого моллюска *Dreissena polymorpha* с относительно постоянным уровнем зараженности невосприимчивым к заражению черноморским видом *D. bugensis* (Тютин, 2003; Тютин и др. 2005). У карповых рыб, напротив, отмечено увеличение встречаемости метацеркарий трематоды *Posthodiplostomum cuticola*, завершающей развитие в рыбоядных птицах. Вызываемая метацеркариями «чернопятнистая» болезнь, наиболее опасная для мальков, приводит к искривлению позвоночника, разрушению мускулатуры и гибели хозяина. Следует отметить, что в некоторых участках дельты Волги уже в 1980–1990 гг. до 80% смертности среди сеголеток карповых рыб связывали с появлением, наряду с местным постодиплостомозом, крупных очагов апофаллеза – похожего «чернопятнистого» заболевания, вызываемого более мелкими метацеркариями черноморско-азовской трематоды *Apophallus tuehlingi* (Бисерова, 2005). Число метацеркарий у сеголеток воблы при этом могло доходить до 300 экз. у мальков размером 20 мм и до 500 экз. у особей с длиной тела 30 мм. К ухудшению паразитологической ситуации привели высокая плотность популяций рыбоядных птиц, а также быстрые темпы натурализации и резкий рост численности поселений случайно завезенного через Волго-Донской

судоходный канал первого промежуточного хозяина – брюхоногого моллюска *Lithoglyphus naticoides*. К 2005 г. формирование первых локальных очагов апофаллеза было зарегистрировано и в большинстве водохранилищ Средней и Верхней Волги: Ивановском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском (Tyutin, Slynko, 2010). Максимальная встречаемость парентит этого вида у взрослых литоглифов выявлена в Рыбинском водохранилище, где в отдельные годы она достигает до 65%. Данные природных наблюдений и лабораторных экспериментов свидетельствуют о том, что верхневолжские популяции карповых рыб пока демонстрируют высокую устойчивость к новому для региона гельминту.

Хорошая выживаемость зараженных метацеркариями мальков необходима трематодам для успешного завершения жизненного цикла. Даже в условиях хронических опытов при высоких дозах церкарий *Apophallus muehlingi* у сеголетков исследованных нами видов карповых рыб не было зарегистрировано летальных случаев. Можно говорить лишь о снижении подвижности экспериментально зараженных особей из-за механического повреждения личинками трематоды их мускулатуры, что в природных условиях повышает вероятность попадания паразита в кишечник окончательного хозяина. Степень межвидовых различий ограничения подвижности мальков при экспериментальном заражении *A. muehlingi* косвенно можно оценить по повышенному уровню содержания в мышцах гликогена – основного запасного полисахарида и одного из главных источников энергии у рыб и других животных. В частности, у сеголеток язя и плотвы это показатель оказался повышен по сравнению с контролем в 1.6–1.7 раза, а у мальков ельца и серебряного карася только в 1.2–1.4 раза. Близкие результаты наблюдали как в краткосрочном (до 3 суток), так и хроническом (до месяца) вариантах опытов. Аналогичные данные были получены при исследовании сеголеток плотвы, спонтанно заразившихся метацеркариями *Posthodiplostomum cuticola* в природных условиях. Так, содержание гликогена в мышцах плотвы у незараженных и зараженных *P. cuticola* в природе особей составило $0.30 \pm 0.03\%$ и $0.40 \pm 0.04\%$ от влажной массы навески, а в остром опыте с *A. muehlingi* – $0.31 \pm 0.02\%$ и $0.54 \pm 0.07\%$, соответственно. Содержание белка у зараженных рыб по сравнению с незараженными в данном случае также оказалось более высоким: $70.94 \pm 3.54\%$ и $51.68 \pm 2.65\%$ (*P. cuticola* в природе), $94.58 \pm 6.69\%$ и $71.82 \pm 6.02\%$ (*A. muehlingi* в эксперименте).

Учитывая, что в прибрежье верхневолжских водохранилищ зараженность молоди некоторых фитофильных рыб метацеркариями

других трематод (*Diplostomum*, *Paracoenogonimus*) часто достигает 100%, селективность выедания менее подвижных сеголетков хищниками может проявиться заметнее именно на этих биотопах за счет появляющегося при смешанном заражении кумулятивного эффекта. Встречаемость трех других ассоциированных с моллюском *Lithoglyphus naticoides* видов трематод в Верхней Волге пока уступает средневолжским показателям и слабо варьирует по годам. Так, в Чебоксарском водохранилище зараженность литоглифа партенитами *Sanguinicola volgensis* составила $3.6 \pm 1.8\%$, *Nicolla skrjabini* – $1.8 \pm 1.3\%$, *Parasymphylodora markewitschi* – $15.5 \pm 3.5\%$. В 2009 г. в выборках из Рыбинского водохранилища первый вид не был отмечен, встречаемость двух других видов составила $0.4 \pm 0.4\%$ и $12.1 \pm 2.2\%$, а в 2010 г. – $1.8 \pm 1.1\%$, $0.6 \pm 0.6\%$ и $8.0 \pm 2.1\%$, соответственно. Однако следует отметить, что для быстрого роста численности *Nicolla skrjabini* в верхневолжских водохранилищах достаточно увеличения плотности популяций байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus*, ставшей промежуточным хозяином этого широкоспецифичного гельминта, или повышения темпов расселения понтотанского бычка-цуцка (как одного из основных дефинитивных хозяев). До этого в Рыбинском водохранилище бычок-цуцук уже был зарегистрирован в качестве переносчика паразитических инфузорий (*Epistylis lwoffii*, *Trichodina acuta*, *Ambiphrya ameiuri*) и реофильных рачков (*Caligus lacustris*, *Ergasilus briani*), наиболее патогенных для молоди карповых рыб. Приведенные примеры показывают значение паразитарного фактора для процессов формирования устойчивой структуры сообществ пресноводных рыб.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-04-00204-а).

Литература

- Бисерова Л.И. Трематоды *Apophallus muehlengi* и *Rossicotrema donicum* – паразиты рыб дельты Волги (особенности экологии и ихтиопаразитозы, ими вызываемые): Автореф... канд. биол. наук. Москва: ИнПа РАН. 2005. 24 с.
- Извекова Г.И., Кузьмина В.В. Влияние заражения плероцеркондами *Ligula intestinalis* на активность пищеварительных ферментов и содержание гликогена в тканях леща // Паразитология. 1996. Т. 30. Вып. 1. С. 45–51.
- Исюмова Н.А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути ее формирования. Л.: Наука, 1977. 284 с.

- Тютин А.В. Повторная находка североамериканской инфузории *Ambiphrya ameiuri* (Peritricha: Scyphidiidae) в Рыбинском водохранилище // Паразитология. 2002. Т. 36. Вып. 2. С. 163–166.
- Тютин А.В. Сравнительный анализ паразитофауны двух видов пелагических рыб-вселенцев в Рыбинском водохранилище // Биология внутренних вод. 2003. № 2. С. 86–91.
- Тютин А.В., Кияшко В.И. Встречаемость цестод семейства Ligulidae у карповых рыб Верхневолжских водохранилищ после вселения черноморско-каспийской тюльки // Проблемы цестодологии. Вып. 3. СПб: ЗИН РАН. 2005. С. 267–276.
- Тютин А.В., Щербина Г.Х., Медянцева Е.Н. Многолетняя динамика зараженности *Dreissena polymorpha* (Bivalvia, Dreissenidae) паренитами трематод в Верхневолжских водохранилищах // Биологические ресурсы пресных вод: беспозвоночные. Рыбинск: Изд-во РДП, 2005. 374–384.
- Tyutin A.V. Pathogenic effect of cestodes of the family Ligulidae in small lakes // Parasites, Production and Environment. Abstracts of the 17th WAAVP conference. Copenhagen. 1999. P. 86.
- Tyutin A.V., Slyngo Yu.V. The first finding of the Black Sea snail *Lithoglyphus naticoides* (Gastropoda) and its associated species-specific trematoda in the Upper Volga basin // Russian Journal of Biological Invasions. 2010. V. 1. № 1. P. 45–49.

ПРОМЫСЕЛ И ДИНАМИКА НЕРЕСТОВОГО ХОДА САЗАНА Р. УРАЛ

Т.А. Утеулиев, Т.Н. Камиева, Г.Г. Джунусова
Атырауский филиал Казахского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства, г. Атырау, Казахстан,
bokova08@mail.ru

Рыбное хозяйство Атырауской области представляет важное звено Республики Казахстан. Основной промысел полупроходных видов рыб ведется в р.Урал. Видовой состав промысловых рыб разнообразен и состоит из 22 видов, в том числе и сазан. Уловы сазана не стабильны и колеблются по годам. Однако в отдельные годы численность сазана в р.Урал возрастала и уловы были высокими.

Сазан (*Cyprinus carpio*) относится к отряду карпообразных (Cypriniformes), семейству Карповых (Cyprinidae), роду сазан (*Cyprinus*). Сазан пресноводный по происхождению вид, освоивший опресненные участки моря.

В Урало-Каспийском бассейне представлен экологическими формами:

- полупроходными – нагуливается и зимует в предустьевом пространстве р.Урал, а на нерест поднимается вверх по реке на расстоянии в 100–150 км от моря откладывает икру. (Яновский, 1967);
- морскими – встречается на глубинах от 2 до 5 м по всему побережью Северного Каспия и предпочитает мягкие грунты;
- дельтовую – распределяется сазан на участках дельты р. Урал с мягким илистым и глинистым грунтом; часто поросшие камышом и тростником;
- туводную – обитает на рыбозимовальных ямах на участках реки с мягкими, песчано-илистыми, песчано-глинистыми грунтами.

В предыдущие годы (1960–1964 гг.) уловы сазана в р.Урал достигали 300–500 т. Основной улов составляли култушный и морской сазан. Высокие уловы оставались и в последующие годы (1990–1996) – 300–400 т. или 9.8% от общего улова промысловых рыб.

В последние годы (1997–2010) динамика численности сазана была обусловлена ежегодными изменениями урожайности и флуктуациями поколений, которые определялись эффективностью воспроизводства и гидрологическим режимом р. Урал. В условиях относительно стабильного пропуска производителей к местам нерестилищ вызвало в дальнейшем увеличение численности взрослого сазана и молоди (сеголетки) в 2008–2009 гг. В эти годы уловы сазана

на возросли до 359.2 т. Падение уловов сазана в 2010 г. до 142.8 т обусловлено гидрологическим режимом р. Урал (рис. 1).

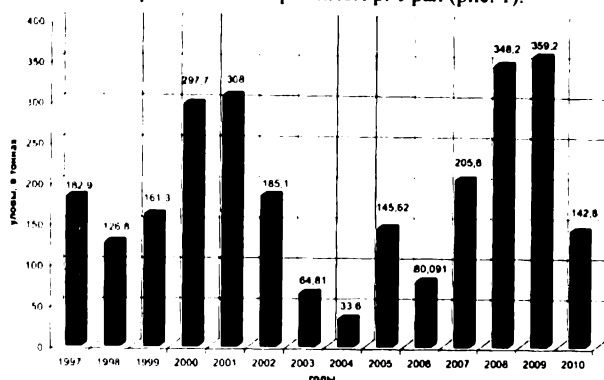


Рис.1. Многолетние уловы сазана в р. Урал, тонн.

Уровненный режим реки не всегда совпадает с моментом созревания икры у производителей рыб и это приводит к резорбции некоторых порций. В результате невозможно с уверенностью отнести уральского сазана к постоянно порционно нерестующим рыбам. Г.Х. Шапошникова [1] указывает, его порционное икротение сазана в р. Урал характерно лишь для 18–20% рыб. В благоприятные годы сазан откладывает до 3-х порций икры. Нерест начинается при температуре 17–18 °С, что обычно наблюдается в бассейне Урала с конца апреля начале мая.

Массовый нерестовый ход сазана в 2010 г. наблюдался по Яицкому рукаву р. Урал. Высокие уловы до 30 экз. за притонение наблюдались в 4 пятидневке апреля (19–22) при температуре воды 9.4–12 °С.

В р. Урал половой зрелости сазан достигает в возрасте 3–4 года. Первыми к нерестилищам подходят более молодые самки, старшевозрастные группы на нерест идут несколько позже – в апреле – мае. Полупроходная форма, зимующая перед устьем и в дельте Урала поднимается по реке на 40–60 см. Весеннем ходе отмечает два максимума в апреле и в мае, массовый ход при температуре воды от 12 до 16 °С. Для нереста используется система полове и стариц в которых сазан выбирает участки залитой луговой растительности. Молодь сазана держится в основном в придаточных во-

доемах, в самой реке встречается редко. В конце мая молодь сазана достигает около 14 мм, а в начале июня часть ее уже перешла на 2-ой мальковый этап развития, длина ее в это время была от 11,9 до 42 мм.

Уровненный режим реки не всегда совпадает с моментом созревания икры и это приводит к резорбции некоторых порции. В результате невозможно с уверенностью отнести уральского сазана к постоянно порционно нерестующим рыбам. Г.Х. Шапошникова (1964) указывает, его порционное икротение характерно лишь для 18–20% рыб. В благоприятные годы сазан откладывает до 3 порции икры. Нерест начинается при температуре 17–18 °С., что обычно наблюдается в бассейне Урала с конца апреля начале мая.

Сазан откладывает икру на мелководьях на глубине не более 0,4–0,7 м. Нерестовой субстратом служат остатки прошлогодней растительности. По характеру питания сазан эврифаг.

Основным кормом для молоди сазана служит планктон (Cladocera, Copepoda, Rotatoria, Moina), обрастаниями, колониями зелеными водорослями, личинками хирономид (Рыбы..., 1986). Спектр питания меняется в зависимости от возраста и состояния кормовой базы водоема. Молодь длиной 6, 5–78 мм активно питается зоопланктоном. В питании взрослых особей размерами 30–86 см по мере роста увеличивается доля моллюсков и растительности.

Биологические характеристики нерестовой части популяции сазана за последние годы не претерпели изменений и остаются на уровне средних многолетних (Отчеты... 2004–2010). Структура популяции сазана по продолжительности жизни связана с условиями нагула и наличием кормовых объектов (Правдин, 1966) (табл. 1).

Таблица 1.

Качественная структура нерестовой популяции сазана р. Урал за 2004–2010 гг.

Годы	Длина, см			Масса, кг		
	Самцы	самки	оба пола	самцы	самки	оба пола
2004	49.6	49.9	49.8	2.6	2.9	2.7
2005	60.3	71.6	66.1	4.3	7.0	5.7
2006	65.6	68.9	67.5	4.9	5.9	5.5
2007	58.2	63.2	60.4	3.9	5.0	4.4
2008	55.1	63.6	57.4	3.5	5.4	4.0
2009	58.4	63.5	60.2	3.6	4.9	4.0
2010	55.7	62.7	58.1	3.4	5.0	3.9

Из табл. 1 видно, что размеры и масса зашедших в реку производителей сазана колебались в пределах от 49.8 до 67.5 см и 2.6–7.0 кг. В последние 2008–2010 годы увеличение размерно-весовых показателей производителей сазана обусловлено пополнением промыслового запаса.

В последние годы (2009–2010) в промысел вступают старшевозрастные группы рыб от 6 до 10 лет. Основу промысловых уловов составили особи 5–8 лет, что свидетельствует о благополучном состоянии популяции сазана на современном этапе (табл. 2).

Таблица 2.

Возрастной состав нерестовой популяции сазана в 2009–2010 гг.

Годы	Возрастной ряд, %							
	3	4	5	6	7	8	9	10
2009	0.79	10.24	23.62	27.56	16.54	14.17	6.29	0.79
2010	2.8	8.8	19.6	18.6	26.5	16.7	3.9	3.1

Список литературы

- Шапошникова Г.Х. Биология и распределение рыб в реках Уральского типа. М.: Наука, 1964. С. 130–132.
 Рыбы Казахстана. Алма-Ата, Наука, 1986. Т. 3. С. 231–239.
 Отчеты НИР. 2004–2010 гг. Фонды АтФ ТОО «КазНИИРХ».
 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ОСЕТРОВЫХ КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Р.П. Ходоревская¹, Т.В. Калмыкова²

¹ *Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань, Россия, chodor@mail.ru*

² *Волго-Каспийское территориальное управление
Астрахань, Россия*

После зарегулирования стока основных нерестовых рек России были построены и вступили в эксплуатацию осетровые рыбоводные заводы. С этого времени (начало 50-х) формирование популяций белуги, русского и персидского осетров, севрюги стало происходить за счет пополнения от естественного нереста и заводского осетроводства.

Оценка масштабов естественного и заводского воспроизводства осетровых рыб всегда вызывала повышенный интерес, как с научно-практической, так и с рыбохозяйственной точки зрения. Волжско-Каспийский рыбопромысловый район был и остаётся главным поставщиком в Каспийское море молоди рыб естественного и искусственного происхождения.

После распада Советского Союза, нелегальный промысел в реках и море, многократно превышающий официальный, стал ведущим негативным фактором в воспроизводстве осетровых рыб. Ежегодный пропуск производителей осетровых на сохранившиеся нерестилища в 2003–2007 гг. снизился в 24 раза по сравнению с началом 80-х гг. прошлого столетия и составил в среднем 25,1 тыс. экз. (Вещев и др., 2008). Резко обозначившийся дефицит производителей, отрицательно отразился и на объёмах индустриального воспроизводства – масштабы выпуска молоди стали уменьшаться с 90-х годов прошлого столетия (50,6 млн экз.) и не прекращались до 2009 г. (26,19 млн экз.).

Критическое состояние ресурсной базы нерестовых частей популяций осетровых потребовало принятия срочных мер направленных на обеспечение осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ) производителями, а так же увеличения их пропуска на нерестилища для поддержания естественного размножения. Согласно приказу ГК РФ по рыболовству, начиная с 2000 г., промысел белуги для коммерческих целей был приостановлен и запрещён. С 2005 г. такая мера применена для осетра и севрюги. В настоящее время изъятие белуги, осетра и севрюги осуществляется только в качестве прилова при

промысле полупроходных и речных видов рыб с приоритетом для целей воспроизводства и выполнения программ научно-исследовательских работ.

Цель работы – провести анализ использования ресурсной базы анадромных мигрантов осетровых для нужд естественного и заводского воспроизводства. Оценить современное состояние базы производителей осетровых для заводского и естественного воспроизводства в Волжско-Каспийском рыбопромысловом районе.

На протяжении всего периода рыбохозяйственных исследований в Волжско-Каспийском рыбопромысловом районе вопросам, связанным с количественной и качественной оценкой изъятия производителей осетровых видов из нерестовых частей популяций для промышленного осетроводства, уделялось незаслуженно мало внимания. До начала 90-х гг. прошлого столетия, в этом не было необходимости из-за высокой численности анадромных мигрантов. Молодь стандартных навесок ежегодно выпускалась с ОРЗ в заданном количестве, а пропуск производителей на нерестилища достигал оптимальных величин. В условиях нарастающего дефицита производителей белуги, осетра и севрюги, заготовка анадромных мигрантов для ОРЗ стала одним из основных сдерживающих факторов. Наряду с браконьерством и неучтённым уловом, оказывающих отрицательное влияние на пропуск осетровых к местам размножения, а следовательно, на масштабы естественного воспроизводства.

Отлов производителей проводился на основных водотоках реки Волги (Главный, Кировский, Белинский банки) с апреля по октябрь, с учетом сроков нерестовой миграции осетровых к местам размножения. Весной (апрель, май) заготовка рыб осуществлялась различными орудиями лова – закидными неводами, вентерями, плавными и ставными сетями. В период запрета (июнь – август) и осенью приоритет был отдан активным орудиям лова – плавным сетям и в меньшей степени неводному лову. Преимущество работы плавными сетями, по сравнению с остальными орудиями лова, заключалось в следующем:

а) несвоевременная проверка ставных порядков сетей и повышенные температуры воды приводили к частому травмированию производителей (покраснение кожных покровов, образование язв, сбой жучек, полное или частичное удушье и т. д.), что негативно отражалось на их рыболовных качествах.;

б) неводной лов осетровых осуществлялся в период запрета без права прилова частичковых видов рыб, что при отсутствии специализированного лова, практически невозможно. Кроме того, этот лов из-

за высокой арендной платы за содержание тоневых участков при слабой интенсивности нерестового хода производителей через створы лицевых тоневых участков, оказался экономически не выгодным.

В последние годы рыболовными предприятиями Астраханской области, принимавшими участие в заготовке производителей, выделенная квота для промышленного воспроизводства осетровых вылавливается от 8.7 до 30%.

Средние статистические данные видового состава уловов осетровых свидетельствуют о крайне низком освоении квот белуги (8.9%) и севрюги (18.5%), отмечена тенденция снижения заготовки осетра.

Таблица 1.

Освоение квот для рыболовных целей и выпуск молоди осетровых в 1997–2010 гг.

Годы	1997–2000		2001–2005		2006–2010	
	% освоения квоты	Выпуск молоди, млн экз.	% освоения квоты	Выпуск молоди, млн экз.	% освоения квоты	Выпуск молоди, млн экз.
Белуга	92.0	11.3	77.2	3.07	8.9	2.5
Осетр	100.0	27.4	93.5	33.96	33.2	40.0
Севрюга	80.5	14.9	72.0	13.71	18.5	4.2

Невыполнение плана по изъятию биологических ресурсов для осетровых рыболовных заводов, в последние годы, обычно объясняется слабой интенсивностью захода анадромных мигрантов в водотоки реки Волги (дефицит производителей), что не вполне соответствует действительности. При обосновании общего допустимого улова осетровых видов рыб в Волжско-Каспийском рыбопромысловом районе в расчёты изъятия нерестовых частей популяций закладывается фактическое соотношение полов самцов и самок, заходящих на нерест в низовьях Волги, которое по данным 2005 г.: у белуги равнялось (7:1), осетра (8:1), севрюги (4:1) (Романов и др., 2006). Заготовка производителей осуществляется, исходя из нормативных документов, при балансе полового состава самцов и самок 2:1 соответственно. Таким образом, освоение квоты ОРЗ ограничено рыболовными нормативными документами и напрямую зависит от количества самок осетровых, заходящих в Волгу на нерест, которые в свою очередь определяют объёмы соответствующего изъятия из популяций самцов для рыболовных целей. Следует сказать, что нормативные показатели полового состава в процессе заготовки рыболовами не всегда строго выполняются. Например, в 2009 г. (при средней биомассе самцов и самок у севрюги 6.5 и 6.0 кг соответственно) вылов самок, даже при соотношении полов 1:1, превы-

сил допустимые значения в 1.1 раза (табл. 2). На местах лова рыбоводы стремятся отобрать как можно больше самок, в которых, и заложен основной дефицит производителей. После такого селективного отбора самок в низовьях дельты Волги, половой состав анадромных мигрантов, пропущенных на нерест (тоневого участок «Балчуг»), приобретает совершенно иной характер: содержание самцов в нерестовых частях популяций осетровых у белуги достигает 100%, осётра соотношение полов 14:1, у севрюги – 6:1 (Романов и др., 2006).

Таблица 2.

Соотношение полов производителей осетровых при заготовке для рыбоводных целей в 2009 г.

	Белуга			Осетр			Севрюга		
	икр.	ялов.	Σ	икр.	ялов.	Σ	икр.	ялов.	Σ
т	0.512	0.74	1.25	14.78	15.67	30.45	2.19	1.99	4.18
%	41.0	59.0	100.0	48.5	51.5	100.0	52.5	47.5	100.0

В 2003–2007 гг. пропуск производителей на нерестилища, включая самцов и самок, варьировал от 14.4 до 28.5 тыс. экз. при среднем показателе 25.1 тыс. экз. в том числе белуги – 0.5; осётра – 10; севрюги – 14.6 тыс. экз. (Вещев и др., 2008). Несложные расчёты показывают, что уже в те годы в нерестовой компании на нерестилищах принимали участие практически одни самцы: 85.7% – у севрюги; 93.3% – у осётра; у белуги пропуск самок на нерестовые гряды носил случайный характер.

При заготовке осетровых, неучтенный вылов состоит исключительно из самцов, которых возвращают в естественную среду обитания. Он достигает значительных величин и дотраивает вершину недоиспользованной части биологических ресурсов.

Таким образом, очевидна бесполезность выпуска таких рыб в водоём для естественного воспроизводства.

С целью заготовки как можно большего количества производителей (самок), квота биологических ресурсов для заводского воспроизводства ежегодно растёт, практически в геометрической прогрессии, по сравнению с 2007 г. (47.37 т), она увеличилась в 2.7 раза, составив в 2009 г. – 126.1 т. Расширились зоны отлова половозрелых и нагуливающих рыб – это прибрежные районы Главного, Кировского, Белинского банков мелководной части Каспийского моря, где осетровые осуществляют нагульные миграции; способы их добычи

(плавные и ставные сети, невода); увеличилось количество орудий лова и рыболовецких зазеньев. Так, возросшее количество вновь обретенных плавных участков на Главном банке в 2009 г. (17-22 против 5-8 в 2007 - 2008 гг.) привело к резкому увеличению интенсивности изъятия анадромных мигрантов из популяций. При сравнительно равных уловах неводом и плавными сетными порядками в 2007 - 2008 гг., пропуск производителей к местам сохранившихся естественных нерестилищ во время работы плавными орудиями лова сократился в 11.1 раза. В соотношении полов у анадромных мигрантов, пропущенных к местам размножения в 2009 г. преобладали самцы: у белуги - 15:1, у осетра - 13:1, у севрюги - 23:1, что соответственно в 2.1; 1.6 и 5.7 раз ниже уровня 2005 г.

Заготовка производителей для осетровых рыбоводных заводов стала практически неуправляемой и недостаточно контролируемой. В 2010 г. Волго-Каспийским территориальным управлением принято ряд действенных мер, направленных на сохранение ресурсной базы производителей:

а) запрещена заготовка производителей осетровых сетными порядками в прибрежных районах северной части Каспийского моря;

б) введено ограничение на работу плавными порядками сетей (до 6 плавных участков на Главном банке);

в) отлов производителей сконцентрирован только в районе «15-16 Огнёвок» под постоянным наблюдением рыбоохраны.

Отдавая предпочтение заготовке производителей для осетровых рыбоводных заводов, мы забываем, что потенциальная ёмкость сохранившихся нерестилищ в нижнем течении р. Волге для производителей осетровых составляет до 568.9 тыс. экз. По данным (Судаков др., 2008) для поддержания численности осетровых и сохранения естественного воспроизводства в р. Волге необходимо пропускать ежегодно на места размножения не менее 200 тыс. самок осетра, 110 тыс. самок севрюги и 2.5 тыс. самок белуги. Наиболее высокая продуктивность нерестилищ отмечалась в 1979-1991 гг. (в среднем 20.4 т/га); в 2003-2007 гг. она не превысила 2.45 т/га, достигнув наименьших показателей в верхней нерестовой зоне - 0.09-0.81 (в среднем 0.41) т/га (Власенко и др., 2008; Вешев и др., 2008). По расчётным данным (исходя из среднего пропуска осетровых в 2003-2007 гг. и полового состава 2009 г.) пропуск самок осетровых в 2009 г составил: у осетра 720 экз., севрюги 612 экз., белуги 32 экз., что соответственно в 278, 180, 78 раз ниже указанных величин. Приводя для наглядности эти «астрономические» цифровые выражения, хочется подчеркнуть, что естественное вос-

производство осетровых находится в более сложном положении, чем заводское – оно на грани исчезновения. Можно с уверенностью утверждать, что при таких объемах пропуска самок анадромных мигрантов на нерестовые гряды – нерестилища, в настоящее время, остаются практически незаполненными производителями.

Вопрос о повышении масштабов естественного воспроизводства на сегодняшний день важен и актуален, поскольку позволяет без особых экономических затрат увеличить численность, запасы и сохранить генетическую структуру популяций осетровых рыб. В последние годы численность пропускаемых производителей на сохранившиеся естественные нерестилища недостаточна, кроме этого, качественный состав производителей не позволяет осуществлять нерест при недостаточном количестве самок. Сокращение масштабов естественного нереста произошло более чем в 17 раз по сравнению с 1976–1980 гг. – с 7.39 до 0.44 тыс. т. Ситуация обостряется тем, что естественный нерест сохранился только на реках Каспийского бассейна: Волге и Урале. В Исламской Республике Иран и Азербайджане пополнение популяций осетровых происходит только в результате искусственного рыборазведения (кроме Туркменистана). Выход из этого сложного положения, может быть, достигнут при выполнении двух условий: 1) обеспечить пропуск производителей на нерестилища; 2) предоставить возможность производителям отнереститься на сохранившихся нерестилищах. Однако, эти условия должны выполняться не формально, а быть под постоянным контролем и охраной. В острой конкурентной борьбе за производителей, между заводским и естественным воспроизводством, приоритет следует отдать последнему.

Масштабы пополнения от заводского осетроводства после строительства гидроэлектростанций на Волге имеют большое значение. В последние десятилетия доля рыб заводского происхождения в уловах достигала у белуги 99%, осетра – 65%, севрюги – 45% (рис. 1).

Если в 80-х гг. прошлого столетия суммарная эффективность пополнения от естественного нереста и промышленного осетроводства ежегодно колебалась от 60 до 110 тыс.т., то в настоящее время масштабы пополнения сократились до 100–200 т, т.е. от 550 до 600 раз.

Продолжавшееся бесконтрольное изъятие неполовозрелых особей на местах нагула у побережий всех прикаспийских государств неизбежно приведет к сокращению численности популяций всех анадромных видов осетровых. До настоящего времени не введен мораторий на коммерческий их вылов, что также ускоряет снижение общих и промысловых запасов осетровых.



Рис. 1. Процентное соотношение в уловах 2007 г. осетровых от естественного и искусственного воспроизводства.

Индустриальное воспроизводство осетровых, как одно из основных направлений аквакультуры, должно восстанавливаться и развиваться на основе собственной ресурсной базы производителей при минимальном использовании анадромных мигрантов. При продолжительном хроническом недостатке производителей осетровых на нерестилищах, величина пополнения от естественного нереста достигает критических величин. Одновременно происходит резкое сокращение выращивания молоди белуги и севрюги на рыбоводных предприятиях всех прикаспийских государств. В результате пополнение популяций всех анадромных видов осетровых (белуги, осетра и севрюги) сведено к минимальным величинам.

Минимальные величины пополнения популяций осетровых в перспективе приведет к полному исчезновению таких уникальных видов рыб Каспийского бассейна. Все это вызывает тревогу за спасение каспийских осетровых и требует принятия безотлагательных мер по их сохранению и восстановлению популяций.

Список литературы

- Вещев П.В., Гутенёва Г.И., Власенко С.А. Состояние естественного воспроизводства осетровых в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла (2003–2007 гг.) // Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008. С. 68–72.
- Власенко А.Д., Вещев П.В. Масштабы естественного воспроизводства осетровых в нижнем течении Волги в современных экологиче-

- гических условиях // *Вопр. рыболовства*. 2008. Т. 9. № 4(36). С. 912–925.
- Романов А.А., Жураалева О.Л., Ходоревская Р.П., Довгопол Г.Ф., Калмыков В.А., Иванова Л.А., Озерянская Т.В., Калмыкова Т.В. Оценка динамики численности и качественных показателей производителей осетровых, мигрирующих к местам размножения по основным банкам реки Волги // *Сб. «Рыболовственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2005 г.»*. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2006. С. 178–194.
- Судаков Г.А., Власенко А.Д., Ходоревская Р.П. Формирование промысловых запасов осетровых в Волго-Каспийском бассейне // *Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна*. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008. С. 153–157.

**СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗАЮЩИЕ
ВЕЩЕСТВА В ЭКОСИСТЕМЕ РЫБНИСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)**

Г.М. Чуйко¹, В.В. Юрченко¹, Е.С. Бредский²

¹ *Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанова РАН,*

Борок, gto@ibiw.yaroslavl.ru

² *Институт проблем экологии эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, eco-anal@mail.ru*

Антропогенное загрязнение пресноводных объектов – одна из актуальных экологических проблем современного индустриального общества. Оно приводит к ухудшению качества водных ресурсов и негативно влияет на состояние водных животных, включая рыб. Среди загрязняющих веществ одна из самых распространенных и опасных для живых организмов групп – стойкие органические соединения (СОЗ), из которых в России наиболее часто встречаются хлорорганические пестициды (ХОП: ДДТ, ГХЦГ, ГХБ) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) [Арский, 2000]. СОЗ относятся к классу хлорорганических соединений и обладают рядом специфических свойств: высокой стойкостью к физическим, химическим и биологическим факторам, глобальной распространенностью и способностью десятилетиями циркулировать в окружающей среде, биоаккумуляцией за счет высокой липофильности, передаче по трофическим сетям с аккумуляцией на высших уровнях трофических пирамид в количествах, токсичных для водных животных и человека, способностью оказывать токсическое действие на организмы в крайне малых дозах. Попадая в водный объект и будучи практически нерастворимым в воде, СОЗ быстро сорбируются на взвешенных органических и минеральных частицах, переносятся с ними потоками воды на различные расстояния и оседают на дно в зонах седиментации, накапливаясь в донных отложениях (ДО). Последние служат основным первичным звеном накопления СОЗ в водных объектах [Чуйко и др., 2010]. В организм СОЗ поступают главным образом трофическим путем, постепенно накапливаясь до токсичных уровней. По этой причине СОЗ обладают преимущественно хронической токсичностью, что проявляется в различных патологических изменениях функционирования организма на молекулярно-генетическом, биохимическом, клеточно-тканевом, физиологическом и поведенческом уровнях [Borlakoglu, Neudeck, 1991]. В конечном итоге это заканчивается гибелью животных или их неспособностью к нормальному воспроизводству, что вызывает

снижение численности популяции вплоть до полного её исчезновения. Для человека опасность представляет потребление в пищу воды и рыбы, содержащих высокие количества СОЗ [Арский, 2000]. В 2001 г. в Стокгольме была принята и подписана Глобальная международная Конвенция о запрещении производства и использования СОЗ, к которой в 2002 г. присоединилась и Россия.

Рыбинское водохранилище с момента его образования и по настоящее время подвергается антропогенному химическому загрязнению СОЗ, включающему как их прямой локальный сброс с коммунально-промышленными сточными водами, так и диффузный смыв с прилегающих территорий и атмосферный перенос. Основной источник локального поступления СОЗ – коммунально-промышленный комплекс г. Череповец, расположенного в северной части Шекснинского плеса водохранилища (рисунок) [Чуйко и др., 2010; Колпакова и др., 1996].

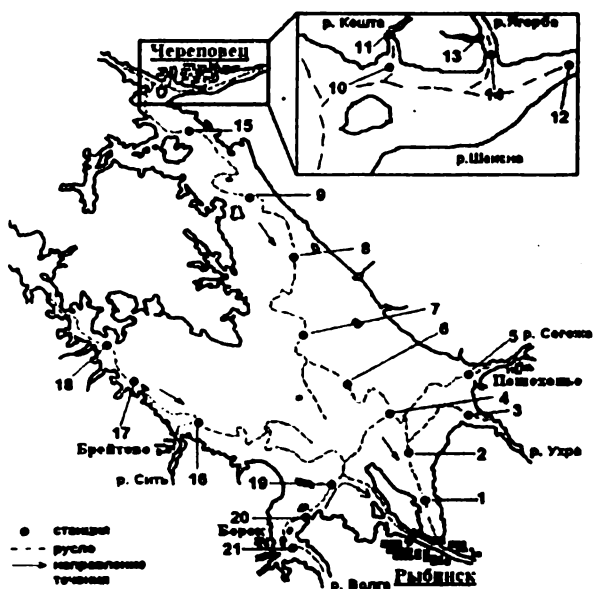


Рис. Станции отбора проб донных отложений на Рыбинском водохранилище.

Уровень аккумуляции СОЗ в ДО зависит от типа грунтов, их гранулометрического состава, содержания органического вещества (ОВ) и гидрологических особенностей. Накопление СОЗ в ДО происходит в грунтах преимущественно илистого типа, которые приурочены к затопленным руслам рр. Шексна, Молога, Волга, Кошта, Ягорба. Это связано с тем, что русловые участки являются основным местом седиментации взвешенных веществ и адсорбированных на них СОЗ [Чуйко и др., 2010]. При равном удалении от источника локального поступления количество СОЗ выше в мелкодисперсных илистых грунтах с высоким содержанием ОВ в местах, где происходит замедление течения [Козловская, Герман, 1997; Герман, Законнов, 2003].

Наибольшие уровни СОЗ в ДО отмечены в черте г. Череповец (ст. 10–14). При этом среди СОЗ значительно преобладают ПХБ. Так в 2005–2006 гг. ДО в городской черте (ст. 10) содержали ПХБ, ДДТ с его токсичными метаболитами и ГХБ соответственно 425, 27, и 0.83 мкг/кг сухой массы.

По мере удаления от города вниз по течению затопленного русла р. Шексна содержание всех СОЗ снижалось (ст. 15) и на расстоянии 52 км (ст. 9) падало до фоновых уровней (ст. 16–18, 21): ПХБ – <47, ДДТ – <4.4, ГХЦГ – <0.03 и ГХБ – <0.44 мкг/кг сухой массы соответственно [Козловская, Герман, 1997; Флеров и др., 2000; Чуйко и др., 2010; Герман и др., 2010]. В течение последних 20 лет максимальное содержание ПХБ регистрируется в ДО р. Серовка (ст. 13), впадающей в р. Ягорба и, по сути, являющейся коллектором сточных вод ряда предприятий, включая ОАО «Северсталь»: в 1990–1993 гг. – 7600, в 1996 г. – 11313 мкг/кг сухой массы. В р. Серовка ПХБ обнаруживаются и воде в концентрации 0.33 мкг/л [Козловская, Герман, 1997; Флеров и др., 2000]. Более подробная съемка содержания ПХБ в ДО, выполненная в 2008 г., подтвердила выявленные ранее закономерности их пространственного распределения (таблица 1).

Вместе с тем в 2008 г. были получены новые, более детальные данные пространственного распределения ПХБ в ДО. Так, узколокальные очаги их повышенного содержания выявлены вблизи п. Брейтово (ст. 16) и в центральной части водохранилища (ст. 6). Источники этого загрязнения пока не установлены.

Содержание СОЗ в рыбе из разных мест водохранилища в целом соответствует характеру их распределения в ДО и также достигает максимальных величин в районе г. Череповец. В 2006 г. в мышцах леща из этого района (ст. 10, 15) содержание ПХБ, ДДТ, ГХЦГ и

ГХБ было 51, 6.8, 2.6 и 0.41 мкг/кг, а на фоновых станциях (ст.16, 17) – <3.6, <2.8, <0.67 и <0.17 мкг/кг сырой массы [Чуйко и др., 2010; Герман и др., 2010].

Таблица 1.

Содержание гомологичных групп конгенов и общее содержание ПХБ в донных отложениях Рыбинского водохранилища в 2008 г.

№	Содержание ПХБ, мкг/кг сухой массы										Сумма
	1-ХБ	2-ХБ	3-ХБ	4-ХБ	5-ХБ	6-ХБ	7-ХБ	8-ХБ	9-ХБ	10-ХБ	
1	0.29	0.21	8.76	24.64	26.12	5.78	1.47	0.07	<0.01	0.008	69.20
2	0.14	1.42	5.36	23.53	19.75	3.78	1.14	0.03	<0.01	0.007	55.16
3	0.09	0.67	3.08	7.28	8.38	1.69	0.33	0.02	<0.01	0.002	21.54
4	0.11	0.84	4.80	18.29	25.45	6.71	1.74	0.16	<0.01	0.012	58.11
5	0.07	0.59	3.01	12.79	12.65	2.73	1.16	0.17	<0.01	0.006	33.18
6	0.43	2.82	19.96	132.65	161.13	45.46	6.87	0.41	0.01	0.046	369.78
7	0.22	1.95	9.20	26.96	30.29	7.75	2.60	0.12	<0.01	0.046	79.15
8	0.04	0.35	2.10	14.30	18.68	6.03	1.35	0.12	<0.01	0.008	42.97
9	0.07	0.64	3.61	22.51	37.20	12.25	2.44	0.24	<0	0.074	79.03
10	0.19	1.73	8.98	27.61	97.83	56.98	7.74	0.64	0.03	0.020	201.76
11	0.14	1.46	8.42	16.50	30.39	16.24	2.85	0.23	<0.01	0.087	76.32
12	0.07	0.96	8.28	52.53	65.64	19.07	1.75	0.08	<0.01	0.084	148.46
13	26.04	853.23	<0	4590.96	382.97	97.24	853.23	2413.66	951.63	0.524	>31091.11
14	0.34	2.50	23.35	82.00	1571.37	718.15	85.58	4.39	0.17	0.025	2487.89
15	0.16	1.56	7.79	41.95	131.95	73.25	17.48	0.78	0.04	0.059	275.01
16	0.24	2.16	21.03	276.65	467.06	114.20	8.10	0.32	<0.01	0.011	889.76
17	<0.01	0.48	3.33	9.13	8.31	2.16	0.25	<0.01	<0.01	<0.001	23.66
18	0.01	0.31	3.12	13.86	24.59	4.93	0.22	0.09	<0.01	0.050	47.18
19	0.05	0.41	2.48	14.99	17.95	5.74	1.39	0.08	<0.01	0.006	43.10
20	0.04	0.24	1.32	4.62	6.44	3.87	1.99	0.13	<0.01	0.013	18.66
21	0.05	0.49	2.70	10.51	19.11	8.69	2.07	0.10	<0.01	0.011	43.73

Межвидовые и межтканевые различия накопления СОЗ в рыбе носят сложный характер и требуют дополнительных исследований. В целом они зависят от спектра питания, содержания липидов в тканях, функциональной активности органа, продолжительности жизни

рыбы и др. В водохранилище, как правило, в наибольших количествах ПХБ аккумулируются в тканях бентофага леща и хищников – судака, окуня и налима. У планктофага синца и бентофага плотвы их содержание наименьшее. Так, в 1991–1992 гг. максимальное содержание ПХБ у разных видов Торова – Любца составило: в мышцах – 1560, 1020, 940, 340, 250 и 120, а в печени – 15800, 4560, 4840, 1250, 1220 и 9730 мкг/кг сырой массы соответственно у леща, судака, окуня, синца, плотвы и налима [Козловская, Герман, 1997].

Различные органы и ткани рыб по-разному накапливают СОЗ, но в наибольшем количестве они всегда аккумулируются в печени, а в наименьшем – в мышцах, что связано с тканевыми особенностями общего содержания липидов. Наибольший уровень их аккумуляции наблюдается в тех органах, которые наиболее богаты липидами. Так в 1993 г. у самок леща вблизи г. Череповец содержание ПХБ в печени, гонадах, почках, селезенке, мышцах соответственно равнялось 6180, 2530, 1850, 1640 и 600 мкг/кг сырой массы [Герман, Козловская, 1999].

За последние 17 лет наблюдений (1989–2006 гг.) выявилась тенденция к снижению уровня аккумуляции ПХБ в рыбе в наиболее загрязненной зоне водохранилища в районе г. Череповец. Так в мышцах леща их содержание в 1989, 1991–1992, 1996 и 2006 гг. равнялось соответственно 1640, 1560, 219 и 51 мкг/кг сырой массы [Козловская, Герман, 1997; Флеров и др., 2000; Чуйко и др., 2010]. В то же время содержание ПХБ в ДО в этом районе за данный период сохраняло тенденцию к постоянству, варьируя в пределах 134–425 мкг/кг сухой массы. Наиболее вероятно, выявленные закономерности имеют следующее объяснение. В результате аварийного сброса большого объема серной кислоты на ОАО «Северсталь», произошедшего зимой 1986–1987 гг., в Шекснинский плес водохранилища кроме самой кислоты поступили неочищенные коммунально-промышленные сточные воды г. Череповец [Флеров, 1990]. Это привело к высвобождению из ДО отложений многих ЗВ, включая ПХБ, а также их прямое поступление со сточными водами. В результате в этом районе возник локальный очаг повышенного содержания ПХБ, приведший к увеличению уровня их биоаккумуляции в рыбе. Поскольку ПХБ в организме практически не метаболизируют и не выводятся из него, их высокое содержание остается в течение всей жизни животного. Т.е., с течением времени произошло очищение зоны загрязнения, а рыбы более старшего возраста, накопившие высокие дозы ПХБ сразу после аварии, постепенно элиминировались из популяции естественным путем и их место

занимало следующее поколение, выросшее в условиях более низких уровней содержания ПХБ в окружающей среде. Однако предложенная гипотеза требует своего дальнейшего подтверждения.

Обнаруженные уровни содержания СОЗ в рыбе вблизи г. Череповца не являются летальными для них, хотя могут нарушать нормальное функционирование жизненно важных систем организма. Так показано, что у леща в этом районе в 1994 г. наблюдался пониженный уровень активности холинэстеразы и повышенная величина индекса печени [Chuiko et al., 2007], а в 2008 г. – высокая интенсивность процессов перекисного окисления липидов и подавленная активность ключевых ферментов антиоксидантной системы [Морозов и др., 2011]. В целом это свидетельствует о нарушении функциональной активности печени у леща с высоким содержанием ПХБ. Кроме того, у плотвы, питавшейся в течение 218 суток фаршем из мышц леща с высоким содержанием ПХБ, обнаружено подавление активности протеолитической и амилотической активности в кишечнике [Голованова и др., 2011].

Вместе с тем, употребление в пищу рыбы, выловленной в этом районе, может быть небезопасным для здоровья людей. Среди исследованных СОЗ с учетом уровней их содержания наиболее потенциально опасными являются ПХБ. При этом следует иметь в виду, что ПХБ – это целая группа, которая включает 209 индивидуальных соединений (конгенов), имеющих общую структурную формулу, но отличающихся числом и положением атомов хлора в их молекуле и обладающих различной токсичностью для животных [Арский, 2000]. В промышленности используются коммерческие препараты, содержащие смесь конгенов в различных соотношениях.

По гигиеническим нормативам РФ величина максимально допустимого уровня (МДУ) в пресноводной рыбе и рыбопродуктах для общего содержания ПХБ установлена в 300 мкг/кг сырой массы. Однако российские нормы рассчитаны, исходя из суммы ПХБ и ХОП и установлены без учета токсичности отдельных конгенов ПХБ. Суммарное содержание ХОП и ПХБ в мышцах леща в наиболее загрязненных участках водохранилища в 2006г. достигало 60 мкг/кг [Чуйко и др., 2010], а в предыдущие годы превышало 1560 мкг/кг сырой массы [Козловская, Герман, 1997]. В первом случае это в 5 раз ниже, а во втором – во столько же выше российских норм. Зарубежные нормативы опасного для потребителей остаточного содержания ПХБ в рыбе, рассчитанные с учетом фактора токсической эквивалентности ВОЗ (WHO-TEFs) и токсических эквивалентов (TEQ) отдельных конгенов, составляют 0.79 нг TEQ/кг

сырой массы [Canadian tissue residue..., 2001]. В мышцах леща из Рыбинского водохранилища обнаружено 5 наиболее токсичных конгенов ПХБ, для которых установлены значения WHO-TEFs: 105, 118, 156, 157 и 167. Исходя из их содержания, расчетные значения суммарных TEQ в 2006 г. составили для рыб в черте г. Череповца 1.35 нг TEQ/кг сырой массы, что в 1.5–2 раза выше нормы. При этом необходимо учитывать, что не определялось содержание наиболее токсичных планарных конгенов (126, 169), обуславливающих более половины токсичности ПХБ. В фоновой части водохранилища они были на два порядка ниже [Чуйко и др., 2010]. Рассчитанный из токсичности ПХБ допустимый уровень суточного поступления ПХБ в организм человека, рекомендованный ВОЗ, не должен превышать 1 мкг/кг массы тела. Минимальная дневная доза, вызывающая у людей проявление интоксикации – около 70 мкг на 1 кг массы тела, а общее количество ПХБ, полученное за период, предшествующий появлению признаков интоксикации – 0.5–2 г [Арский, 2000]. В 1993 г. на основании рекомендаций ВОЗ североамериканскими специалистами были разработаны уровни безопасного потребления рыбы в зависимости от содержания в ней ПХБ. В основе рекомендаций – допустимая безопасная норма ежедневного поступления ПХБ в организм человека, равная 3.5 мкг ПХБ/день. Установлено 5 групп возможного потребления рыбы, загрязненной ПХБ: I – неограниченное потребление (<50 мкг/кг); II – употребление в пищу 1 раз в неделю (50–220 мкг/кг); III – употребление в пищу 1 раз в месяц (220–940 мкг/кг); IV – употребление в пищу 6 раз в год (940–1880 мкг/кг); V – употребление в пищу не рекомендуется (>1.88 мг/кг). Исходя из всех, приведенных выше нормативов, можно заключить, что употребление населением в пищу рыбы, выловленной в районе г. Череповца, при современном уровне содержания в ней ПХБ должно быть ограничено или исключено совсем.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 08–05–00805, 10–05–10058 и 10–05–00593).

Список литературы

- Арский Ю.М. (ред.) Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века. Информ. вып. № 5. М.: ВИНТИ, 2000. 189с.
 Герман А.В., Законнов В.В. Аккумуляция полихлорированных бифенилов в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища // Вод. ресурсы. 2003. Т. 30. № 5. С. 571–575.
 Голованова И.Л., Кузьмина В.В., Чуйко Г.М., Ушакова Н.В., Филлипов А.А.. Влияние полихлорированных бифенилов на актив-

- ность протеиназ и карбогидраз в кишечнике молоди плотвы *Rutilus rutilus* (L.) // Биол. внутр. вод. 2011. № 2. С. 97–103.
- Козловская В.И., Герман А.В. Полихлорированные бифенилы и полиароматические углеводороды в экосистеме Рыбинского водохранилища // Вод. ресурсы. 1997. Т. 24. № 5. С. 563–569.
- Колпакова Е., Лулоф И., Руттемаан Й. Проект «Волга в Череповце». Отчет об исследованиях, проведенных в г. Череповце в августе 1995 г. Н. Новгород: Экоцентр «Дронт», 1996. 23 с.
- Флеров Б.А. (ред). Влияние стоков Череповецкого промышленного узла на экологическое состояние Рыбинского водохранилища. Рыбинск: ИБВВ АН СССР, 1990. 156 с.
- Флеров Б.А., Томилина И.И., Кливленд Л., Баканов А.И., Гапеева М.В. Комплексная оценка состояния донных отложений Рыбинского водохранилища // Биол. внутр. вод. 2000. № 2. С. 148–155.
- Чуйко Г.М., Законнов В.В., Морозов А.А., Бродский Е.С., Шелепчиков А.А., Фешин Д.Б. Пространственное распределение и качественный состав полихлорированных бифенилов (ПХБ) и хлорорганических пестицидов (ХОП) в донных отложениях и леще (*Abramis brama* L.) из Рыбинского водохранилища // Биол. внутр. вод. 2010. № 2. С. 98–108.
- Borlakoglu J.T., Heagele K. D. Comparative aspects on the bioaccumulation, metabolism and toxicity with PCBs // Comp. Biochem. Physiol. 1991. V. 100C. № 3. P. 327–338.
- Canadian tissue residue guidelines for the protection of consumers of aquatic biota: Polychlorinated biphenyls (PCBs). Updated. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001. 8p.
- Chuiiko G.M., Tillitt D.E., Zajicek J.L., Flerov B.A., et al. Chemical contamination of the Rybinsk Reservoir, Northwest Russia: relationship between liver polychlorinated biphenyls (PCB) content and health indicators in bream (*Abramis brama*) // Chemosphere. 2007. V. 67. № 3. P. 527–536.
- Morozov A.A., Chuiiko G.M., Brodskii E.S. Functional state of the antioxidant system of liver of bream (*Abramis brama* L.) from the regions of the Rybinsk Reservoir with different anthropogenic load // Inland Waters Biology. 2011. № 4. In press.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ
И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ РОСТА РЫБ НА
ПРИМЕРЕ МОЛОДИ ЛОСОСЯ *SALMO SALAR* L..
РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ИЗ РЕКИ
ИНДЁРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)**

М.В. Чурова, О.В. Мещерякова, А. Е. Веселов, Н.Н. Немова
*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия*
e-mail: mchurova@yandex.ru.

Введение

Решение многих практических задач в области рационального природопользования и сохранения водных экосистем во многом зависит от создания и разработки информативной и экспериментально проверенной системы мониторинга состояния гидробионтов (Немова, Высоцкая, 2004). В связи с этим актуальным является поиск физиолого-биохимических индикаторов состояния рыб и темпов их роста. В последнее время большое количество исследований связано с изучением механизмов и закономерностей ростовых процессов, в особенности, на клеточном и молекулярном уровне. Особое внимание отводится вопросам регуляции скорости роста, особенностям и причинам формирования внутрипопуляционной размерной изменчивости особей. Многочисленные исследования показывают, что некоторые ферменты энергетического и углеводного обмена являются индикаторами интенсивности и направления важнейших путей энергетического и пластического обмена, и определение их активности может использоваться в оценке роста, развития, состояния рыб.

Целью нашего исследования был поиск взаимосвязей активности и уровня экспрессии генов ферментов энергетического и углеводного метаболизма белых мышц с размерами особей внутри возрастных групп (0+, 1+ и 2+) лососей (*Salmo Salar* L.), обитающих в реке Индёра (Кольский п-ов). Также для описания ростовых процессов во взаимосвязи с размерами в белых мышцах рыб определяли уровень экспрессии тяжелой цепи миозина и показатель РНК/ДНК, используемые в исследованиях для оценки темпов роста рыб (Grant, 1996, Overturf, Hardy, 2001, Imsland et al., 2006).

Методы исследования

Объектом исследования служили лососи (*Salmo salar* L.) разных возрастных групп выловленные в реке Индѐра в августе 2010 года. Минимальные и максимальные размеры лососей составили по длине: 3.2–5.3 см, 6.3–8.7 см, 8.6–10.3 см, – и по массе: 0.28–1.35 г, 2.3–6.24 г, 5.67–10.2 г (в возрасте 0+, 1+, 2+ соответственно).

Активность ферментов определяли в белых мышцах и печени лососей. Ткань гомогенизировали в 0.01 М трис-НСl буферном растворе (рН 7.5). Общую активность ферментов лактатдегидрогеназы (ЛДГ, 1.1.1.27) в мышцах, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г-6-ФДГ, 1.1.1.49), 1-глицерофосфат-дегидрогеназы (1-ГФДГ, 1.1.1.8) в печени определяли по общепринятым методикам (Кочетов, 1980). Активность цитохром с оксидазы (ЦО, КФ 1.9.3.1.) в мышцах определяли по методу Смита (Smith, 1955).

Тотальную РНК выделяли из белых мышц по Хомчински и Сакуи (Chomczynski, Sacchi, 1987), а ДНК белых мышц выделяли методом Альанаби и Мартинеса (Aljanabi, Martinez, 1997). Концентрации РНК и ДНК определяли спектрофотометрически (Маниатис и др, 1984).

Уровень экспрессии генов тяжелой цепи миозина (*MyHC*), цитохром с оксидазы (*COX IV*) и лактатдегидрогеназы-А (*LDH-A*) определяли в белых мышцах методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ). Амплификацию проводили на приборе i-Cycler с оптической приставкой IQ5 (BioRad) с использованием реакционной смеси 2.5 x для проведения ПЦР-РВ в присутствии интеркалирующего красителя SYBR Green I (Синтол, Россия). Концентрацию матричной РНК в виде кДНК определяли по стандартной кривой. Данные выражались как отношение концентрации мРНК исследуемого гена к концентрации мРНК референсного гена *EF-1*.

Взаимосвязь исследуемых показателей с размерами особей и между собой оценивали при помощи линейной регрессии и корреляционного анализа по Спирмену и Пирсону.

Результаты и обсуждение

Взаимосвязь активности ферментов в белых мышцах с длиной и массой лососей. Согласно результатам исследования наблюдалась положительная взаимосвязь активности ферментов ЦО, ЛДГ с длиной и массой лососей всех возрастных групп (табл. 1).

Таблица 1.

Регрессионные уравнения зависимости активности исследуемых показателей в мышцах от длины и массы тела лососей трёх возрастных групп

у	возраст	х	Уравнение	r	p
Активность ЦО	0+	длина	$y = -0.035 + 0.265 \cdot x$	0.67	< 0.01
		масса	$y = 0.745 + 0.448 \cdot x$	0.60	< 0.01
	1+	длина	$y = -1.716 + 0.426 \cdot x$	0.63	< 0.01
		масса	$y = 0.348 + 0.278 \cdot x$	0.58	< 0.01
	2+	длина	$y = -1.089 + 0.203 \cdot x$	0.64	< 0.05
		масса	$y = 0.176 + 0.085 \cdot x$	0.67	< 0.05
Активность ЛДГ	0+	длина	$y = -4.961 + 34.413 \cdot x$	0.69	< 0.01
		масса	$y = 91.829 + 64.951 \cdot x$	0.68	< 0.01
	1+	длина	$y = 91.481 + 7.337 \cdot x$	0.57	< 0.01
		масса	$y = 128.822 + 4.322 \cdot x$	0.47	< 0.05
	2+	длина	$y = 82.454 + 10.277 \cdot x$	0.64	< 0.05
		масса	$y = 148.338 + 4.049 \cdot x$	0.65	< 0.05
Кровень экспрессии COX IV	0+	длина	$y = -2.536 + 0.937 \cdot x$	0.74	< 0.01
		масса	$y = 0.146 + 1.728 \cdot x$	0.73	< 0.01
	1+	длина	$y = -7.012 + 1.226 \cdot x$	0.87	< 0.01
		масса	$y = -0.848 + 0.733 \cdot x$	0.78	< 0.01
	2+	длина	$y = -5.059 + 0.652 \cdot x$	0.69	< 0.01
		масса	$y = -0.837 + 0.252 \cdot x$	0.82	< 0.01
Уровень экспрессии LDH-A	0+	длина	$y = -1.190 + 0.591 \cdot x$	0.72	< 0.01
		масса	$y = 0.423 + 1.171 \cdot x$	0.76	< 0.01
	1+	длина	$y = -3.113 + 0.633 \cdot x$	0.80	< 0.01
		масса	$y = 0.011 + 0.394 \cdot x$	0.75	< 0.01
	2+	длина	$y = -3.334 + 0.567 \cdot x$	0.88	< 0.01
		масса	$y = 0.207 + 0.235 \cdot x$	0.93	< 0.01
Уровень экспрессии MuHC	0+	длина	$y = -7.354 + 2.486 \cdot x$	0.75	< 0.01
		масса	$y = -0.285 + 4.636 \cdot x$	0.73	< 0.01
	1+	длина	$y = -14.468 + 2.451 \cdot x$	0.80	< 0.01
		масса	$y = -2.077 + 1.447 \cdot x$	0.71	< 0.01
	2+	длина	$y = -3.524 + 0.505 \cdot x$	0.77	< 0.01
		масса	$y = -0.274 + 0.197 \cdot x$	0.77	< 0.01
РНК/ДНК	0+	длина	$y = -0.258 + 0.246 \cdot x$	0.51	< 0.01
		масса	$y = 0.417 + 0.482 \cdot x$	0.54	< 0.01
	1+	длина	$y = -0.598 + 0.226 \cdot x$	0.65	< 0.01
		масса	$y = 0.557 + 0.129 \cdot x$	0.56	< 0.01
	2+	длина	$y = 2.061 - 0.125 \cdot x$	-0.33	НД
		масса	$y = 1.208 - 0.0434 \cdot x$	-0.38	НД

Цитохром с оксидаза, ключевой фермент дыхательной цепи, в исследованиях используется как показатель аэробного обмена (Goolish, Adelmap, 1987). Основным источником энергии служит аэробный обмен, высокий уровень которого отражается на проявлении актив-

ной жизнедеятельности организма, особенно в период роста и развития молоди рыб (Озернюк 2000). Ранее было показано, что активность ферментов аэробного обмена коррелирует с темпами роста рыб (Couture et al., 1998, Gauthier et al., 2008). Продуцируемая в аэробном процессе энергия АТФ может быть затрачена на компенсацию повышенных энергетических затрат на синтез структурных белков, ферментов. Так как белые мышцы составляют большую часть веса рыб, где главным образом происходит синтез белков для растущей рыбы, то высокий уровень аэробного метаболизма необходим для поддержания высокого темпа роста (Gauthier et al., 2008).

Активность фермента лактатдегидрогеназы в белых мышцах рыб связана преимущественно с участием в анаэробном гликолизе, который является главным процессом энергообеспечения при интенсивных сокращениях мышц. Согласно данным литературы активность ферментов гликолиза в мышцах коррелирует с темпами роста (Couture et al., 1998; Imsland et al., 2006) и увеличивается с массой тела разных видов рыб (Чурова и др., 2010, Moyes, Genge, 2010). Повышение активности ферментов гликолиза в белых мышцах у более крупных особей, видимо, связано с необходимостью поддержания необходимого уровня энергии для совершения интенсивных рывковых движений.

Взаимосвязь экспрессии генов *COX I*, *COX IV* и *LDH-A* с размерами рыб и активностью этих ферментов. В последние годы механизмы и закономерности роста, развития, формирования размерной разнокачественности рыб активно изучаются не только на биохимическом, но и на молекулярно-генетическом уровне. До сих пор остаётся открытым вопрос о том, регулируется ли изменение активности ферментов аэробного и анаэробного обмена, связанное с размерами тела рыб, на уровне транскрипции генов или на посттранскрипционном уровне (Moyes, Genge, 2010).

Согласно нашему исследованию наблюдалась положительная корреляция уровня экспрессии генов *COX IV* и *LDH-A* с размерами тела лососей (табл. 1). Кроме того в обеих возрастных группах взаимосвязь активности этих ферментов с уровнем экспрессии генов была положительной. Таким образом, данные результаты свидетельствуют о регуляции активностей ферментов ЦО и ЛДГ на уровне транскрипции, связанной с размерно-весовой дифференциацией рыб.

Взаимосвязь уровня экспрессии тяжелой цепи миозина с длиной и массой лососей. Миозин является одним из основных белков в мышце и составляет 25% от общего содержания белка всего орга-

низма (Baldwin and Haddad, 2001) и 50% от количества всех мышечных белков (Watabe and Ikeda, 2006). Выбранная для исследования изоформа тяжелой цепи миозина относится ко второму классу миозинов. Белки второго класса, которые считаются собственно миозинами, экспрессируются в поперечно-полосатых мышцах и непосредственно участвуют в сокращении. Расположение и обильность этих белков в белой мышце, делает их идеальными кандидатами для оценки роста рыб. Было показано, что уровень экспрессии гена *MyHC* коррелирует с темпами роста некоторых видов рыб и может быть использован как показатель, отражающий закономерности прироста мышечной массы (Overturf and Hardy., 2001, Imsland et al., 2006, Dhillon R. et al., 2008).

Согласно результатам нашего исследования уровень экспрессии гена *MyHC* положительно коррелировал с массой и длиной тела лососей независимо от их возраста (табл. 1). При этом степень взаимосвязи с массой тела увеличивалась с возрастом лососей. Данные результаты указывают на то, что более большие особи отличаются большим темпом прироста мышечной массы.

Взаимосвязь показателя РНК/ДНК с длиной и массой лососей.
Многочисленными исследованиями показано, что концентрация РНК в тканях прямо связана с уровнем синтеза белка. Количество РНК, выражаемой как отношение РНК/ДНК используется как биохимический показатель темпов роста рыб (Grant, 1996, Vinagre, 2008). Индекс РНК/ДНК показывает, как меняется уровень клеточной РНК и соответственно синтез белка при постоянной концентрации ДНК в клетке. Было показано, что индексы РНК/ДНК положительно коррелирует с темпами роста лососёвых (Grant, 1996, Regaon et al., 2001) и других видов рыб (Vinagre, 2008).

В нашем исследовании значение коэффициента корреляции индекса РНК/ДНК с размерами особей варьировало между возрастными группами. Положительная корреляция показателя с массой тела наблюдалась только в возрасте 0+ и 1+, в возрасте 2+ взаимосвязь была не достоверной (табл. 1). Можно заключить, что более большие особи лососей в возрасте 0+ и 1+ отличаются более высоким уровнем синтеза белков и, в целом, высокими темпами роста. Принимая во внимание, что в возрасте 2+ сохраняется положительная корреляция уровня экспрессии миозина с размерами, а связь с индексом РНК/ДНК отсутствует, то можно предположить, что общий уровень синтеза белков среди разноразмерных рыб в возрасте 2+ остается примерно одинаковым, но большие рыбы отличаются более высоким темпом прироста мышечной массы.

Взаимосвязь активности Г-6-ФДГ и 1-ГФДГ в печени с длиной и массой лососей. Отмечены высокие значения положительной корреляции между активностью ферментов печени 1-ГФДГ и Г-6-ФДГ с длиной и массой рыб (табл. 2). Данные ферменты печени играют важную роль в процессах пластического обмена, синтезе структурных и запасных липидов. Роль 1-ГФДГ в печени связана, главным образом, с процессом синтеза глицерофосфата из углеводов, который используется для синтеза структурных и запасных липидов. Фермент Г-6-ФДГ участвует в функционировании пентозофосфатного пути. В результате цикла происходит образование пентоз и генерируется восстановитель в форме НАДФН, использующийся в реакциях биосинтеза жирных кислот, холестерина, стероидных гормонов, сфинголипидов.

Таблица 2.

Регрессионные уравнения зависимости активности исследуемых ферментов в печени от длины и массы тела лососей двух возрастных групп.

у*	возраст	х	уравнение	г	р
1-ГФДГ	1+	длина	$y = -5.578 + 1.505x$	0.71	< 0.01
		масса	$y = 2.260 + 0.848x$	0.60	< 0.01
	2+	длина	$y = -1.641 + 0.456x$	0.57	< 0.05
		масса	$y = 1.004 + 0.214x$	0.68	< 0.05
Г-6-ФДГ	1+	длина	$y = -42.816 + 7.518x$	0.75	< 0.01
		масса	$y = -4.600 + 4.444x$	0.70	< 0.01
	2+	длина	$y = -25.666 + 3.793x$	0.69	< 0.05
		масса	$y = -2.527 + 1.637x$	0.76	0.01

Таким образом, отмеченная положительная взаимосвязь активностей ферментов 1-ГФДГ и Г-6-ФДГ с размерами особей свидетельствует об усилении процессов липогенеза у более крупных рыб. Это позволяет предположить, что увеличение массы тела рыб происходит также за счет повышения содержания структурных и запасных липидов.

Заключение

Таким образом, проведенное нами исследование позволяет выявить некоторые закономерности энергетических и пластических процессов в мышцах и печени молоди лосося разных возрастных групп при формировании размерно-весовой разнокачественности. Показано, что особи больших размеров имеют более высокий уровень аэробного и анаэробного обмена, что связано с увеличением

энергетических затрат как на обеспечение локомоторной активности, так и на процессы роста особей, прирост мышечной массы. Увеличение массы рыб может также достигается за счёт увеличения уровня синтеза и запасаения липидов.

Данное исследование подтверждает возможность использование значений исследуемых показателей в оценке состояния, роста и развития рыб.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ «Ведущие научные школы России» НШ-3731.2010.4; гранта РФФИ 11-04-00167-а, программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России на 2009–2011 гг.», Программы ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.» (№ г.к. 02.740.11.0700, № г.к. 14.740.11.1034, Проект НК-28(12)).

Список литературы

- Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии. М.: Высшая Школа, 1980. 272 с.
- Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М.: Мир, 1984. 480 с.
- Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб. – М.: Наука, 2004. 215 с.
- Озернюк Н.Д. Биоэнергетика онтогенеза. М.: Изд-во МГУ, 2000. 259 с.
- Чурова М. В., Мещерякова О. В., Немова Н. Н., Шатуновский М. И., Соотношение роста и некоторых биохимических показателей рыб на примере микижи *Parasalmo mykiss* Walb. // Известия РАН. 2010. Сер. Биол. 2010. № 3. С. 289–299.
- Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques // Nucleic Acid Res. 1997. V. 25. P. 4692–4693.
- Baldwin K.M., Haddad F. Plasticity in skeletal, cardiac, and smooth muscle: Invited review: Effects of different activity and inactivity paradigms on myosin heavy chain gene expression in striated muscle // J. Appl. Physiol. 2001. V. 90. P. 345–357.
- Couture P., Dutil J.-D., Guderley H. Biochemical correlates of growth and condition in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) from Newfoundland // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1998. V. 55. P. 1591–1598.
- Chomczynski P., Sacchi N. Single step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction // Anal. Biochem. 1987. V. 162. P. 156–159.
- Davies R., Moys C.D. Allometric scaling in centrarchid fish: origins of intra- and inter-specific variation in oxidative and glycolytic enzyme

- levels in muscle // *Journal of Experimental Biology*. 2007. V. 210. P. 3798–3804.
- Dhillon R.S., Wang Y., Tufts B.L. Using molecular tools to assess muscle growth in fish: Applications for aquaculture and fisheries management // *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. 2008. V. 148. P. 452.
- Gauthier C, Campbell P, Couture P.. Physiological correlates of growth and condition in the yellow perch (*Perca flavescens*) // *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 2008. V.151. P. 526–532.
- Goolish E.M., Adelman I.R. Tissue specific cytochrome c oxidase activity in largemouth bass: the metabolic cost of feeding and growth // *Physiological Zoology*. 1987. V. 60. P. 454–464.
- Grant G.C. RNA-DNA ratios in white muscle tissue biopsies reflect recent growth rates of adult brown trout // *Journal of Fish Biology*. 1996. V. 48. P. 1223–1230.
- Imsland A.K., Le Francois N.R., Lammare S.G., Ditlecadet D., Sigursson S., Foss A. Myosin expression levels and enzyme activity in juvenile spotted wolffish (*Anarhichas minor*) muscle: a method for monitoring growth rates // *Can J. Fish Aquat. Sci*. 2006. V. 63. P. 1959–1967.
- Moyes C. D., Genge C. E. Scaling of muscle metabolic enzymes: an historical perspective // *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2010 V.156. P. 344–350.
- Overturf K., Hardy R. Myosin expression levels in trout muscle: a new method of monitoring specific growth rates for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) on varied planes of nutrition // *Aquat. Res*. 2001. V. 32. P. 315–322.
- Peragon J., Barroso J.B., Garcia-Salguero L., Higuera M., Lupianez J.A. Growth, protein-turnover rates and nucleic-acid concentrations in the white muscle of rainbow trout during development // *Int. J. Biochem. Cell Biol*. 2001. V. 33. P. 1227–38.
- Smith L. Spectrophotometric assay of cytochrome c oxidase // *Methods Biochem. Analysis*. 1955. V. 2. P. 427–434.
- Vinagre C., Fonseca V., Maia A., Amara R., Cabral H. Habitat specific growth rates and condition indices for the sympatric soles *Solea solea* (Linnaeus, 1758) and *Solea senegalensis* (Kaup, 1858), in the Tagus estuary, Portugal, based on otolith daily increments and RNA-DNA ratio // *Journal of Applied Ichthyology*. 2008. V. 24 P.163–169.
- Watabe S., Ikeda D. Diversity of the pufferfish *Takifugu rubripes* fast skeletal myosin heavy chain genes // *Comp. Biochem. Physiol*. 2006. V. 1D. P. 28–34.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЁМОВ ТУРКМЕНИСТАНА

Ф.М. Шакирова

*Татарское отделение е ФГНУ «ГосНИОРХ», г. Казань, Россия,
gosniiorh@telebit.ru*

Работа выполнена на основании анализа многолетних (1978–2003 гг.) материалов, собранных автором на Каракум-реке, р. Мургаб, включая водохранилища, речках, стекающих с северного склона Копетдага и данных литературных источников (Алиев, 1976; Алиев и др., 1963; 1988, 1994; Павлов и др., 1994; Сальников и др., 1991, 1998, 2006, 2008; Чарыев, 1984; Шакирова, 2007; Шакирова, Суханова, 1993 и др.). Видовой состав рыб исследованных водоёмов (табл.) приводится с учетом новых таксономических ревизий и сводок (Васильева, Козлова, 1989; Васильева, Макеева, 1988; Решетников и др., 1997; 2003; 2010 и др.).

Под воздействием различных антропогенных факторов, включающих широкомасштабное ирригационное строительство, акклиматизационные мероприятия, интенсивный промысел и т.д. в естественноисторическом разнообразии водных сообществ происходят глубокие изменения. Ирригационное строительство, широко проводимое по всей Центральной Азии, и в том числе в Туркменистане издревле, наиболее интенсивно стало вестись с 50-х годов XX столетия. В результате полного или частичного зарегулирования стока как крупных рек (Амударья), так средних (Мургаб, Теджен) и малых, стекающих с северного склона Копетдага, строительства водохранилищ и каналов, озер, водоемов-накопителей дренажных вод, произошли коренные изменения в гидрографической сети этих рек, что, естественно, не могло не отразиться на их ихтиофауне. Некогда изолированные речные системы путем гидротехнического строительства и перераспределения их стоков были объединены в единый водный бассейн, охватывающий практически всю орошаемую территорию Туркменистана, и способствовали в значительной мере смещению населяющих их фаун.

Не меньшее значение в создании современного состава рыбного населения внутренних водоемов являлась акклиматизация в них ценных в хозяйственном отношении китайских промысловых пелагических рыб, в том числе растительноядных, завезенных в страну в 60-х гг. В период акклиматизационных работ, в результате того, что методика разделения молоди рыб не позволяла полностью освободиться от неучтенных видов, с белым амуром и белым тол-

столобиком в водоемы Туркменистана были завезены 19 промысловых и не имеющих хозяйственного значения видов рыб. В числе незапланированных вселенцев оказались серебряный карась, черный амур, белый амурский лещ, речная абботина, корейская востробрюшка, амурский чебачок, азиатский вьюн, глазчатый горчак, китайский носатый бычок и др. Большинство из них практически сразу успешно натурализовались, образовали самостоятельные популяции и стали активно распространяться по внутренним водоемам республики. Особый интерес представляет натурализация и создание в р. Амударье, Мургабе и Каракум-реке самовоспроизводящиеся стада растительноядных рыб, уловы которых в водоемах Туркменистана некогда достигали 518.0 т в год, а доля их в общем улове составляла 75–80%, иногда превышая 90%.

В ихтиофауне среднего течения Амударьи встречается сегодня более 40 видов, четвертая часть которой (11 видов) представлена вселенцами (табл. 1). Некоторые из них (судак, восточный лещ, аральская шемая) в середине 1970-х годов в результате зарегулирования стока Амударьи и регрессии моря проникли и стали обитать в среднем течении реки. В Каракум-реке, ихтиофауна которой формировалась за счет рыб р. Амударьи, видовой состав мало отличается от исходного фонда. Здесь встречено 36 видов, 15 из которых (более 40%) представлены вселенцами (табл. 1).

Таблица 1.

Видовой состав рыб бас. Амударьи, Каракум-реки,
р. Мургаб и водохранилищ

Семейство, вид (подвид)	Бассейн Амударьи			Бассейн р. Мургаб	
	Среднее течение Амударьи	Каракум-река	Хауханское водохранилище	р. Мургаб	Сарыязанское водохранилище
Сем. <i>Acipenseridae</i>	+	+	+		
<i>Acipenser nudiiventris</i> - шип					
<i>Pseudoscaphirhynchus hermanni</i> - малый амударьинский лопатонос	+	-	-		
<i>P. kaufmanni</i> - большой амударьинский лопатонос	+	+	+		
Сем. <i>Salmonidae</i>	+	-	-		
<i>Salmo trutta</i> - кумжа					

Семейство, вид (подвид)	Бассейн Амударьи			Бассейн р. Мургаб	
	Среднее течение Амударьи	Каракум-река	Хауханское водохранилище	р. Мургаб	Сарыязское водохранилище
Сем. Esocidae					
<i>Esox lucius</i> – обыкновенная щука	+	-	-		
Сем. Cyprinidae					
<i>Abramis brama orientalis</i> – лещ восточный	+	+	+		
<i>A. sara</i> – белоглазка	+	-	-		
<i>Alburnoides bipunctatus eichwaldi</i> – восточная быстрянка	+	+	+	+	+
<i>A. taeniatus</i> – полосатая быстрянка	+	+	+	+	+
* <i>Aristichthys nobilis</i> – пестрый толстолобик	+	+	+		
<i>Aspius aspius ibtoides</i> – аральский жерех	+	+	+		
<i>Aspiolucius esocinus</i> – шуковидный жерех, лысач	+	+	?		
<i>Barbus brachycephalus</i> – короткоголовый усач	+	+	+		
<i>B. capito conocephalus</i> – усач булат-ман	+	+	+		
<i>Capoetobrama kuschakewitschi</i> – остролючка	+	+	+		
<i>Carassius auratus gibelio</i> – серебряный карась	+	+	+	+	+
<i>Chalcalburnus chalcoides aralensis</i> – аральская шемая	+	+	+		
* <i>Stenopharyngodon idella</i> – белый амур	+	+	+	+	+
<i>Cyprinus carpio</i> – сазан, обыкновенный карп	+	+	+	+	+
<i>Garra rossica</i> – гарпа русская	-	-	-	+	-
<i>Gobio gobio lepidolaemus</i> – туркестанский, или терский пескарь	+	+	+	+	+
* <i>Hemiculter leuciscus</i> – корейская востробрюшка	+	+	+	+	+
* <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> – белый толстолобик	+	+	+	+	+
<i>Leuciscus idus oxianus</i> – язь	+	-	-	+	-
<i>L. latus</i> – закаспийский елец	-	-	+	+	-
* <i>Mylopharyngodon piceus</i> – черный амур	+	+	+	-	-
* <i>Parabramis pekinensis</i> – белый амурский лещ	+	+	+	+	+
<i>Pelecus cultratus</i> – чехонь	+	+	+	-	-
* <i>Abbottina rivularis</i> – речная абботина	-	+	+	-	-
* <i>Rhodeus ocellatus</i> – глазчатый горчак	+	+	+	-	-

Семейство, вид (подвид)	Бассейн Амударьи			Бассейн р. Мургаб	
	Среднее течение Амударьи	Каракум-река	Хузаханское водохранилище	р. Мургаб	Сарызынское водохранилище
* <i>Pseudorasbora parva</i> – амурский чебачок	+	+	+	+	+
<i>Rutilus rutilus aralensis</i> – плотва	+	+	+	-	-
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> – красноперка	+	-	-	-	-
<i>Schizothorax intermedius</i> -обыкновенная маринка	+	-	-	-	-
<i>Schizothorax pelzami</i> -закаспийская маринка	-	-	-	+	-
<i>Varicorhinus capoeta heratensis</i> – закаспийская хамуля	+	+	+	+	+
Сем. Cobitidae					
<i>Sabanejewia aurata aralensis</i> – золотистая щиповка	+	+	+	+	+
* <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> – амурский вьюн	-	+	+	-	-
Сем. Siluridae					
<i>Silurus glanis</i> – обыкновенный сом	+	+	+	+	+
Сем. Balitoridae					
<i>Dzihunia amudarjensis</i> – бухарский голец	+	-	-	-	-
<i>Nemacheilus kessleri</i> – голец Кесслера	-	-	-	+	-
<i>Nemacheilus oxianus</i> – амударьинский голец	+	-	-	-	-
<i>Paracobitis malapterurus longicauda</i> – восточный гребенчатый голец	+	+	-	+	+
<i>Schistura cristata</i> – туркменский гребенчатый голец	-	-	-	+	-
<i>Schistura sargadensis turcmenicus</i> – туркменский голец	-	-	-	+	-
Сем. Poeciliidae					
* <i>Gambusia holbrooki</i> – восточная гамбузия	+	+	+	+	+
Сем. Adrianichthyidae					
* <i>Oryzias sinensis</i> – китайская медака	-	+	-	-	-
Сем. Gasterosteidae					
<i>Pungitius platygaster aralensis</i> – аральская колюшка	+	-	-	-	-
Сем. Percidae					
<i>Sander lucioperca</i> – обыкновенный судак	+	+	+	Проник в 1994–1996 гг.	-
<i>Sander fluviatilis</i> – обыкновенный окунь	+	-	-	-	-

Семейство, вид (подвид)	Бассейн Амударьи			Бассейн р. Мургаб	
	Среднее течение Амударьи	Каракум-река	Хаузаханское водохранилище	р. Мургаб	Сарьянское водохранилище
Сем. Odontobutidae * <i>Micropercops cinctus</i> – китайский элеотрис	-	+	-	-	-
Сем. Gobiidae * <i>Rhinogobius cheni</i> – китайский носатый бычок	+	+	+	+	+
Сем. Channidae * <i>Channa argus</i> – змееголов	+	+	+	Проник в 1994–1996 гг.	-
ВСЕГО ВИДОВ	43	36	33	24	16

Примечание: * – обозначены вселенцы

Ихтиофауна Хаузаханского водохранилища в настоящее время насчитывает 33 вида, из них 13 (39,4%) – вселенцы. Формирование рыбного населения водохранилища шло за счет саморасселения рыб из Амударьи и рыбоводно-акклиматизационных работ, проводившихся в бассейне. Здесь также встречаются представители ихтиофауны характерные для низовьев Амударьи и Аральского моря, в частности, шип, аральская плотва, аральский жерех, аральская шема, золотистая щиповка и др., проникшие в водоём в результате регрессии моря (табл. 1).

Особенностью ихтиофауны Хаузаханского водохранилища является довольно высокая прежде численность акклиматизированных в Каракум-реке, позже и в р. Амударья (1987 г) китайских промысловых пелагофильных видов рыб. Изменения, произошедшие в структуре рыбного населения водохранилища в настоящее время, обусловлены снижением эффективности естественного размножения акклиматизантов в Головном участке Каракум-реки (Алиев и др., 1988, 1994) и длительное влияние нерационального промысла.

Начиная с 1984 года, выявлен скат икры и личинок китайских пелагофильных рыб на участке II очереди Каракум-реки, в районе г. Мары (400 км. Каракум-реки). Однако эффект от их размножения на данном участке был незначителен, из-за отсутствия водоёмов.

где создавалась бы кормовая база для молоди рыб на ранних этапах развития. Последующие исследования подтвердили значимую роль нерестилищ, расположенных в головной части канала. Было выявлено, что почти треть покатников (26.5%) наблюдается с верхних нерестилищ, около половины (43.5%) скатывалось с нерестилищ, расположенных на 275–325 км участка реки, в том числе 14.9% с района 175–200 км. (Алиев и др., 1994). По материалам исследований последних лет (Алиев Д.С., Суханова А.И., Шакирова Ф.М., Малахова Т.В.) нерестилища пелагофильных рыб обнаружены на участке Каракум-реки 270–420 км, 440–599 и 630–635 км с которых идет скат икры и личинок.

Ихтиофауна Сарыязынского водохранилища формировалась за счет саморасселения рыб из р. Мургаб – бессточной речной системы с её чрезвычайно характерным рыбным населением и целенаправленных акклиматизантов, вселенных в водоем для создания продуктивных промысловых стад. Первые акклиматизационные мероприятия в бассейне были проведены в 1895 г и способствовали успешной натурализации сазана и сома. В 30-х годах 20 века в водоемы Мургаба в целях борьбы с малярийными комарами была выпущена гамбузия, которая натурализовалась и широко распространилась повсюду (Никольский, Центилович, 1951; Алиев и др., 1988; Павлов и др., 1994). Последующее увеличение видового состава рыб в водохранилище произошло в середине семидесятых годов, после строительства второй очереди Каракум-реки (1966 г), соединившей бассейн Амударьи с Мургабом через действующий машинный канал и способствовавший проникновению в водоем ряда видов, в том числе полосатой быстрянки. Акклиматизационные мероприятия в бассейне Мургаба с китайскими пелагофильными рыбами проводились в 1973–1974 гг. выпуском в водоем молоди белого амура и белого толстолобика, естественное размножение которых в реке началось в 1976 г. В период работ в водоем случайно проникли 5 видов непреднамеренных вселенцев, в том числе амурский чебачек, корейская востробрюшка, китайский носатый бычок, серебряный карась и белый амурский лещ. Естественное воспроизводство леща в Мургабе впервые было отмечено в 1988 г. Выявлено, что нерестилища его располагаются на тех же участках, где размножаются белый амур и белый толстолобик.

В 1994–1996 гг. в бассейне Мургаба впервые были зарегистрированы половозрелые особи судака и змееголова, ранее здесь не встречавшиеся. В водоемы Центральной Азии змееголов попал в период акклиматизационных работ с китайскими пелагофильными

рыбами. В 60-х годах он случайно был вселен в пруды Узбекистана и в первые же годы проник в Сырдарью, а к 1965 г уже распространился по реке до Аральского моря (Дукравец, Мачулин, 1968). В конце 60-х годов змееголов отмечался в нижнем течении Амударьи, а в начале 70-х годов в среднем его течении, откуда проник в Каракум-реку и его водохранилища.

По нашему мнению, проникновение змееголова и судака в Мургаб произошло через машинный канал из Каракум-реки, где они встречаются повсеместно. В период обнаружения видов в Мургабе они были распространены в районе Гиндукушского и Иолотанского водохранилищ, в течение последующих пяти лет дошли до Сарызынского водохранилища. Пока, вплоть до 2010 года, проникновение змееголова и судака в водохранилище не обнаружено. Вселение их в Сарызынское водохранилище может повлечь за собой негативные последствия, если учесть, что водоём является нагульным для ряда ценных промысловых видов рыб бассейна. В настоящее время в Сарызынском водохранилище встречаются 16 видов рыб, 8 из которых (50%) являются вселенцами (табл. 1).

Нельзя не упомянуть о случайном вселении бассейна Мургаба – корейской востробрюшке, встречающейся, как в самой реке, так и в водохранилищах. По материалам, собранным в 1996 г обнаружено, что востробрюшка – один из ведущих видов Сарызынского водохранилища по численности, и, благодаря своим крупным размерам (длина 30.5 см, масса – 250 г), активно вылавливается местным населением. По-видимому, для востробрюшки характерны высокие потенциальные показатели роста. В бассейне Мургаба она активно хищничает, потребляя непромысловые виды (8 или 50% видов, не имеющие хозяйственного значения), благодаря высокой обеспеченности пищей в настоящее время возникла её быстрорастущая популяция. О достаточной кормовой базе востробрюшки также можно судить косвенно по показателям упитанности, которая высока и достигает по Фультону 2.0 и максимальным показателям жирности.

Таким образом, исследование ихтиофауны двух крупнейших водохранилищ Туркменистана выявило, что процесс формирования их рыбного населения имеет общие черты, но в каждом из рассматриваемых водоёмов наблюдаются и свои особенности. В Сарызынском водохранилище – головном в бассейне Мургаба, главным фактором, влияющим на биомассу и численность обитающих рыб, является его заиливание. В Хаузаханском – заиливание головного Келифского водохранилища оказывает серьезное влияние на численность, обитающих в водохранилище пелагофильных рыб как

местных (короткоголовый усач), так и акклиматизированных (белый и пестрый толстолобики, белый и черный амур и белый амурский лещ). Хотя процесс этот на ихтиофауне Хаузханского водохранилища отражается с некоторым запозданием.

В настоящее время акклиматизанты встречаются даже в некогда изолированных горных речках Паропамиза и Копетдага. В 15 обследованных речках, из 17 обитающих в них видов рыб 12 – аборигены, а 5 видов (29.4%) – вселенцы (серебряный карась, корейская востробрюшка, амурский чебачок, сазан и гамбузия). Впервые в речках Кашан и Кушка обнаружены серебряный карась, корейская востробрюшка и амурский чебачок, р. Теджен серебряный карась и корейская востробрюшка, р. Казганчай амурский чебачок, а в р. Янбаш амурский чебачок и гамбузия. Исследованиями выявлено, что туркменский гребенчатый голец *Schistura cristata* в бассейне р. Мургаб встречается не только в р. Кушка, но и в р. Кашан. Подтверждено присутствие этого вида и в р. Теджен. Ареал внесенного в Красные книги Туркменистана (1996, 2011) туркменского гольца *Schistura sargadensis* значительно шире и он обитает не только в речках Кельтечинар и Шырлывук, но и в речках Меаначай, Душак и Кушка. Сужается ареал закаспийской маринки и восточной быстрянки, исчезнувшие сегодня из ряда рек (Сальников, Шакирова, Николаев, 1998). Кавказский голавль (*Leuciscus cephalus orientalis* Nordmann) прежде, в 30–40-х годах XX столетия довольно обычный в бассейне Атрека (Сумбар, Чандыр), в настоящее время 2003, 2007 гг. не обнаружен. Куринский усач (*Barbus lacerta cyri* Filippi) впервые обнаруженный в 1925 г. в р. Сумбар, прежде довольно обычный, в 2003 и 2007 гг., при обследовании реки – не выявлен (Алиев, Суханова, Шакирова, 1988; Сальников, 2008).

Таким образом, сегодня, в составе ихтиофауны водоемов Туркменистана наблюдаются значительные изменения. Не обнаружены ряд аборигенных видов, но отмечено пополнение её новыми вселенцами, представленных 1 отрядом (Cyprinodontiformes – карпозубообразные), 4 семействами (Poeciliidae – пещилиевые, Oryziatidae – оризиевые, Odontobutidae – головешковые, Channidae – змееголовые) и 13 родами (Stenopharyngodon – белые амур, Hemiculters – востробрюшки, Hypophthalmichthys – толстолобики, Mylopharyngodon – черные амур, Parabramis – амурские белые лещи, Abbottina – амурские лжепескари, Pseudorasbora – псевдоразборы, Misgurnus – амурские вьюны, Oryzias – оризии, Gambusia – гамбузии, Micropercops – микроперкопсы, Rhinogobius – носатые бычки, Channa – змееголовы), некоторые из них играют важную роль в промысле страны.

**ИЗМЕНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ
РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВОДОЁМОВ СРЕДНЕГО
ПОВОЛЖЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КУЙБЫШЕВСКОГО
И НИЖНЕКАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ)**

Ф.М. Шакирова, Р.Г. Таиров, Ю.А. Северов

*Татарское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ», г. Казань, Россия,
gosniiorh@telebit.ru*

Биологические ресурсы наряду с другими природными ресурсами, всегда являлись важнейшим фактором социально-экономического развития страны и включались в число приоритетных научно-прикладных разработок. При этом важнейшую роль и ведущее положение среди биологических ресурсов занимают рыбные (Павлов, Стриганова, 2005).

Татарское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ» со дня своего основания занимается изучением биологических ресурсов водоемов Среднего Поволжья, в целях их рационального освоения. В настоящее время ведущими рыбопромысловыми угодьями республики являются Куйбышевское и Нижнекамское водохранилища, относящиеся к водоемам многоцелевого назначения и расположенные в промышленном и густонаселенном районе Поволжья. Куйбышевское водохранилище, созданное в 1955–1957 гг. имеет общую емкость 58 км³, занимает площадь 625 тыс. га при НПУ и является крупнейшим не только в России, но и в Европе, Нижнекамское, построенное в 1979 г, соответственно, имеет 2.9 км³ и 108 тыс. га.

На Средней Волге, в районе будущего Куйбышевского водохранилища, до зарегулирования реки встречалось 50 видов рыб (Лукин, 1961; Поддубный, 1983; Кузнецов, 1978, 2005). Постоянными обитателями реки являлись 36 видов, среди которых наиболее многочисленными были лещ, щука, судак, синец, плотва, язь, окунь, укляя и т.д. Из ценных промысловых видов достаточно много встречалось стерляди. Судак отмечался в промысловых количествах, хотя стадо было не столь мощным. Незначительным было также промысловое стадо речного сазана, а общие промысловые речные уловы в этот период колебались от 13 до 20 тыс. ц в год.

В первые годы после перекрытия р. Волги из состава ихтиофауны водохранилища выпали рыбообразные и проходные виды. За более чем пятидесятилетний период существования водохранилища, зарегистрированные поимки этих видов происходили лишь в первые годы после создания водоема, за исключением отдельных случаев (Поддубный, 1959; Шаронов, 1962). Таким образом, формирование

рыбного населения водохранилища шло в направлении увеличения числа лимнофильных и исчезновения проходных и реофильных видов, проникновения северных и южных вселенцев и целенаправленного вселения ряда видов (Кузнецов, 2005; Шакирова, 2007).

Для обеспечения формирования в создаваемом водохранилище промысловых стад рыб в начальный период был осуществлен ряд рыбоохранных мероприятий, а также акклиматизационных и рыбоводных работ. На 2 года введен запрет на промысел осетровых, леща, сазана и судака, в зону затопления выпущено более 1 млн. сеголетков сазана и 33 тыс. его производителей, кроме того, с нижнего бьефа водохранилища пересажено около 1000 экз. осетра (Лукин, 1961).

В настоящее время в Куйбышевском водохранилище встречаются 54 вида, относящиеся к 18 семействам, из них более половины 30 видов или 55.6% – промысловые, 16 или 29.6% – вселенцы, 6 или 11.1% – виды, включенные в Красную книгу Республики Татарстан (2006) (табл. 1).

Таблица 1.

Современный состав ихтиофауны Куйбышевского
и Нижнекамского водохранилищ

Вид	Куйбышевское водохранилище	Нижнекамское водохранилище
Сем. Осетровые – <i>Acipenseridae</i>	+	+
Стерлядь – <i>Acipenser ruthenus</i> L.		
Шип – <i>A. nudiiventris</i> Lovetsky	+	
Белуга – <i>Huso huso</i> (L.)	+	
Сем. Речные угри – <i>Anguillidae</i>	+	
Речной угорь – <i>Anguilla anguilla</i> (L.)		
Сем. Сельдевые – <i>Clupeidae</i>	+	+
*Черноморско-азовская тюлька – <i>Clupeonella cultriventris</i> (Nordmann)		
Сем. Лососевые – <i>Salmonidae</i>	+	+
Обыкновенный таймень – <i>Hucho taimen</i> (Pallas)		
Сем. Сиговые – <i>Coregonidae</i>	+	
*Европейская ряпушка – <i>Coregonus albula</i> (L.)		
*Пелядь – <i>C. peled</i> (Gmelin)	+	
Сем. Корюшковые – <i>Osmeridae</i>	+	
*Европейская корюшка, снеток – <i>Osmerus eperlanus</i> (L.)		

Вид	Куйбышевское водохранилище	Нижнекамское водохранилище
Сем. Щуковые – Esocidae	+	-
Обыкновенная щука – <i>Esox lucius</i> L.		
Сем. Карповые – Cyprinidae	+	+
Обыкновенный елец – <i>Leuciscus leuciscus</i> (L.)		
Язь – <i>Leuciscus idus</i> (L.)	+	+
Голавль – <i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	+	+
Обыкновенный гольян – <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.)		+
Озёрный гольян – <i>Phoxinus perenurus</i> (Pallas)	+	+
Белощёрый пескарь – <i>Romanogobio albipinnatus</i> (Lukasch)	+	+
Обыкновенный пескарь – <i>Gobio gobio</i> (L.)	+	+
Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (L.)	+	+
Краснопёрка – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	+	+
Обыкновенный жерех – <i>Aspius aspius</i> (L.)	+	+
Верховка – <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel)	+	+
Уклейка – <i>Alburnus alburnus</i> (L.)	+	+
Лещ – <i>Abramis brama</i> (L.)	+	+
Синец – <i>Abramis ballerus</i> (L.)	+	+
Белоглазка – <i>Abramis sapa</i> (Pallas)	+	+
Густера – <i>Blicca bjoerkna</i> (L.)	+	+
Чехонь – <i>Pelekus cultratus</i> (L.)	+	+
Линь – <i>Tinca tinca</i> (L.)	+	+
Волжский подуст – <i>Chondrostoma variable</i> Jakowlew	+	+
Золотой или обыкновенный карась – <i>Carassius Carassius</i> (L.)	+	+
Серебряный карась – <i>Carassius auratus</i> (L.)	+	+
Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> (L.)	+	+
Горчак обыкновенный – <i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas)	+	
*Белый толстолобик – <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Val.)	+	-
*Пестрый толстолобик – <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson)	+	+
*Белый амур – <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Val.)	+	
Сем. Балиторовые – Balitoridae	+	+
Усатый голец – <i>Barbatula barbatula</i> (L.)		
Сем. Вьюновые – Cobitidae	+	+
Обыкновенная щиповка – <i>Cobitis taenia</i> L.		
Обыкновенный вьюн – <i>Misgurnus fossilis</i> (L.)	+	+
Сем. Сомовые – Siluridae	+	+
Обыкновенный сом – <i>Silurus glanis</i> L.		
Сем. Налимковые – Lotidae	+	+
Налим – <i>Lota lota</i> (L.)		
Сем. Иглобые – Syngnathidae	+	+
*Черноморская игла – рыба – <i>Syngnathus nigrolineatus</i> Eichwald		

Вид	Куйбышевское водохранилище	Нижнекамское водохранилище
Сем. Окуневые – Percidae	+	+
Речной окунь – <i>Perca fluviatilis</i> L.		
Обыкновенный судак – <i>Sander lucioperca</i> (L.)	+	+
Волжский судак, берш – <i>Sander volgensis</i> (Gmelin)	+	+
Обыкновенный ёрш – <i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	+	+
Сем. Колюшковые – Gasterosteidae	+	
*Малая южная колюшка – <i>Pungitius platygaster</i> (Kessler)		
*Девятиглая колюшка – <i>P. pungitius</i> (L.)	+	
Сем. Головешковые – Odontobutidae	+	+
*Головешка-ротан – <i>Perccottus glenii</i> Dybowski		
Сем. Бычковые – Gobiidae	+	+
*Бычок-кругляк, черноротый бычок – <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas)		
*Каспийский бычок-головач – <i>Neogobius iljini</i> Vasiljeva et Vasiljev, 1996	+	
*Бычок-песочник – <i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas)	+	
*Бычок-цуцик – <i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas)	+	
*Звездчатая пугилька – <i>Benthophilus stellatus</i> (Sauvage)	+	
Сем. Рогатковые (Керчаковые) – Cottidae	+	+
Обыкновенный подкаменщик – <i>Cottus gobio</i> (L.)		
Всего видов	54	41

Примечание: * – обозначены вселенцы

В период заполнения водохранилища появились высокоурожайные поколения, на которых в дальнейшем базировалась ихтиофауна водоема. При этом в новых условиях изменились биологические показатели видов и свойства структуры популяций, а у видов, которые откладывают икру в прибрежной зоне, где велико влияние колебания уровня воды на эффективность размножения, наблюдаются значительные колебания их численности (Кузнецов, 2007; Таиров, 2007).

Исследование современного состояния леща – основного промыслового вида Куйбышевского водохранилища, выявило, что как высокопластичный вид он смог приспособиться к изменившимся условиям и стал доминирующим видом в водоёме. До создания водохранилища в Волге половая зрелость у самок леща в массе наступала в возрасте 6–9 лет, у самцов на год раньше. Кроме того, для волжского леща было характерно одновременное икрометание, проходившее на пойме. В период заполнения водохранилища

были созданы весьма благоприятные условия для размножения и роста фитофильных рыб, в том числе леща, запасы которого стали быстро расти, благодаря эффективности его воспроизводства, а вступление в промысел мощных водохранилищных генераций способствовало значительному повышению его уловов. Позже, положение изменилось и многочисленное стадо старшевозрастного леща оказалось плохо обеспечено пищей, что привело к снижению темпов его роста, более позднему половому созреванию и значительному снижению индивидуальной абсолютной плодовитости (Кузнецов, 1977, 2005; Таиров, 2007). Однако, изменения, произошедшие как в экосистеме водоема, так и условиях обитания рыб, способствовали коренной перестройке структуры стада леща, который приспособился к размножению при значительных колебаниях уровня режима водоема и первоначально достаточно однородные локальные его популяции дифференцировались и стали размножаться в разные сроки. На мелководьях он стал размножаться в более ранние сроки, в период высокого уровня воды, а в более глубоких местах несколько позднее, обычно при повторном половодье. С начала 90-х годов наметилась тенденция снижения уловов леща и сегодня (2010 г.) вылов его составляет 487.2 т или 29.8%. Кроме того, отмечено омоложение промыслового стада леща в водохранилище. Так в 1987 г. в уловах встречались рыбы в возрасте от 6+ до 20+ – 21+ лет, размеры которых достигали в среднем 35.1 см., в настоящее время встречаются лещи в возрасте 7+ – 18+ лет, средние размеры которых составляют 36.8 см, а массовое созревание отмечается в возрасте 11 лет. На наш взгляд, сложившаяся ситуация объясняется как нерациональным промыслом, так и ухудшением общей экологической обстановки в водохранилище.

Стерлядь – один из ценнейших видов бассейна Волги. До зарегулирования реки, в среднем ее течении, она была наиболее многочисленна. В первые годы создания водохранилища в водоеме сложились благоприятные условия для обитания и размножения стерляди, что привело к эффективному нересту рыб в течение 1956–1958 гг. и появлению большого числа молоди. Увеличению численности стерляди в водохранилище способствовали также многоводные годы. В Средней Волге половое созревание у самцов стерляди наблюдалось в возрасте 3–7 лет, самок – 6 лет, хотя основная масса рыб созревала намного позже. В настоящее время в водохранилище отмечается значительная растянутость сроков полового созревания рыб, что объясняется увеличением числа неполовозрелых быстрорастущих рыб, находящихся на II жировой стадии зре-

лости, что и приводит к растянутости этого процесса. Средние размеры половозрелых самцов составляют 44,9, самок – 47,2 см и практически совпадают с таковыми рыб Средней Волги и Куйбышевского водохранилища в 1966–1969 гг., но несколько ниже показателей 1973–1974 гг. (Гончаренко и др., 2007).

Анализ уловов стерляди в водохранилище выявил, что в результате изъятия промыслом мощных водохранилищных поколений стало наблюдаться падение ее промысловых уловов, которые в настоящее время колеблются от 13,4 до 3,2 т.

Таким образом, исследование биологии и экологии стерляди Куйбышевского водохранилища, основные запасы которой сосредоточены в верхних плесах, выявило, что она находится в депрессивном состоянии, по сравнению с 70-ми годами прошлого столетия, несмотря на то, что естественное воспроизводство рыб можно считать пока удовлетворительным. Для поддержания численности рыб в водохранилище в настоящее время необходимо сохранить в надлежащем состоянии естественные нерестилища, запретить на нерестовых участках разработку НСМ, забор воды и сброс промышленных и бытовых стоков и обратить особое внимание на искусственное воспроизводство.

Судак является самым многочисленным среди хищников видом Куйбышевского водохранилища. В Средней Волге исходная популяция его была малочисленной, поэтому формирование вида в водохранилище заняло длительный период. Этим и объясняется не столь мощное, как у других видов рыб воспроизводство судака на первом этапе образования водохранилища (Лукин, 1969). После заполнения водохранилища, благодаря высокой экологической пластичности и возможности откладывать икру в широком диапазоне температур и независимо от уровня режима водоема, стало отмечаться постепенное увеличение численности судака и повышение его биологических показателей. Первые водохранилищные генерации способствовали росту его уловов, который сохранился на достаточно высоком уровне в течение первых десятилетий, но позднее наметилось его снижение. Последующее улучшение кормовых условий судака в водохранилище способствовало более раннему половому созреванию и повышению абсолютной плодовитости рыб. В настоящее время отмечается постепенное увеличение численности судака в водохранилище, промысловые уловы которого колеблются от 75,1 до 122,3 т. В уловах судак встречается в возрасте 2–20 лет, наиболее многочисленны возрастные группы 3–8 лет. Столь медленное повышение численности судака при благополучных кормовых условиях объясняется

значительным изъятием неполовозрелых рыб в возрасте 2–3 лет, которые не успели принять участие в размножении (Таиров, 2007).

Видовой состав ихтиофауны Нижнекамского водохранилища, построенного в 1979 году, формировался также стихийно из представителей ихтиофауны исходных водных систем – рек Волга и Кама. В период становления водохранилища в нём насчитывалось 35 видов рыб, относящихся к 10 семействам (Махотин, 1985; Кузнецов, 2005). В дальнейшем, общее число видов в составе ихтиофауны водохранилища увеличилось за счет новых вселенцев целенаправленно или случайно завезенных в водоём (Бартош, 2006; Кузнецов и др., 2007). На основании наших исследований выявлено, что ихтиофауна водохранилища сегодня включает 41 вид, относящийся к 14 семействам, практически половина из них 20 видов или 48,8% промысловые, 6 видов (14,6%) – вселенцы, 5 (12,2%) – включены в Красную книгу Республики Татарстан (2006) (см. табл.).

В первые годы создания водохранилища отмечались благоприятные условия для естественного воспроизводства фитофилов, что способствовало созданию в водоёме значительных запасов промысловых рыб. С увеличением численности рыб стали повышаться и их уловы, максимальные показатели которых (592, 4 т) наблюдались в 1990 г. Основу уловов в этот период составляла щука, занимавшая 32,1% от всего объема вылавливаемой рыбы. На втором месте – плотва (29,3%) и лишь на третьем – лещ (25,1%). С 1992 года уловы рыбы в водохранилище стали снижаться, но при этом стала наблюдаться и смена доминирующих видов. Первое место в промысле стал занимать лещ, максимальные показатели которого (147,4 т или 46,4% от всего вылова) наблюдались уже в 1995 г. Второе место вначале стала занимать щука, но затем её сменили плотва и густера.

В настоящее время запасы рыб стабилизировались, но на более низком уровне, в соответствии с кормовой базой и условиями внешней среды. Значительно снизились уловы щуки, не превышающие сегодня 7–8% от всего вылова. Уловы стерляди не превышают 0,4–0,8 т, остальных промысловых видов рыб (судак, окунь, чехонь, синец и др.) колеблются в незначительных пределах.

Таким образом, на формирование состава рыбного населения Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ оказало влияние, прежде всего, зарегулирование стока Волги и Камы, процессы саморазрушения и целенаправленного вселения в них новых видов, нерациональный вылов и многое другое, что привело к изменению численности популяций отдельных видов и их внутривидовым перестройкам.

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ

М.И. Шатуновский

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, Россия, admin@sevin.ru*

В модели постановочного характера сделана попытка оптимизации промысла гипотетических естественных популяций пелагических рыб на основе использования данных возрастной физиологии. При построении модели учитывались различные моменты продукционного процесса (характер ассимиляции, скорость весового роста, уровни энергетического и генеративного обмена) (Булгакова и др., 1973).

Подход к управлению естественной популяцией в водоеме. Пусть при эксплуатации системы S нас интересует снятие урожая с i ее компонент, причем, не нарушая общности, обозначим эти компоненты первыми i номерами. Обобщая постановку задачи управления рыбной популяцией, данную В.В. Меншуткиным (1971, 2010), считаем, что для того, чтобы в единицу времени получить урожай $Y = \{y_1, \dots, y_m\}$ при величине запаса $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, нужно приложить усилие $f = \{f_1, \dots, f_n\}$. Вектор f , в общем случае имеющий размерность n , назовем управлением системой S . Компонента f_i этого вектора может характеризовать, например, интенсивность промысла i -й компоненты (при $i \leq m$).

В более общем случае популяции нельзя считать однородными, т.е. нужно рассматривать их разделенными на возрастные и половые группы ($j = 1, \dots, J_1$). Тогда вместо векторов будем иметь матрицы X, Y, f . Все эти матрицы могут быть функциями от времени.

Если рассматривать дискретные моменты времени, то модель системы с управлением запишется в виде:

$$X(t) = \Phi[X(t-1), f(t-1), Z(t-1)],$$

т.е. состояние системы в момент времени t представляет собой функцию от ее предыдущего состояния, от управляющих воздействий и от случайных возмущений Z , которые могут быть заданы законом распределения. Определение вида функции Φ и представляет собой моделирование системы S . В результате управляющего воздействия f на S получим урожай:

$$Y(t) = Y[x(t), f(t)]$$

Одной из задач оптимального управления природными ресурсами является максимизация урожая Y^3 в течение длительного времени T , которую представим в виде линейной функции от Y_j . Y_j – урожай, полученный от j -й возрастной группы популяции i , а именно:

$$Y^3 = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij} Y_{ij} t,$$

где: $t = 0, t = T/\Delta t$ – моменты начала и конца промысла; A_{ij} – числовая мера ценности биомассы j -й возрастной группы популяции i . При постоянной величине A_{ij} , не зависящей от i и j , Y^3 совпадает с величиной снимаемой биомассы Y^6 .

Перейдем к подробному рассмотрению промысла одной популяции ($i = 1, \dots, I_m$). Модель одной популяции следует строить обязательно с учетом ее возрастной структуры. Биомасса рыб разного возраста различается не только по средней эффективности использования потребленной и ассимилированной пищи на рост, но и по калорийности, а следовательно, и по пищевой ценности.

Пищевая ценность у старших рыб ниже, чем у модальных возрастных групп, в течение большей части года, особенно в весенне-летний период. Кроме того, в течение годового цикла калорийность многих рыб значительно меняется. Так, для 4-годовалой балтийской трески она увеличивается с 800 (в июне) до 950 кал/г (в январе), для ряпушки с 1100 (в мае) до 2500 кал/г (в августе), а для рыббинского леща с 1000 (июнь) до 2000 кал/г (октябрь). В определенные сезоны года из-за несовпадения ритмов сезонных физиологических процессов калорийность и пищевая ценность самцов и самок и особей отдельных возрастных групп различны. К началу зимы эти различия сглаживаются, качество изымаемой продукции в это время наилучшее. Однако в большинстве случаев промысел базируется на преднерестовых и нерестовых скоплениях, в которых агрегация особей наибольшая. В этот период годового цикла различия в пищевой ценности между особями разного возраста и пола наибольшие, учет этих особенностей позволит рационализировать утилизацию рыбной продукции.

Таким образом, при построении моделей рациональной эксплуатации популяций необходим учет данных по метаболической эффективности разных возрастных групп и данных по «химической» ценности A биомассы разных возрастных групп в разные периоды годового цикла.

Блок-схема математической модели естественной популяции построена с учетом эколого-физиологических характеристик (рис. 1). За единичный интервал времени взят год.

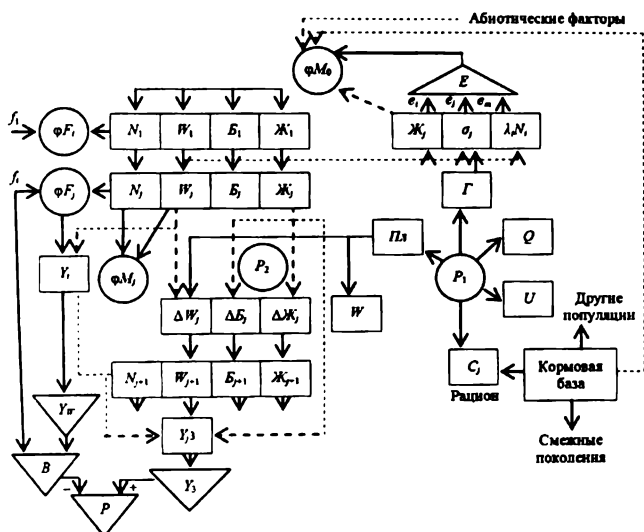


Рис. 1. Блок-схема управления естественной популяцией (обозначения в тексте).

Состояние популяции описывается вектором $X = \{x_j\}$, $j = 1$, где составляющая x_j соответствует j -й возрастной группе и описывается четырьмя характеристиками: N_j – численность; W_j – масса одной особи, г; P_j и G_j – содержание белка и жира в одной рыбе, г. На схеме сплошными линиями показаны потоки вещества или энергии, а пунктирами – функциональные связи.

Компонента X_k не детализируется и представляет собой кормовую базу данной популяции, через эту компоненту осуществляется связь данной популяции с другими популяциями системы C . Формирование рациона детально не показываем, это описано В.В. Меншуткиным и Ю.Я. Кисляковым (1967).

Подробно продукционный процесс показан для одной особи j -й возрастной группы. Ее рациона C_j распределяется между основным (Q_o), активным (Q_a), пластическим (Pl) и генеративным (G_2) обменом и неусвоенной частью вещества (энергии) U .

Распределение вещества (энергии) между разными формами обмена для разных j различно и задается функцией p_j . Доля веще-

ства, идущего на пластический обмен, подразделяется на собственно вещество (энергию) прироста и на обеспечение этого прироста (ΔP). Стил (Steele, 1965), например, считает, что эффективность генеративного обмена составляет 50%, т.е. на синтез и перенос вещества в гонады тратится такое же количество энергии, какое заключено в генеративной ткани. Для разных j соотношение между приростом белка (ΔB) и жира (ΔJ) различно и задается функцией p_2 . Доля вещества, идущего на генеративный обмен, подразделяется на само вещество половых продуктов \bar{e}_j и на энергию, обеспечивающую создание этого вещества (γ_j); \bar{e}_j представляет собой вектор, его компонента $N_j \lambda_j$ – количество продуцированной j -й группой икры, g_i – содержание жира в одной зрелой икринке, которое влияет на ее смертность ϕM_0 (Шатуновский, 1973, 1980; Шапиро, 1975). Выжившая молодежь пополняет первую возрастную группу.

На естественную убыль j -й группы ϕM_j влияет как численность возрастной группы N_j , так и качественный состав рыбы: соотношение в ее организме белка и жира P_j/G_j .

Управляющее воздействие f – вектор, составляющая которого f_j отражает интенсивность промысла j -й возрастной группы и влияет на промысловую убыль ϕF_j . Вылов j -й группы, выраженный в биомассе, равен: $Y_j = N_j W_j \phi F_j$. «Ценность» одного грамма биомассы j -й возрастной группы (в калорийном выражении) зависит от структуры этой биомассы и равна $A_j = a P_j/W_j + b G_j/W_j$, т.е. зависит от процентного содержания белка и жира. Здесь a и b – постоянные, соответствующие физиологической калорийности белка и жира (1 г белка – 4.1 ккал; 1 г жира – 9.3 ккал).

Одной из задач оптимального управления системой S является максимизация урожая в единицах биомассы. Правильнее максимизировать урожай с учетом не только биомассы, но и ее структуры. Суммарное отражение этой структуры – калорийный эквивалент биомассы Y^2 .

При изучении хозяйственной системы необходимо учитывать и затраты на ее управление, в данном случае на промысел. Прибыль от эксплуатации системы за единицу времени:

$$P_{\Pi} = \alpha Y^2 - \sum_j B_j f_j - B_0.$$

Задачу максимизации прибыли от промысла одной популяции пытался формализовать ряд авторов (Beverton, Holt, 1957; Clark, 1990).

Управляющий вектор, максимизирующий прибыль, не будет совпадать с вектором, максимизирующим Y^2 или Y^6 . При решении описанной задачи оптимизации нужно выполнять обязательное

условие, чтобы по окончании периода промысла система S находилась в состоянии, допускающем дальнейшую эксплуатацию. Ю.М. Свирежев и Е.А. Елизаров (1972) решают задачу оптимального управления биогеоценозом с точки зрения получения максимального урожая за интервал $(0, T)$. В конечный момент времени процесс прекращается в результате полного снятия биомассы. Это условие позволяет в некоторых случаях получить аналитическое решение, но допустимо при управлении не природной системой ресурсов, а только некоторыми искусственно созданными биологическими системами (система замкнутого цикла товарного выращивания рыб, хемотростическая система и др.).

Для повышения продуктивности водной экосистемы важно, чтобы каждая из ее компонент (планктоноядные рыбы, бентосоядные, хищники) с наибольшей эффективностью использовала свои кормовые ресурсы на рост. Для популяции эффективность использования пищи на рост (метаболическая эффективность K_1) выражается формулой:

$$K_1 = \frac{\sum_j W_j}{\sum_j N_j},$$

для j -й возрастной группы:

$$K_1 = \frac{\Delta W_j}{r_j}.$$

Данные, приведенные в таблице 1, иллюстрируют, как меняются продукция, урожай на кормлю и метаболическая эффективность отдельных возрастных групп и популяции в целом (взяты гипотетические популяции балтийской салаки и чудской ряпушки (Ефимова, 1966; Шатуновский, 1980)) при селективном интенсивном промысле.

За основу была принята теоретическая необлавливаемая популяция ряпушки общей численностью 3000 особей; соотношение численности возрастных групп соответствует кривой населения (естественная убыль ϕM_j для $j = 1, \dots, 3$ принята равной 35%, для $j = 4, \dots, 6-50\%$), флуктуации численности поколений отсутствуют. Продукция этой популяции составляет 25.4 кг/год при потреблении 311 кг корма. Эффективность использования потребленного корма на рост 8.2%. Фактически промысел ряпушки изымает различные возрастные группы в соотношениях, представленных в табл. 1, т.е. промысел селективен. При этом снятый урожай (1000 особей) равен 26.1 кг, продукция популяции – 8.9 кг при 157 кг съеденного корма. Метаболическая эффективность низкая – 5.7%. Продукция икры – 2.6 кг. Если промысел базируется на преднерестовых скоплениях, то эта масса икры «потеряна» для естественного воспроизводства. При

этом наиболее полноценная икра, например, у модальных возрастных групп салаки (ряпушки) – 3- и 4-годовиков (Шатуновский, 1980) – составляет при неселективном промысле 65% всей продукции икры. А из таблицы видно, что эти возрастные группы давали 53% всей продукции икры популяции. В таблице рассмотрена популяция в 2000 особей – остаток, образовавшийся в результате действия на исходную популяцию селективного промысла, изъязвшего 33.3% особей популяции. Годовая продукция такой популяции 16.4 кг, однако эта омоложенная популяция потребляет за год 154 кг корма и ее метаболическая эффективность наивысшая (10.7%). Продукция икры от 1000 особей этой популяции – 1 кг, причем относительное содержание 3- и 4-годовиков снижается до 33%.

Таблица 1.

Расчет продукции, урожая и метаболической эффективности популяции пелагической рыбы.

Показатели	Возраст, годы						Сумма
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	
При отсутствии промысла							
Численность, шт.	1200	840	540	240	120	60	3000
Средний вес, г	8.0	16	25	35	45	53	—
Продукция, кг	9.6	6.7	4.9	2.4	1.2	0.6	25.4
Урожай (изъято 1000 особей), кг	3.2	4.5	4.5	2.8	1.8	1.1	—
Съеденный корм, кг/год	49	79	82	52	31	18	311
Продукция икры, кг	—	1.2	1.5	0.9	0.6	0.3	4.5
Метаболическая эффективность K_1 , %	19	8.5	6.0	4.6	3.9	3.3	8.2
Селективный промысел							
Численность, шт.	120	290	400	200	60	30	1000
Продукция, кг	0.2	2.3	3.6	2.0	0.6	0.2	8.9
Урожай, кг	0.2	4.6	10.0	7.0	2.7	1.6	26.1
Съеденный корм, кг/год	1.0	28	61	42	16	9	157
Продукция икры, кг	—	0.4	1.0	0.7	0.3	0.1	2.6
K_1 , %	—	—	—	—	—	—	5.7
Остаток после воздействия селективного промысла							
Численность, шт.	1080	550	140	40	60	30	2000
Продукция, кг	9.4	4.5	1.3	0.4	0.6	0.2	16.4
Съеденный корм, кг/год	45	51	20	16	6	4	142
Продукция икры, кг	—	0.8	0.4	0.2	0.4	0.2	2.0
K_1 , %	—	—	—	—	—	—	10.7

Из этих данных можно понять, что интенсивный промысел приводит к значительному омоложению популяции, снижению ее удельной продуктивности (в расчете на 1000 особей), но одновре-

менно и к значительному повышению ее метаболической эффективности; при этом принималось, что во всех случаях темп роста отдельных возрастных групп при разной их численности одинаков, фактически же такой селективный и интенсивный промысел часто приводит к ускорению темпа роста младших возрастных групп.

Приведенные расчеты иллюстрируют изменения, происходящие в популяции при интенсивном селективном промысле.

Список литературы

- Булгакова Т.И., Засосов А.В., Шатуновский М.И. О моделировании некоторых хозяйственных систем рыболовства с учетом эколого-физиологических факторов // Тр. ВНИРО. 1973. Т. 9. С. 9–23.
- Ефимова А.И. Ряпушка Чудского озера / Гидробиология и рыбное хозяйство Псковско-Чудского озера. Таллин: Валтус, 1966. С. 140–174.
- Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. Л.: Наука, 1971. 196 с.
- Меншуткин В.В. Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция). Петрозаводск; СПб., 2010. 419 с.
- Меншуткин В.В., Кисляков Ю.Я. Моделирование популяций промысловых рыб с учетом переменного темпа роста // Зоол. журн. 1967. Т. 46. № 6. С. 805–810.
- Свирижев Ю.М., Елизаров Е.Я. Математическое моделирование биологических систем / Проблемы космической биологии. М.: Наука, 1972. Вып. 20. С. 3–159.
- Шапиро Л.С. Выживание икры рыб и его значение в формировании урожайности поколения (на примере салаки Вислинского залива) // Вопр. ихтиологии. 1975. Т. 15. № 6. С. 1046–1052.
- Шатуновский М.И. Роль исследований обмена веществ в решении некоторых вопросов динамики численности рыб // Материалы II Всесоюзной конф. по экологической физиологии рыб. М.: Наука, 1973. С. 14–16.
- Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. 283 с.
- Beverton R.J.H., Holt S.J. Dynamics of exploited fish population // Fishery Invest. Ser. II. L. 1957. 533 p.
- Clark C.W. Mathematical Bioeconomics. The Optimal Management of Renewable Resources. N.-Y.: John Wiley & Sons. 1990. 386 p.
- Steele J.H. Some problems in the study of marine resources / Int. Comm. N. W. Atlantic Fish. Dartmouth. Spec. Publ. 1965. № 6. P. 463–476.

РОЛЬ СУКЦЕССИИ ЭКОСИСТЕМЫ В ФОРМИРОВАНИИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.А. Шашуловский, С.С. Мосияш

*Саратовское отделение ФГНУ «ГосНИОРХ», Саратов, Россия,
gosniiorh@mail.ru*

В Волжском каскаде водохранилищ Волгоградское является самым южным, замыкающим и, в определенной мере, аккумулирующим потоки веществ из выше расположенных участков бассейна. Водохранилище имеет более чем полувековую историю существования. В этой связи его можно рассматривать как модельный водоем для отработки подходов к оценке формирования используемых биоресурсов в ходе развития экосистем других водохранилищ на крупных реках.

Водоохранилище пересекает в меридиональном направлении Саратовскую и Волгоградскую области, располагаясь на территории трех природно-климатических зон. Конфигурация и размеры (312 тыс. га) водоема позволяют отнести его к категории очень крупных водохранилищ долинного типа. Исходя из геоморфологических и гидрологических особенностей, в водохранилище выделяется 3 участка: верхний, средний и нижний. Водохранилище имеет сезонный тип регулирования стока и высокий показатель водообмена – 7.5 раз в год. Особенностью водоема является слабо развитая сеть боковой приточности, приуроченная в основном к верхнему участку. Водохранилище характеризуется относительно постоянным уровенным режимом, лишь в период паводка (в апреле-мае) происходит резкий подъем уровня воды. Мелководная зона с глубинами до 5 м расположена преимущественно в левобережье водохранилища и составляет около 45% общей площади водоема.

Около 90% биогенных элементов (азота и фосфора) поступает в водоем с основным водным притоком Волги, что не позволяет рассчитывать на эффективное управление биогенной нагрузкой лишь в рамках водохранилищной экосистемы (Шашуловский, Мосияш, 2010).

Водоохранилище в начальный период существования характеризовалось слабой степенью зарастания (около 1%) высшей водной растительностью. По данным наших исследований, в настоящее время площади, занимаемые макрофитами, оцениваются величиной около 7.5% площади всего водохранилища. За последний тридцатилетний период степень зарастания верхнего участка водохранилища увеличилась на порядок, среднего и нижнего участков – в 4–5 раз.

Установлено, что ежегодные темпы зарастания мелководий верхнего и среднего участка за последние десятилетия составляют около 1% от площади мелководий. Степень зарастания мелководий достигает 35–40%. В настоящее время ассоциации макрофитов мелководной зоны водохранилища формируют около 30% первичной продукции растительных гидробионтов (Шашуловский, Мосияш, 2010).

Результаты анализа многолетнего тренда основных параметров экосистемы (табл. 1) указывают на относительную стабильность базовых биопродукционных характеристик – концентрации фосфора и биомассы фитопланктона. Этот факт, а также прогрессирующее увеличение зарослей высшей водной растительности свидетельствуют о направленности развития экосистемы водоема по макрофитному типу.

Таблица 1.

Общие результаты анализа многолетней динамики параметров экосистемы водохранилища (жирным шрифтом выделена статистически значимая тенденция)

Показатели	Уровень значимости линейного тренда
Концентрация фосфора	0.171
Концентрация азота	0.0001
Летняя температура воды	0.024
Годовой сток	0.030
Биомасса фитопланктона	0.321
Биомасса зоопланктона	- 0.016
Биомасса мягкого зообентоса	0.148
Биомасса моллюсков	0.0014

Опираясь на работы ряда авторов (Федоров, 1974; Левич, 1976; Михайловский, 1978; Розенберг, 1986; Гродзинский, 1987; Кудерский, 1992), мы выделили, оценили и интерпретировали четыре общие формы устойчивости водохранилищной экосистемы: инертность, восстанавливаемость, пластичность и устойчивость развития (Шашуловский, Мосияш, 2010). Результаты проведенной комплексной оценки показали, что изменения экосистемы водохранилища за время его существования происходили при повышении всех основных форм устойчивости (табл.2). Очевидно, в экосистеме преобладали направленные сукцессионные процессы и пока не наметились существенные признаки приближения к климаксовому состоянию.

В прошлом столетии в период массового создания водохранилищ прочно утвердилось мнение о регрессивном характере их раз-

вития и снижении устойчивости экосистем в ходе сукцессии (Зимбалевская, 1985; Кузнецов, 1993 и др.). Вместе с тем, в работах ряда авторов (Мордухай-Болтовской, 1960; Журавель, 1974 и др.) отмечается сходство крупных равнинных водохранилищ с устьевыми лиманами-эстуариями, экосистемы которых устойчиво функционируют на протяжении многих тысяч лет. Ю.Одум (1975) относит лиманы-эстуарии к особому классу водных экосистем, обладающих так называемой импульсной стабильностью. В них более или менее регулярные, но резкие физические возмущения, поступающие извне, могут поддерживать экосистему на определенной промежуточной стадии развития, порождая своего рода компромисс между молодостью и зрелостью.

Таблица 2.

Результаты комплексной оценки устойчивости экосистемы

Форма устойчивости	Периоды			Используемые оценки
	1960–1975 гг.	1976–1990 гг.	1991–2003 гг.	
Инертность	0.270	0.303	0.327	Отношения коэффициентов вариации
Восстанавливаемость	0.260	0.307	0.411	Отношения показателей изменчивости
Пластичность	0.180	0.341	0.372	Коэффициенты корреляции
Устойчивость развития	27.0	37.7	39.0	Дисперсия первой главной компоненты

Основываясь на выше приведенных фактах, мы предлагаем гипотезу об импульсном характере стабильности водохранилищной экосистемы. По нашему мнению, однотипные «кризисные» ситуации в виде периодических колебаний уровня воды являются стабилизирующим фактором, поддерживающим экосистему водохранилища в рамках некоторого промежуточного сукцессионного состояния, свойственного и экосистемам лиманов-эстуариев. Процесс развития водохранилищной экосистемы представляется не как гладкая восходящая кривая, а как чередование периодов спокойного устойчивого развития и отрезков более или менее резких перестроек. Нарботанная в ходе этого чередования информация, как правило, в результате мини-кризисов не исчезает полностью, поэтому развитие системы имеет вид волнообразной восходящей кривой. Подтверждением этому может служить графический анализ пластичности экосистемы за период существования водохранилища (рис.1).

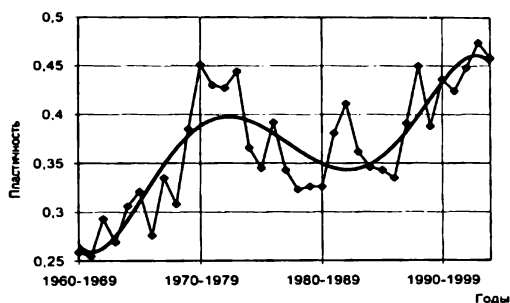


Рис. 1. Динамика пластичности (одной из форм устойчивости) экосистемы водохранилища за время его существования

В первые годы образования Волгоградского водохранилища видовой состав рыбного населения насчитывал 44 вида. За период существования водоема его иктיוфауна пополнилась 17 новыми видами рыб. В среднем в водохранилище появлялся 1 вид за два с половиной года. Обогащение видового состава произошло за счет: самопроизвольного вселения – 6 видов, случайного заселения с кормовыми организмами – 2 вида, при формировании пастбищной аквакультуры – 7 видов, проведении рыбоводных работ в вышерасположенных водохранилищах – 2 вида. Вместе с тем, количество видов-акклиматизантов, образовавших самовоспроизводящиеся, устойчивые популяции, всего 7. Из них 6 видов мелкие промысловые рыбы (головешка-ротан, бычок-цуцик, черноморская игла, звездчатая пуголовка, бычок-головач, малая южная колюшка) и только один вид – рыбец может быть отнесен к промысловым биологическим ресурсам.

Как и в большинстве других равнинных водохранилищ, основным лимитирующим фактором процесса естественного воспроизводства рыб в Волгоградском водохранилище является нестабильный уровеньный режим в нерестовый и посленерестовый периоды.

В последние десятилетия в условиях водохранилища вторым важным лимитирующим фактором воспроизводства рыбных биоресурсов становится интенсивное зарастание мелководий. По мере увеличения площади и плотности зарастания, роль высшей водной растительности, как нерестового субстрата, снижается. При высоких плотностях жесткостебельных растений ценные промысловые рыбы могут использовать для нереста и нагула только часть пери-

метра зарослей. Наши исследования показали, что сильно заросшие жесткой растительностью мелководные заливы служат местом откорма лишь для молоди экологически пластичных и малощенных в хозяйственном отношении видов – плотвы, густеры, окуня, красноперки, ротана, горчака, уклейки и др.

В процессе старения водохранилища и изменений обстоятельств его эксплуатации, рассмотренные выше факторы – уровень режим и зарастание – складываются таким образом, что условия размножения промысловых рыб становятся всё менее благоприятны. В этих условиях эврибионтные непромысловые виды получают преимущество в процессах естественного воспроизводства. Ретроспективный анализ состава уловов молоди рыб в водохранилище свидетельствует о закономерном возрастании репродуктивного потенциала популяций непромысловых видов рыб за время существования водоема. В соответствии с этим происходит снижение доли молоди промысловых видов рыб (табл.3).

Таблица 3.

Удельный вес молоди промысловых и непромысловых рыб в уловах мальковой волокушей в разные периоды, %

Группы рыб	Годы				
	1959– 1961	1976– 1980	1981– 1985	1986– 1990	2002– 2004
Промысловые	98.1	88.7	76.3	70.5	61.0
Непромысловые	1.9	11.3	23.7	29.5	39.0

Анализ многолетних временных рядов показывает, что изменения промысловых запасов крупночастиковых рыб характеризуются отрицательным трендом (рис.2). Напротив, промысловые запасы мелкочастиковых рыб имеют выраженную положительную тенденцию. В то же время совокупный промысловый запас всех видов в целом практически не обнаруживает какой-либо выраженной многолетней тенденции. Этот факт свидетельствует об относительной продукционной стабильности рыбной части сообщества.

Базируясь на результатах проведенных исследований, можно сформулировать гипотезу о механизмах устойчивости экосистемы водохранилища и их роли в формировании водных биоресурсов.

Устойчивость экосистемы водохранилища поддерживается двумя основными механизмами, которые функционируют одновременно и независимо один от другого. Первый из них, определяемый нами как

гибкое стабилизирующее звено (ГСЗ), функционирует за счет однотипных мини-кризисов, происходящих в результате нестабильности гидрологического режима в весенний паводковый период. Он обеспечивает расширение границ области устойчивости, импульсную стабильность экосистемы с сохранением промежуточного «незрелого» состояния и постоянную ее готовность к саморегуляции.

Второй механизм, определяемый как жесткое стабилизирующее звено (ЖСЗ), обусловлен относительной стабильностью гидрологического режима в меженный период и наличием обширной площади мелководий, прогрессирующее зарастание которых способствует поддержанию процессов самоочищения экосистемы, выводу из оборота биогенных элементов и обеспечивает развитие экосистемы по макрофитному типу с относительной стабилизацией первичной продукции фитопланктона.

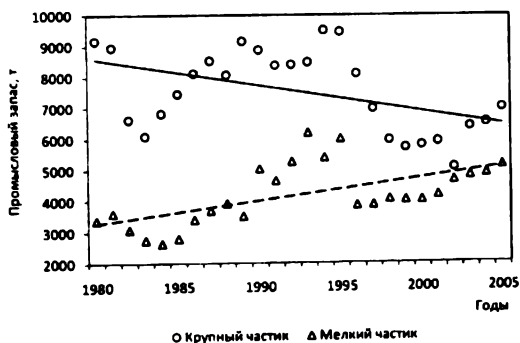


Рис. 2. Многолетняя динамика промысловых запасов крупного и мелкого частика в Волгоградском водохранилище

Особо важным представляется то обстоятельство, что результатом действия того и другого механизма устойчивости является снижение коммерческой ценности используемых биологических ресурсов водохранилища. В случае действия ГСЗ это происходит за счет нестабильности пополнения ресурсов ценных видов рыб и получения преимуществалоценными и экологически пластичными видами. ЖСЗ обеспечивает относительную продукционную стабильность рыбных ресурсов в целом при изменении их структуры в сторону роста малоценных запасов рыб озерно-пойменного биоценоза.

Необходимо подчеркнуть, что выявленные нами закономерности формирования используемых биоресурсов в ходе сукцессии

водохранилищной экосистемы, очевидно, являются общими для большинства равнинных водохранилищ средней полосы. Однако, целым рядом авторов, сукцессия, направленная на повышение устойчивости водохранилищной экосистемы, трактуется как деградация экосистемы вместе с ее рыбным населением. По этому поводу можно сказать, что экосистеме «абсолютно всё равно» имеет ли её развитие негативные или позитивные хозяйственные последствия. Стремление к устойчивости, к гомеостазу является её закономерной реакцией на вызванные человеком изменения. Без учета этих закономерностей невозможно адаптивное управление экосистемой и ее биоресурсами.

Список литературы

- Гродзинский М.Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1987. № 6. С. 5–15.
- Журавель П.А. Аклиматизация кормовой лиманно-каспийской фауны в водохранилищах и озерах СССР. Днепропетровск, 1974. 125 с.
- Зимбалевская Л.Н. Сукцессии, мониторинг и прогнозы водных экосистем // Гидробиол. журн. 1985. Т. 21. № 3. С. 3–9.
- Кудерский Л.А. Экологические основы формирования и использования рыбных ресурсов водохранилищ: Автореф. дис.... док. биол. наук. М., 1992. 85 с.
- Кузнецов В.А. Признаки дестабилизации экосистемы равнинного водохранилища // Экологические проблемы бассейнов крупных рек: Тез. междунар. конф. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1993. С. 26–27.
- Левич А.П. Понятие устойчивости в биологии. Математические аспекты // Человек и биосфера. Вып. 1. М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 138–174.
- Михайловский Г.Е. Термодинамические аспекты системного подхода к экологии // Человек и биосфера. Вып. 2. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 103–123.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 288 с.
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Розенберг Г.С. Устойчивость экосистем и ее математическое описание // Экологические аспекты гомеостаза в биогеоценозе. Уфа, 1986. С. 120–130.
- Федоров В.Д. Устойчивость экологических систем и ее измерение // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1974. № 3. С. 402–415.
- Шашуловский В.А., Мосияш С.С. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы. М.: Т-во научных изданий КМК. 2010. 250 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЖИРНОСТИ ПЕЧЕНИ ДВУХ ВИДОВ ЧУЖЕРОДНЫХ РЫБ

Е.В. Шемонаев, Е.В. Кирилленко

*Институт зоологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия,
kirilenkoelenav@mail.ru*

Для изучения специфичности биологических циклов рыб необходимо знать динамику их химического состава, которая дает представление о направленности различных сторон метаболизма. В частности, изменения содержания жира характеризуют особенности жирового обмена рыб, связанного как с физиологическими особенностями организма, так и с условиями обитания.

Объектами нашего исследования являются – бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* и ротан-головешка *Percottus glenii*.

Настоящая работа посвящена изучению динамики жировых запасов печени бычка-кругляка и ротана-головешки.

Материалы и методика

Изучение динамики содержания жира в печени бычка-кругляка и ротана-головешки проводили в 2010 г (табл. 1).

Таблица 1.

Районы исследований и даты отбора проб

Вид	Район исследования		
	оз. Круглое (Самарская обл.)	пр. Школьный (Тамбовская обл.)	Приплатинный плес Куйбышев- ского влхр.
Ротан- головешка	05.05.2010– 08.11.2010*	04.07.2010 20.09.2010	
Бычок-кругляк			18.06.2010 09.07.2010
n	136	64	14

Примечания: * – в октябре отбор проб не производился

Для определения количества жира в печени, извлеченный из рыб орган, взвешивали с точностью до 1 мг. Помещали в предварительно высушенный пакет из фильтровальной бумаги и доводили до постоянного веса в сушильном шкафу, снова взвешивали. Высушенную печень переносили в аппарат Сокслета. Жир экстрагировали этиловым эфиром. Данные по жирности приводятся в% от натурального веса печени.

Результаты и обсуждения

Как известно, по количественному содержанию жира в теле можно судить о состоянии рыбы и о влиянии на нее условий питания.

Бычок-кругляк и ротан-головешка это рыбы, имеющие разные спектры питания и занимающие разные экологические ниши в рассматриваемых водоемах (Шемонася, Кирилленко, 2009, 2011; Кирилленко, Шемонася, 2011).

Разный характер питания обуславливает значительные отличия по жирности печени у этих видов рыб (табл. 2).

Таблица 2.

Длина, масса (рыбы, печени) и жирность печени бычка-кругляка и ротана-головешки в возрасте двух лет

Вид	Длина тела, мм	Масса тела, г	Масса печени, г	Жирность печени, %	n
Бычок-кругляк (Припютинный плес)	113.7±3.8	20.2±1.7	0.9±0.1	43.3±4.9	10
Ротан-головешка (оз. Круглое)	84.3±2.2	8.1±1.1	0.3±0.03	7.4±1.4	29
Ротан-головешка (пр. Школьный)	98.1±2.1	11.6±0.7	0.7±0.05	11.8±1.4	32

Бычок-кругляк является типичным бентофагом и по преимуществу, моллюскоедом.

Данный вид рыб в припютинном плесе Куйбышевского водохранилища держится на так называемом «кормовом пятне», которое представляет собой участок каменистого дна на глубине 3–7 м богатого дружными моллюсками *Dreissena*. Характер добывания объектов питания этого вида заключается в откусывании особью бычка сегментов моллюска. Большое количество и доступность кормовых организмов являются предпосылкой для высокого содержания жира в печени у бычка-кругляка.

Ротан-головешка из озера Круглое обитает в густых зарослях водной растительности и отличается широким спектром питания. Основным кормовым объектом ротана-головешки оз. Круглое являются мальки рыб, немаловажную роль играют насекомые, бреховые моллюски, у мелких особей – зоопланктон. Ротан-головешка более пассивен в добывании пищевых объектов, чем бычок-кругляк. Обитая в густых зарослях, ротан-головешка подстерегает добычу и

резким броском хватает ее. Он создает значительные скопления из особей своего вида в ограниченном объеме водоема обитания, что может приводить к недостатку пищи. Вероятно, это объясняет гораздо более низкое содержание количества жира в печени у ротана-головешки в сравнении с бычком-кругляком.

Популяция ротана-головешки пруда Школьный имеет определенные отличия по биотопу в сравнении с популяцией ротана оз. Круглое. Так, в пр. Школьный отсутствуют заросли водной растительности. Ротан-головешка из пр. Школьный сидит на дне, в илу, среди опавших веток деревьев. Численность рыб этого вида в пруду ниже, чем в оз. Круглое, он не создает значительных скоплений, чем можно объяснить более высокое содержание количества жира в печени в сравнении с ротаном оз. Круглое.

Анализируя сезонные изменения жирности у разных возрастных групп ротана-головешки можно отметить, что содержание жира в печени остается относительно невысоким на протяжении всего вегетационного периода. Исключением являются рыбы в возрасте одного года (рис. 1).

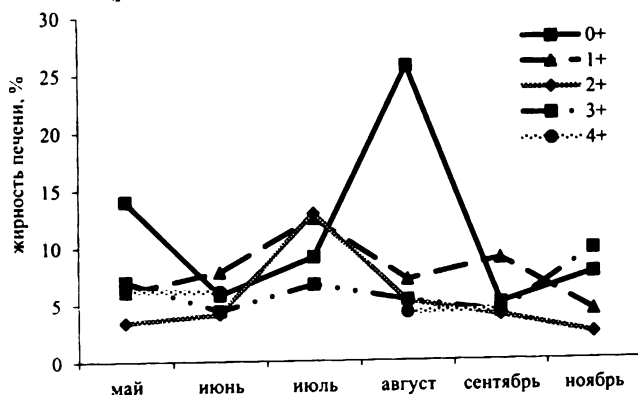


Рис. 1. Изменения жирности печени ротана-головешки в возрасте от одного года до пяти лет.

Связанно это с тем, что в мае — июне происходит наиболее интенсивный прирост массы и длины тела рыб в возрасте одного года (37.5% и 13.9% соответственно) (рис.2), поэтому наблюдается значительное сокращение жировых запасов печени.

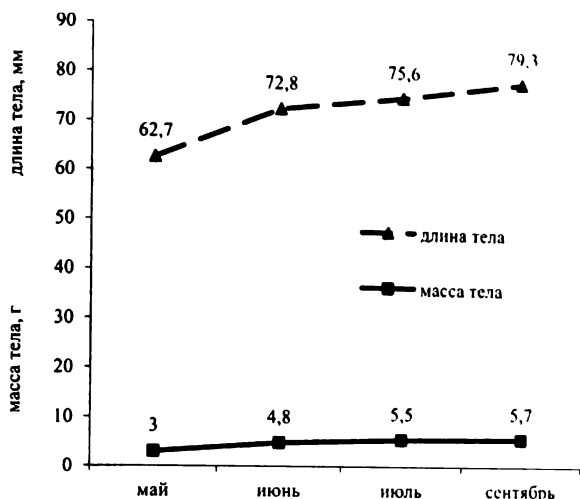


Рис. 2. Приросты длины и массы тела у годовиков ротана-головешки

С июля по сентябрь — прирост у ротан-головешки незначительный (15,8% по массе и 8,2% по длине) (рис. 2), однако в этот период происходит интенсивное накопление жира. Резкое падение количества жира в печени в сентябре, можно связать с созреванием половых продуктов, которое происходит у годовиков впервые в жизни. На зимовку ротан-головешка уходит с гонадами на III-IV стадии зрелости. В сентябре-ноябре все половозрелые рыбы в уловах были на этой стадии. Следовательно, созревание гонад приостанавливается в конце сентября, чем и объясняется небольшое возрастание количества жира в печени у годовиков в ноябре.

Изменения количества жира в печени у рыб в возрасте двух, трех и четырех лет согласуется с основными биологическими моментами жизненного цикла ротана-головешки, а также с процессами происходящими в водоеме. Так уменьшение содержания количества жира у рыб в мае-июне в возрасте четырех лет, и небольшое увеличение у двух- и трехлеток связано с нерестом, когда рыба практически не питается. Увеличение содержания жира печени в июле — это результат посленерестового нагула. В августе-сентябре происходит созревание половых продуктов и как результат расход

жира. В ноябре наблюдается рост количества жира в печени у рыб в возрасте четырех лет. На наш взгляд связано это с отмиранием водной растительности, которая служит укрытием для сеголетков ротана (40-45 мм длина тела) и они становятся легкой добычей для рыб в возрасте четырех лет (163-201 мм длина тела). В тоже время ротан в возрасте двух (68-127 мм длина тела) и трех лет (116-132 мм длина тела) не может заглотить сеголетка, а большая часть моллюсков и насекомых элиминируют, поэтому наблюдается падение жировых запасов у этих возрастных групп.

Низкое содержание количества, а также отсутствие значимых колебаний жира в печени наблюдается у рыб в возрасте пяти лет (рис. 1). У ротана-головешки все это хорошо согласуется с общим изменением роста в отдельные периоды его жизни. Для ротана-головешки, характерен наиболее интенсивный линейный рост тела до наступления половой зрелости, а увеличение в массе после этого периода, так ротан в возрасте одного года достигает 30% от максимальной длины тела и всего 4% от максимальной массы тела (рис. 2, 3).

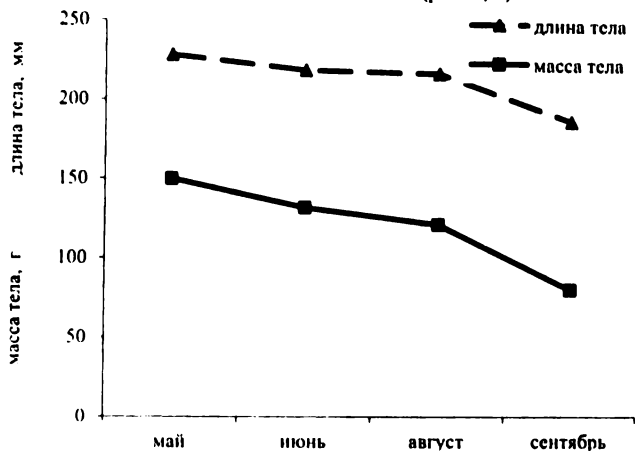


Рис. 3. Изменения длины и массы тела у ротана-головешки в возрасте пяти лет

В связи с интенсивным приростом массы тела рыбы жировые запасы печени начинают активно расходоваться, поэтому с увеличением возраста уменьшается содержание количества жира в печени. Данный факт хорошо согласуется с мнением Шульмана Г.Е. (1960), который

считает, что для синтеза одинакового количества живого вещества организм затрачивает тем больше энергии, чем он старше.

Выводы

При сравнении количества жира в печени двух видов рыб вселенцев можно отметить, что бычок-кругляк полнее использует кормовую базу водоема и является более ценным объектом питания хищных промысловых рыб.

Ротан-головешка создавая значительные скопления особей своего вида в узкой полосе водной растительности испытывает некоторый недостаток кормовой базы, что приводит к более низкому содержанию количества жира в печени.

Сезонная динамика жирности печени ротана-головешки согласуется с общим изменением его роста и массы в отдельные периоды жизни.

У ротана-головешки с возрастом уменьшается количество жира в печени. У рыб старших возрастных групп отсутствуют значимые сезонные изменения количества жира в печени.

Литература

- Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В... Данные о морфологии и биологии ротана-головешки *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 из озера Круглое Мордовинской поймы Саратовского водохранилища // Известия Самарского научного центра. 2011. Т. 13 (39). № 1. С. 207–210.
- Шемонаев Е.В., Кириленко Е.В.. К вопросу о географической изменчивости ротана-головешки *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 // Матер. VIII Междунар. науч.-практ. конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики» / Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. Тольятти, Волжский ун-т им. В.И. Татищева. 2011. С. 213–217.
- Шемонаев Е.В., Кириленко Е.В. Некоторые черты биологии бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) в водах Куйбышевского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49, № 4. С. 483–487.
- Шульман Г.Е. Динамика содержания жира в теле рыб // Усп. соврем. биологии. 1960. Т. 49. Вып. 2. С 225–239.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА
ИХТИОЦЕНОЗА ПЕЛАГИАЛИ ОЗ. ВИШТЫНЕЦКОГО
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

С.В. Шибаев, А.В. Алдушин

*ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический
университет», Калининград, Россия, shibaev@klgtu.ru*

Исследование пространственно-временной динамики ихтиоценозов является важнейшим источником информации для оценки численности рыб и управления промыслом. Вместе с тем на внутренних водоемах данное направление работ имеет очень ограниченное применение ввиду как специфики морфологии водных объектов (малые глубины), так и в связи с недоступностью специальной приборной базы. Начиная с 2007 г. кафедрой ихтиологии и экологии ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет» при финансовой поддержке проекта ИНТЕРРЕГ-ТАСИС «Развитие научно-технической поддержки воспроизводства рыбных запасов в трансграничных водоемах Литвы и России» (Озеро..., 2008; Дегтев, 2004) была внедрена методика гидроакустических исследований водных биомасс в озере Виштынецком с использованием гидроакустического комплекса Аскор (Дегтев, Ивантер, 2002).

Озеро Виштынецкое является уникальным олиготрофным водоемом, площадью 1,8 тыс. га с максимальной глубиной – 52 м., 81% которого принадлежит Российской Федерации, а 19% – Литовской Республике (Договор..., 1997). В связи с пограничным положением водоема остро стоит вопрос об управлении трансграничными запасами двух видов рыб – ряпушки (*Coregonus albula* L.) и сига (*Coregonus lavaretus* L.). Оба вида являются промысловыми и обитают в центральной глубоководной части водоема, причем первый приурочен к пелагиали, а второй – к придонному горизонту. В осенний период оба вида совершают миграции к местам нереста, которые расположены на глубинах 5–8 м вдоль литовского берега и в некоторых районах на российской территории. Этой информацией, по сути, и ограничиваются опубликованные данные о характере пространственного распределения рыб в озере. Лишь гидроакустические исследования позволили выявить реальную картину пространственно-временной структуры ихтиоценоза.

Материалом для настоящей работы послужили данные гидроакустических съемок 2007–2010 гг. Съемки проводились в весенне-летний период с использованием гидроакустического комплекса «Аскор» на частоте 200 кГц. Всего выполнено 13 съемок

в различные сезоны года и разное время суток.

Одновременно с гидроакустическими исследованиями проводились контрольные обловы с целью определения видового состава пелагического ихтиоценоза. Использовался набор разнообразнейших пелагических сетей с шагом ячеи 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 мм высотой 6 м. Сети выставлялись двумя порядками на горизонтах 8, 15 и 30 м на участках с глубиной не менее 10 м. (чтобы избежать облова придонного слоя). Горизонт лова выбирался с учетом положения слоя с максимальной плотностью рыб. В качестве индекса численности или биомассы принимался улов, приходящийся на единицу промыслового усилия – сетесутки. Всего выполнено около 85 обловов каждым шагом ячеи.

С целью изучения пространственного распределения рыб был выполнен гидроакустический разрез через всю акваторию водоема (рис. 1).

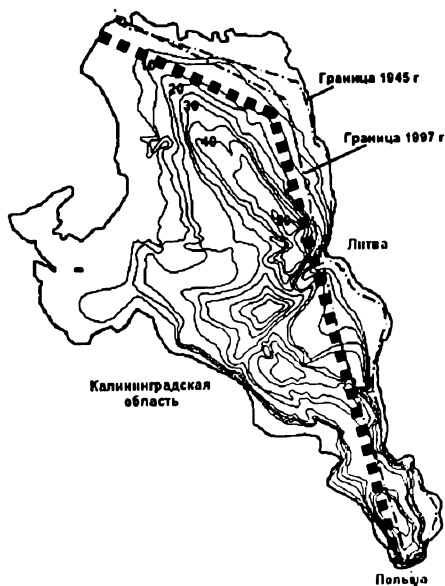


Рис. 1. Карта оз. Виштынецкого и положение гидроакустического разреза (пояснения в тексте).

Несмотря на многолетние исследования оз. Виштынецкого, которые были начаты в 1962 г. (Озеро..., 2008), до настоящего времени изучению структуры пелагического ихтиоценоза не уделялось достаточного внимания. Проведенные контрольные обловы набором разноячейных сетей показали, что доминирующим компонентом ихтиоценоза пелагиали является ряпушка, составляющая до 97% уловов по численности и биомассе в сетях с шагом ячеи 12–20 мм. Плотность ее населения довольно велика и достигает 391 ± 45 экз/сетесутки и 9.1 ± 1.1 кг/сетесутки в сетях с шагом ячеи 14 мм (рис. 2). Спорадически в уловах встречаются налим, который улавливается, когда заглатывает ряпушку, попавшую в сети. Реже в уловах отмечаются окунь, плотва и щука. В том случае, когда нижняя подбора сети ложится на дно, что бывает на небольших глубинах, в нижней части сети в уловах может доминировать ерш. Данный вид не следует включать в состав пелагического ихтиоценоза, т.к. улавливается он только в горизонте не выше 1 м. от дна.

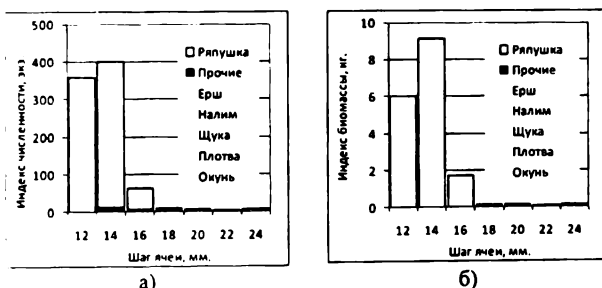


Рис. 2. Структура пелагического ихтиоценоза оз. Виштынецкого по численности (а) и биомассе (б).

Таким образом, полученные данные в последующем позволяют интерпретировать эхолотные записи скоплений рыб в толще воды как принадлежащие ряпушке. Вследствие этого можно говорить о результатах гидроакустических съемок с точки зрения характеристики пространственного распределения именно этого вида в зоне глубин более 10 м.

Гидроакустические съемки показали, что пространственное распределение ряпушки находится в прямой зависимости от глубины участка (рис. 3). Наибольшие плотности приурочены к глубинам более 20 м. и достигают максимума в центральной части

водоема на участке с глубиной 40–50 м. В среднем, согласно материалам гидроакустики, концентрация ряпушки в разные годы колебалась в пределах 9.5–47.0 тыс. экз./га. Такой высокий размах колебаний плотности рыбного населения связан не столько с межгодовыми флюктуациями численности, сколько с тем, что учетные съемки проводились в разное время суток.

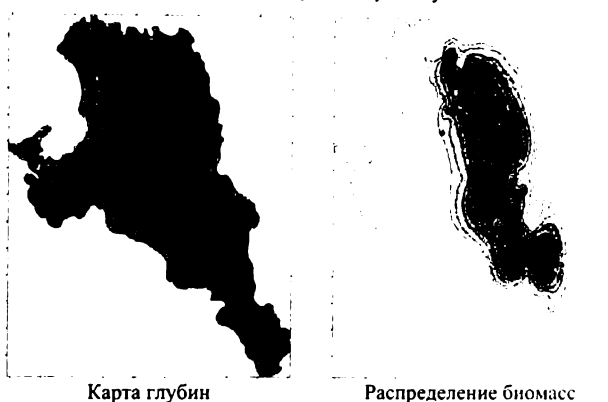


Рис. 3. Горизонтальное распределение ряпушки в озере Виштынецком в связи с глубиной.

Установлено, что для ряпушки в озере Виштынецком характерны суточные вертикальные миграции: днем рыба концентрируется в придонных горизонтах. При этом, она очевидно попадает в «мертвую зону» и не регистрируется эхолотом. Ночью, поднимаясь в более высокие слои воды, ряпушка оказывается более доступной для учета с помощью гидроакустики (рис. 4). В целом отмечено, что ночные съемки дают на порядок более высокие концентрации ряпушки, чем дневные. Так, в среднем за три года исследований суммарная оценка численности по дневным съемкам дает величину 0.8–2 млн. экз., а ночные – 9–14 млн. экз. Данная ситуация позволяет считать более целесообразным проводить учетные съемки численности рыб в ночное время.

Еще одним фактором, определяющим пространственное распределение ряпушки, являются термические условия. Ряпушка является холодноводным видом и придерживается слоев воды с температурой не выше 10 °C. В связи с этим наблюдается следующая сезонная

динамика. В период весенней гомотермии основные концентрации ряпушки приурочены к акватории глубиной более 8 м, где формируют плотные скопления в слое 8–12 м. Летом в пелагиали озера образуется слой температурного скачка на глубине около 15 м, и ряпушка, предпочитающая более низкие температуры, не выходит выше этого горизонта. В результате в ночное время образуются концентрации рыбы в горизонте ниже 15 м.

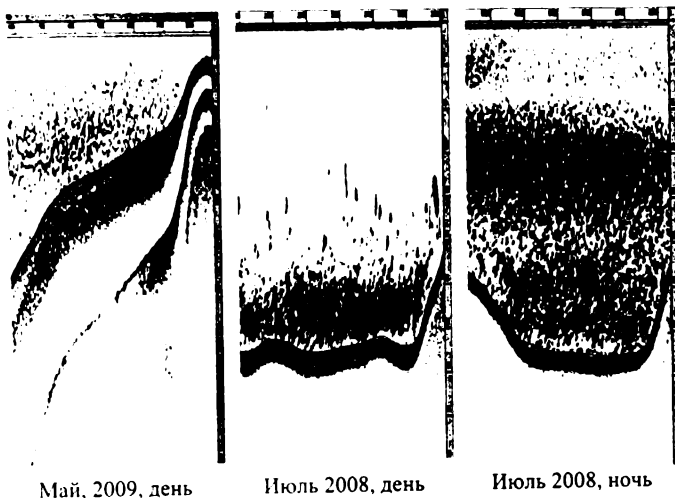


Рис. 4. Типичные картины вертикального распределения ряпушки (шкала глубин от 0 до 50 м).

Несмотря на тот факт, что плотность распределения ряпушки зависит от глубины, имеется определенная особенность в формировании плотности рыбного населения в разных частях водоема. Это особенно проявляется при анализе гидроакустического разреза, проведенного приблизительно по центру водоема в направлении с севера на юг (рис. 5). Оценка распределения проводилась в ночное время, что позволило получить более достоверную картину.

Как видно, в северной части водоема (левая часть рисунка) на глубинах менее 20 м. плотность рыбного населения очень низкая. В более глубоководной части появляются плотные слои рыбы на горизонте от 15 до 30 м. Такое распределение наблюдается вплоть до середины водоема, где имеется резкое поднятие дна до глубины

20 м. Здесь рыба, оставаясь в том же горизонте, оказывается как бы «прижата» ко дну, в результате чего в придонном слое наблюдаются более высокие концентрации. В целом в северной и центральной частях водоема рыба оказывается более рассредоточена по глубине, в отличие от южной части, где наблюдаются очень плотные скопления вблизи дна, в горизонте 25–30 м. Причина данного явления, по нашему мнению, заключается в особенности морфологии южной части водоема – довольно узкой глубоководной зоны и резкого перепада глубин. Предположительно это снижает возможности широкой миграции рыбы, в отличие от центральной части водоема.

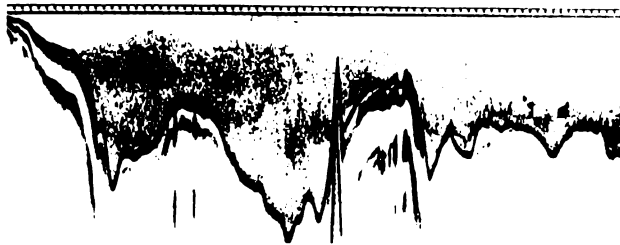


Рис. 5. Гидроакустический разрез оз. Виштынецкого (линия 1 на рис. 1, диапазон глубин от 0 до 50 м).

Полученные материалы позволяют дать предварительные рекомендации по оптимизации промысла ряпушки в связи с характером ее пространственно-временной динамики в оз. Виштынецком. Представляется целесообразным внедрить в практику применение пелагических сетей из мононити с шагом ячеи 14–16 мм, которые должны выставляться в весенний период в горизонте 8–12 м, в летний – 15–20 м. Акватория промысла должна располагаться на глубинах, предотвращающих возможность установки сети ближе, чем 1 метр ко дну. В противном случае возможно массовое попадание ерша, что существенно затрудняет переборку сетей. Применение данного режима позволит в несколько раз поднять уловы ряпушки в оз. Виштынецком.

Список литературы

Озеро Виштынецкое / Отв. ред. К.В.Тылик, С.В.Шпабев. Калининград: ИП Мишуткина И.В., 2008. 144 с.

- Дегтев А.И. Программно-техническая реализация гидроакустического метода количественной оценки плотности водных биомасс. Диссертация на соискание степени кандидата технических наук. Петрозаводск, 2004.
- Дегтев А.И., Ивантер Д.Э. Автоматизированная система количественной оценки рыбных запасов гидроакустическим методом АСКОР-2 // Рыбное хозяйство. 2002. № 4.
- Договор между Российской федерацией и Литовской Республикой о российско-литовской государственной границе от 24 октября 1997 г.
- Соглашение между Российской Советской Федеративной Социалистической Республикой и Литовской Республикой о сотрудничестве в экономической и социально-культурном развитии Калининградской области от 29 июня 1991 г.

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ СКОПЛЕНИЙ МОЛОДИ РЫБ В РАЗНОТИПНЫХ ПРИБРЕЖНЫХ БИОТОПАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.В. Шляпкин¹, И.А. Столбунов¹,
А.Е. Рудченко², О.Л. Токарева²

¹ Учреждение Российской академии наук Институт биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Ярославская
область, shlyapkin@mail.ru

² Сибирский Федеральный университет, г. Красноярск

В прибрежной зоне водоёмов происходит перемещение молоди рыб в течение суток. Направление этих перемещений тесно связано с рядом факторов: видовой спецификой и возрастом рыб, скоростью течения, уровнем воды, рельефом дна, наличием укрытий, ориентиров (Ильина, 1968; Фомичев, 2001; Павлов и др., 2007).

Вертикальные миграции у молоди на личиночных этапах развития отсутствуют и появляются только в начале малькового периода (Конобеева, 1982).

В ходе выполнения данной работы исследовали суточную динамику видового разнообразия и плотности скоплений молоди рыб на личиночных и мальковых этапах развития в прибрежной зоне Волжского и Моложского плёсов Рыбинского водохранилища.

В августе 2010 г. облов молоди проводили в открытом прибрежье Моложского плёса, незащищенном от ветрового, сгонно-нагонного, стокового течений, с песчаным грунтом и редкими зарослями высшей водной растительности. Молодь рыб отлавливали 25 м мальковым неводом из капроновой дели с размером ячеи в кутке 6 мм. Численность молоди рыб рассчитывали на 1 м² с площади облова 150 м². Отлов молоди производили на протяжении 30 минут в течение суток с периодичностью 4 часа.

В июне 2011 г. производили лов личинок рыб в открытом и закрытом прибрежье о. Хохотский, Волжский плёс. Было сделано два суточных наблюдения – 7–8 (только в защищенном побережье) и 14–15 июня. Личинок отлавливали мальковым сачком. Облов производился в течение суток каждые 3 часа, с дублированием первых двух станций на следующий день.

Определение видовой принадлежности рыб проводили по руководству А.Ф. Коблицкой (1981).

При рассмотрении суточной динамики видового разнообразия скоплений молоди рыб анализировали изменение числа видов и перераспределение их долей. Для количественного описания видо-

вой структуры прибрежных группировок молоди рыб использовали следующие показатели: индекс биологического разнообразия H (Сметанин и др. 1983; Pielou, 1977), показатель сложности H_m (Антомонов, 1977; Песенко, 1982), индекс относительной организации Ферстера R (Песенко, 1982).

В открытом и защищённом прибрежье о. Хохотский отмечены личинки 7 видов из 3 семейств рыб: карповые – лещ *Abramis brama* (L.), густера *Blicca bjoerkna* (L.), жерех *Aspius aspius* (L.), плотва *Rutilus rutilus* (L.), уклейка *Alburnus alburnus* (L.); окуневые – окунь *Perca fluviatilis* L.; щуковые – щука *Esox lucius* L.

Окунь и щука были встречены только в уловах в защищённом прибрежье во время первого суточного наблюдения. В открытом прибрежье облов не проводили из-за сильного волнобоя.

В защищённом прибрежье наблюдалось уменьшение плотности скоплений личинок рыб в ночные и утренние часы: с 0 до 9 часов во время первой суточной станции и с 0 до 6 часов во время второй (рис. 1). Возможно, более ранний подход молоди во втором случае связан с увеличением продолжительности светового дня.

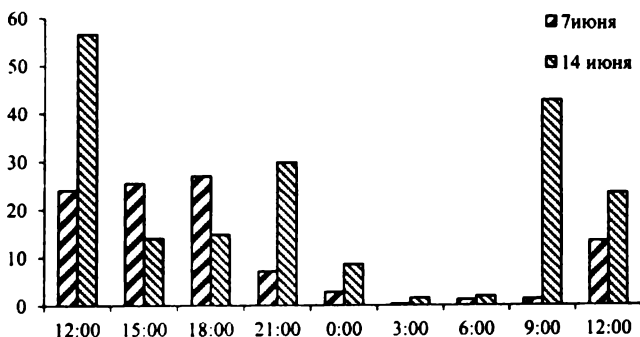


Рис. 1. Суточная динамика общей численности молоди рыб (N , экз./м²) в защищённом прибрежье Волжского плёса 7–8 и 14–15 июня 2011 г.

В открытом прибрежье плотность скоплений личинок рыб была на порядок ниже, чем в защищённом (рис. 2). Заметное снижение численности происходило в период с 3 до 9 часов. В открытой литорали было значительно больше личинок плотвы, они встречались

в уловах на протяжении всех суток наблюдения, численно преобладая в уловах в 18 и 21 час.

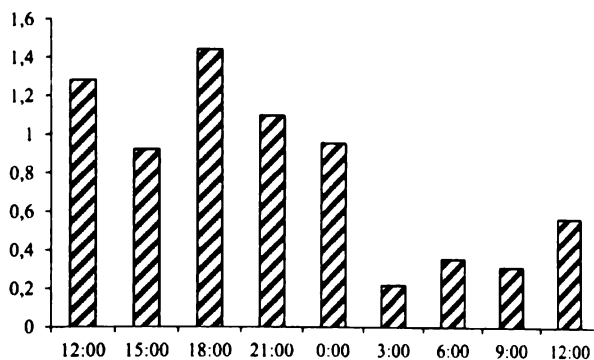


Рис. 2. Суточная динамика общей численности молоди рыб (N, экз./м²) в открытом прибрежье Волжского плёса 14–15 июня 2011 г.

В защищённом прибрежье в период второй суточной съёмки видовое разнообразие личинок рыб было заметно выше, чем во время первой, где в подавляющем большинстве уловов встречались только лещ и плотва и лишь в единичных случаях встречались окунь и щука (рис. 3, 4). В уловах появились личинки уклейки, которые доминировали по численности на протяжении всех суток (рис. 4). Кроме того, отмечены личинки густеры и жереха, не встречавшиеся во время первого суточного наблюдения (рис. 4). На первой станции личинки леща встречались во всех уловах в значительной доле, тогда как на второй станции только в уловах с 15 до 6 часов.

Видовой состав скопленных личинок рыб в открытой литорали водохранилища фактически был сходным с таковым в защищённом прибрежье. В уловах преобладали личинки уклейки и плотвы (рис. 5).

Чёткой суточной динамики видовой встречаемости личинок рыб на разных этапах развития как в открытой, так и в защищённой литорали водохранилища не выявлено.

Обнаружены особенности суточной миграции разных размерных групп личинок доминирующих видов рыб. В открытом прибрежье самые мелкие личинки (плотвы, леща и уклейки) отмечены в 18 часов, самые крупные – с 0 до 3 часов при освещённости менее 5 лк (рис. 6). В закрытом прибрежье наблюдалась обратная законо-

мерность: самые мелкие личинки леща и уклейки отмечены с 0 до 3 часов, а самые крупные – с 15 до 21 ч, а также в 9 ч (рис. 7).

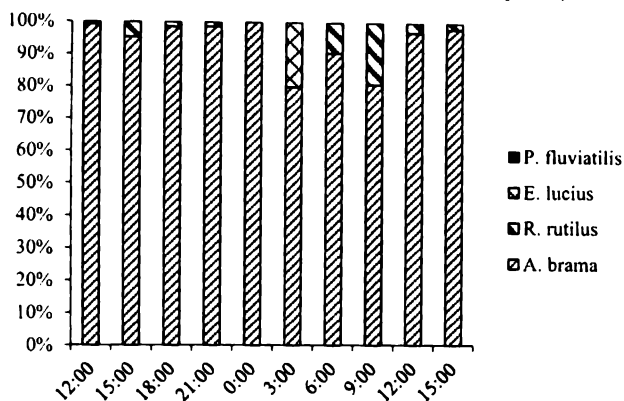


Рис. 3. Суточная динамика соотношения видов молоди рыб в закрытом побережье Волжского плёса 7–8 июня 2011 г.

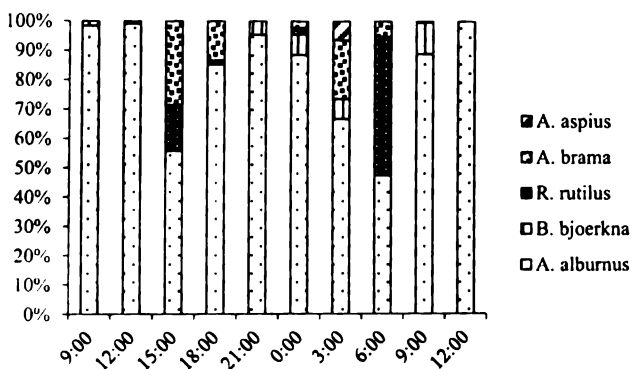


Рис. 4. Суточная динамика соотношения видов молоди рыб в закрытом побережье Волжского плёса 14–15 июня 2011 г.

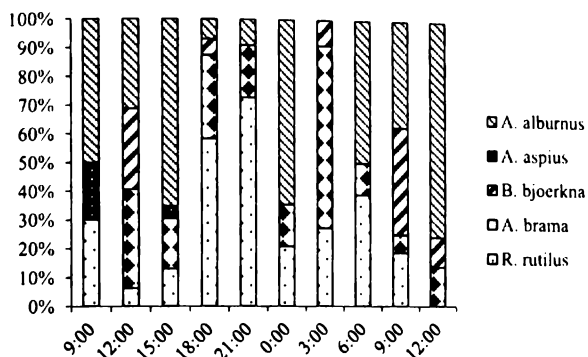


Рис. 5. Суточная динамика соотношения видов молоди рыб в открытом прибрежье Волжского плёса 14–15 июня 2011 г.

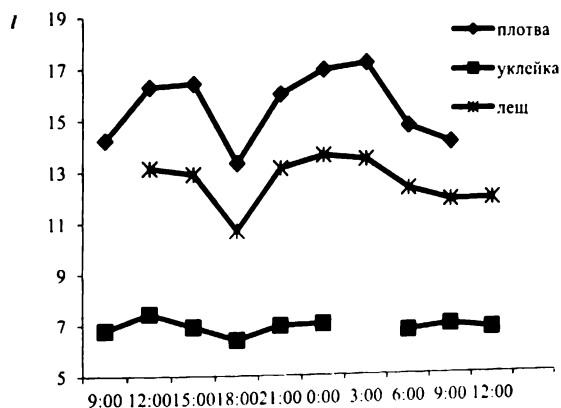


Рис. 6. Средние размеры личинок (l , мм) в открытом прибрежье Волжского плёса 14–15 июня 2011 г.

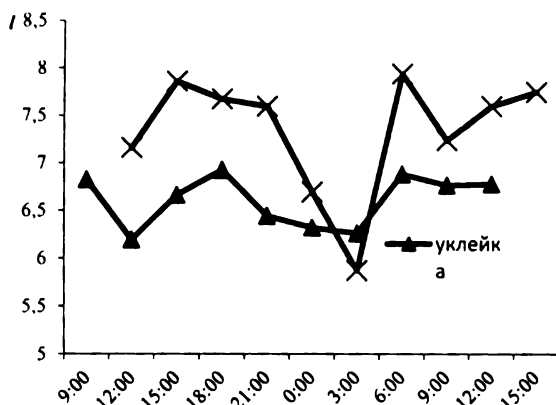


Рис. 7. Средние размеры личинок (l , мм) в закрытом прибрежье Волжского плёса 7–8 (лещ) и 14–15 (уклейка) июня 2011 г.

В период суточных наблюдений особенностей распределения рыб на мальковых этапах развития в открытом прибрежье Моложского плёса отмечена молодь 10 видов из 3 семейств: карповые (Cyprinidae) – синец *Abramis ballerus* (L.), лещ, жерех, язь *Leuciscus idus* (L.), елец *Leuciscus leuciscus* (L.), плотва; окуневые (Percidae) – ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.), окунь, судак *Stizostedion lucioperca* (L.); щуковые (Esocidae) – щука. По численности и частоте встречаемости в уловах преобладала молодь ельца, плотвы, язя и окуня. Наименьшая плотность прибрежных скоплений молоди рыб наблюдалась утром (8 ч) и днем (16 ч). Пик численности молоди рыб в прибрежной зоне отмечен в 12 ч (рис. 8).

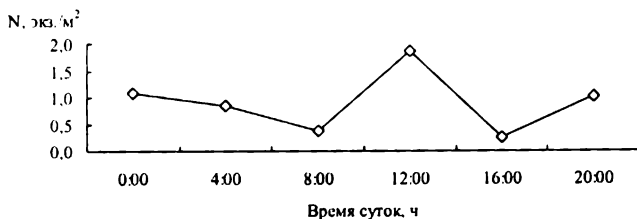


Рис. 8. Суточная динамика общей численности молоди рыб (N , экз./м²) в открытом прибрежье Моложского плёса Рыбинского водохранилища; август, 2010 г. (Столбунов, Шляпкин, 2010).

Средняя численность молоди рыб в светлое время суток (с 8 до 20 ч при освещенности > 1000 лк) составляла 0.8 экз./м^2 . В темное время суток (с 0 до 4 ч при освещенности < 1 лк) средняя численность молоди в прибрежье была несколько выше – 1 экз./м^2 . Достоверные различия между плотностью скоплений молоди рыб в открытой литорали в дневные и ночные часы не обнаружены.

Исследование суточной динамики видового разнообразия в группировках молоди рыб в открытом прибрежье показало, что в темное время суток (с 0 до 4 ч) видовое разнообразие прибрежных скоплений молоди рыб несколько возрастало по сравнению со светлым периодом – 8–20 ч (рис. 9). В ночные часы в прибрежных скоплениях молоди рыб отмечены жерех, ерш и судак, которые не встречались в светлое время суток.

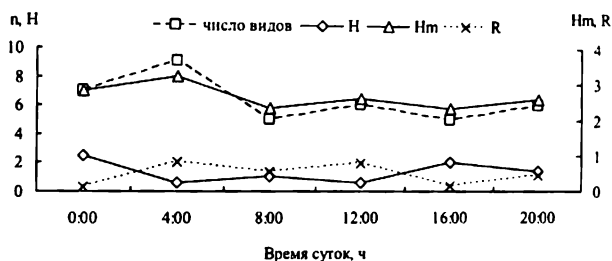


Рис. 9. Суточное изменение структуры прибрежных группировок молоди рыб в открытой литорали Моложского плёса Рыбинского водохранилища; август 2010 г. (Столбунов, Шляпкин, 2010).

Изменение показателя видового разнообразия в ночные часы было связано с увеличением числа видов в скоплениях молоди рыб (рис. 9). В течение суток наблюдалось незначительное перераспределение долей отдельных видов в прибрежных скоплениях молоди (рис. 9). Значения индекса Ферстера свидетельствуют о высокой степени доминирования отдельных видов (преимущественно окуня и ельца) в прибрежных группировках молоди рыб (Столбунов, Шляпкин, 2010).

Таким образом, полученные результаты показывают, что как в открытом, так и в защищённом прибрежье Рыбинского водохранилища молодь рыб на личиночных и мальковых этапах развития не совершает протяжённых суточных миграций. Работа выполнена в рамках Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России».

Литература

- Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем. Киев: Наукова думка, 1977. 248 с.
- Ильина Л.К. Местные перемещения и структура стай молоди рыб в прибрежной зоне Рыбинского водохранилища / Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах // Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР. Вып. 16 (19). Л.: Наука, 1968. С. 182–201.
- Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 208 с.
- Конобеева В.К. Особенности распределения и экологические группировки молоди рыб в водохранилищах. Автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1982. 22 с.
- Павлов Д.С., Лупандин А.И., Костин В.В. Механизмы покатной миграции молоди речных рыб. М.: Наука, 2007. 213 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 284 с.
- Сметанин М.М., Стрельников А.С., Терещенко В.Г. О применении теории информации для анализа динамики уловов рыб в формирующихся экосистемах // Вопр. ихтиологии. Т. 23. Вып. 4. 1983. С. 531–537.
- Столбунов И.А., Шляпкин И.В. Суточное распределение молоди рыб в открытом побережье Рыбинского водохранилища // Материалы III Международ. ихтиологической науч.-практ. конф. «Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии». Днепропетровск. 2010. С. 145–148.
- Фомичев О.А. Распределение молоди рыб в прибрежной зоне водотоков дельты Волги и его связь с покатной миграцией. Дис. канд. биол. наук. М., 2001. 235 с.
- Pielou E.C. Mathematical Ecology. New York. Wiley-Interscience. 1977. 385 p.

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ ИХТИОКОМПЛЕКСА
ВОДОЕМОВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК**

С.В. Яковлев, Н.Н. Пономарев

*Нижеволжское бассейновое управление по рыболовству и
сохранению водных биологических ресурсов
ФГУ «НИЖНЕВОЛЖРЫБВОД»*

Наиболее сложной экологической группой в структуре водных экосистем по праву можно считать ихтиофауну. Во-первых, эта группа животных в подавляющем большинстве случаев замыкает пищевую пирамиду энергетических потоков всего эконоза. Во-вторых, она оказывает непосредственное влияние на большинство остальных групп животных и растений. В-третьих, она испытывает максимальную антропогенную нагрузку, включающую не только изменение характеристик среды обитания, но и непосредственное воздействие человека в виде промысла, любительского и браконьерского лова, искусственного воспроизводства и т.д. В-четвертых, на количественный и качественный состав ихтиокомплекса в значительной степени влияют не только условия самой водной среды, но и характеристика береговых участков, являющихся местами нереста в весенний период. И в-пятых, эта группа наиболее подвижна и может перемещаться как внутри водоема, так и между водоемами, так и активно избегать учетных орудий лова, что вносит определенные коррективы при проведении научных исследований.

В отличие от большинства других объектов водной экосистемы, легко объединяемых в несколько экологических групп, каждый вид рыб имеет свой индивидуальный набор характеристик, связанный с особенностями обитания, численности, питания, размножения, требовательности к условиям среды, локализации в определенных нишах водоема, нерестовыми и пищевыми миграциями, воздействием различных орудий лова и т.д.

В целях наиболее полного учета всех особенностей взаимодействия видов рыб с окружающей средой, мы решили оценить каждый вид рыб в баллах (от 0 до 10) по каждой группе факторов.

Всего было выделено 17 факторов, характеризующих рыб с различных позиций их биологических и экологических особенностей (табл. 1).

Значение каждого показателя выражалось в баллах (от 1 до 10), чем выше требовательность вида к условиям среды, тем выше значение показателя.

Таблица 1.

Шкала для расчета уровня факторов среды для видов рыб

№	Экологический показатель вида	Значения показателя	Баллы
1	<u>Реофильность</u>	Типичный реофил	10
		Предпочитающий реофильность	8
		Эврифил	5
		Предпочитающий лимнофильность	3
		Типичный лимнофил	1
2	<u>Способ размножения</u>	Фитофил	5
		Пелагофил	8
		Псаммофил	8
		Литофил	10
		Вынашивающий икру	3
		Моллюскофил	1
3	<u>Способ питания</u>	Типичный хищник	8
		Предпочитающий хищничество	5
		Эврифаг	3
		Бентофаг	3
		Планктонофаг	5
		Фитофаг	8
		Моллюскофаг	10
4	<u>Продолжительность жизни</u>	Более 20 лет	10
		15–20 лет	8
		10–15 лет	6
		5–10 лет	4
		3–5 лет	2
		Менее 3 лет	1
5	<u>Требовательность к кислороду</u>	Очень высокая	10
		Высокая	8
		Средняя	5
		Низкая	3
		Очень низкая	1
6	<u>Возраст созревания</u>	Более 10 лет	10
		8–10 лет	8
		5–7 лет	6
		3–4 года	4
		2 года	2
		1 год	1
7	<u>Порционность нереста</u>	1 порция	10
		2 порции	6
		3 порции	3
		4 порции	1
		1–5С	10
8	<u>Диапазон нерестовых температур</u>	5–8С	8
		8–10С	6
		10–12С	4

№	Экологический показатель вида	Значения показателя	Баллы
9	<u>Доступность промысловым орудиям лова – невода</u>	12–15С	2
		80–100%	10
		60–80%	8
		40–60%	6
		20–40%	4
		0–20%	2
10	<u>Доступность промысловым орудиям лова – сети</u>	80–100%	10
		60–80%	8
		40–60%	6
		20–40%	4
		0–20%	2
11	<u>Доступность любительским орудиям лова – спиннинг</u>	80–100%	10
		60–80%	8
		40–60%	6
		20–40%	4
		0–20%	2
12	<u>Доступность любительским орудиям лова – удочка</u>	80–100%	10
		60–80%	8
		40–60%	6
		20–40%	4
		0–20%	2
13	<u>Доступность учетным орудиям лова</u>	80–100%	10
		60–80%	8
		40–60%	6
		20–40%	4
		0–20%	2
14	<u>Нерестовые миграции</u>	Анадромный вид	10
		Катадромный вид	10
		Полупроходной вид	7
		Незначительные миграции	4
		Отсутствии миграций	2
15	<u>Экологическая ниша</u>	В толще воды	10
		У поверхности воды	7
		Донный вид	5
		В прибрежной зоне	4
		В зарослях растений	3
		Эврибионтный вид	2
16	<u>Стайность вида</u>	Одиночные виды	10
		Небольшие стаи	7
		Средние стаи	5
		Большие стаи	3
17	<u>Массовость вида</u>	Очень низкая	10
		Низкая	8
		Средняя	6
		Высокая	4
		Очень высокая	2

- метод главных компонент. Обработав исходную матрицу уровня факторов среды с учетом ранжирования значимости факторов (табл. 3), мы получили значения главных компонент для каждого фактора среды и значения главных векторов для каждого вида рыб.

Наиболее значимыми оказались первые три главные компоненты, берущие на себя более 90% всей дисперсии факторов (таблица 4).

Таблица 4.

Значения первых трех главных компонент матрицы факторов среды ихтиоценозов водоемов Волго-Ахтубинской поймы.

№	Собственные значения	ГК1	ГК2	ГК3
		6.81045	3.64361	1.59012
1	Нерестовые миграции	0.1989	0.1874	0.4609
2	Способ размножения	0.1564	-0.1495	0.3137
3	Доступность любительским орудиям лова – удочка	-0.1103	0.3266	0.2226
4	Реофильность	0.2884	-0.0870	0.2202
5	Требовательность к кислороду	0.3389	0.0018	0.1810
6	Экологическая ниша	0.2461	-0.1484	0.1268
7	Возраст созревания	0.2981	0.2665	0.1015
8	Порционность нереста	0.2658	-0.1506	0.0261
9	Доступность промысловым орудиям лова – сети	0.1264	0.4632	-0.0008
10	Диапазон нерестовых температур	0.1935	-0.3316	-0.0121
11	Доступность промысловым орудиям лова – невода	0.0564	0.4876	-0.0964
12	Продолжительность жизни	0.2411	0.3166	-0.1061
13	Доступность учетным орудиям лова	-0.3091	0.0709	-0.1390
14	Способ питания	0.3257	0.0054	-0.1584
15	Массовость вида	0.2738	-0.1876	-0.1725
16	Стайность вида	0.2695	-0.0116	-0.4507
17	Доступность любительским орудиям лова – спиннинг	0.2043	0.0985	-0.4831

Анализ данных таблицы позволил определить группы факторов среды, отвечающие за формирование главных компонент:

ГК1	ГК2	ГК3
ТР_КИСЛ	Д_ПР_НЕВ	НЕР_МИГР
СП_ПИТАНИЯ	Д_ПР_СЕТЬ	СП_РАЗМН
ВОЗ_СОЗР	Д_Л_УД	
РЕОФИЛЬН	ПР_ЖИЗНИ	
МАССОВОСТ		
СТАЙНОСТ		
ПОРИЦ_НЕР		

Первая главная компонента отвечает за группу факторов, связанных с биологическими особенностями вида. Вторая главная

компонента объединяет факторы, отвечающие за доступность видов к различным способам их вылова. Третья главная компонента отвечает за характеристики вида, связанные со способом размножения. Оставшиеся четыре показателя характеризуются всеми остальными главными компонентами.

Группировка видов по обобщающим признакам получена нами из проекции параметров видов на главные вектора первых двух главных компонент (табл. 5).

Таблица 5.

Проекция параметров видов на главные вектора главных компонент

№	Вид	ГК1	ГК2	ГК3
1	Белоглазка	440.638	165.300	85.505
2	Белый амур	244.189	75.753	8.838
3	Берш	371.981	124.317	65.280
4	Бычок-песочник	340.525	146.545	42.980
5	Бычок-цуцик	222.160	104.311	9.906
6	Верховка	152.343	82.128	-20.580
7	Вьюн	53.883	18.436	- 6.806
8	Голавль	445.682	161.913	85.208
9	Горчак	77.816	32.223	-25.029
10	Густера	179.972	47.699	-22.107
11	Ёрш обыкновенный	232.895	82.766	-0.972
12	Жерех	436.473	170.173	99.714
13	Золотой карась	79.799	2.949	-51.548
14	Игла	162.595	76.756	-0.531
15	Карась	152.937	40.112	-32.842
16	Красноперка	87.021	12.342	-57.335
17	Лещ	258.955	89.002	1.260
18	Линь	87.533	2.213	-44.540
19	Налим	418.726	161.496	82.948
20	Обыкновенная щиповка	224.981	107.853	9.441
21	Окунь	271.387	85.480	6.839
22	Плотва	175.090	41.055	-22.791
23	Сазан	234.684	70.978	11.315
24	Синц	359.514	141.384	65.262
25	Сом	343.103	125.161	61.384
26	Судак	368.014	142.036	65.650
27	Толстолобик	243.389	96.230	24.546
28	Уклея	234.356	102.512	-10.809
29	Чехонь	444.071	160.740	73.744
30	Щука	106.526	31.677	-45.682
31	Язь	264.552	92.899	22.062

Отображение видов рыб на проекции первых двух главных компонент в графическом виде, позволило определить пять экологических групп рыб (рис. 2).



Рис. 2. Группировка видов рыб на проекции первых двух главных компонент.

Каждая группа достаточно хорошо обособлена и позволяет при-
своить видам из каждой группы определенный балл для общего фор-
мирования Показателя биологической целостности (ПБЦ) (табл. 6).

Таблица 6.

Экологические группы рыб по степени
чувствительности к факторам среды

№	Экологическая группа	Виды рыб	Баллы
1	Очень чувствительные	Жерех, голавль, налим, бело- глазка, чехонь.	10
2	Чувствительные	Судак, синец, берш, сом, бы- чек-песочник.	8
3	Слабо чувствительные	Лещ, сазан, язь, уклей окунь, толстолобик, белый амур, ерш об., шиповка, бычек-цуцик.	6
4	Нечувствительные	Карась, густера, плотва, вер- ховка, игла-рыба	4
5	Индиifferentные	Краснопёрка, горчак, щука, линь, золотой карась, вьюн	2

Следует отметить, что практически во всех случаях принадлеж-
ность вида к той или иной группе согласуется с общим представле-
нием о биолого-экологической характеристик вида.

Таким образом, мы показали экологическую значимость нашего кумулятивного показателя, полученные средние значения которого мы будем использовать при расчете одного из критериев Показателя биологической целостности (ПБЦ). Сумму произведений относительной численности вида рыб в улове и кумулятивного показателя мы обозначим как критерий – Коэффициент требовательности к условиям среды (КТУ).

Список литературы

- Алимов А.Ф. Обзор исследований по биологической продуктивности донных животных в пресноводных водоёмах Советского Союза (Из итогов МБП). // Известия АН СССР. Сер. биол.. 1975. № 1. С. 94–103.
- Баканов А.И. Использование комбинированных индексов для мониторинга пресноводных водоёмов по зообентосу // Водные ресурсы. 1999. Т. 26. № 1. С.108–111.
- Горелов В.П. Характеристика донной фауны водоёмов Волго-Ахтубинской поймы как кормовой базы рыб // Природный парк Волго-Ахтубинская пойма. Природно-ресурсный потенциал. Волгоград, 2004. С.105–117.
- Дрягин П.А. Биологические основы реконструкции фауны рыб в озёрах СССР. М.: Пищепромиздат, 1956. 82 с.
- Иванова М.Б. К вопросу об определении состояния озёрных экосистем при антропогенном воздействии // Биол. внутренних вод. 1997. № 1. С. 5–13.
- Калюжная Н.С., Яковлев С.В., Клинова Г.Ю., Горелов В.П. Концепция программы экологического мониторинга водных и околоводных экосистем Волго-Ахтубинской поймы // Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов: Материалы международной научно-практической конференции. Волгоград, 2007. С. 141–147
- Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск, 2007. 394 с.
- Левич А.П., Терехин А.Т. Метод расчета экологически допустимых уровней воздействия на экосистемы (метод ЭДУ) // Водные ресурсы. 1997. № 3. С. 328–335.
- Мейснер В.И. Гидробиологические очерки некоторых пойменных озёр долины реки Волги у Саратова // Работы Волжской Биологической Станции. 1913. Т. IV. № 4–5. С. 1–50.
- Мирошниченко М.П., Гламазда В.В., Калинина С.Г., Скабичевский Б.О., Вольвич Л.И., Кравцова Г.В., Горелов В.П., Долидзе Т.М.,

- Лебедева Т.В. Рыбохозяйственная оценка кормовой базы водоёмов Волго-Ахтубинской поймы в условиях зарегулированного стока Волги // Состояние и охрана биологических ресурсов Волгоградской области (Тезисы докладов 2-ой межотраслевой научно-практической конференции). Волгоград, 1981. С. 64–66.
- Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Мн.: Орех, 2004. 125 с.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
- Gorski K, Van den Bosch LV, Van de Wolfshaar KE, Middelkoop H, Filipov OV, Zolotarev DV, Vekhov DA, Yakovlev SV, Minin AE, Nagelkerke LAJ, Winter HV, De Leeuw JJ, Buijse, Verreth JAJ. Post-damming flow regime development in a large floodplain river (Volga, Russian Federation): implications for floodplain inundation and fisheries. *River Res Appl.* 2011. doi:10.1002/rra1499.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ РЕЧНОГО РАКА ВО ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО РАЙОНА

В.П. Янченков

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства, (ФГУП «КаспНИРХ»), kaspiy-info@mail.ru

Во внутренних водоемах Волго-Каспийского района обитают речные раки двух видов: типичный длиннопалый – *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz) и каспийский длиннопалый – *Pontastacus eichwaldi* (Bott). Типичный длиннопалый рак распространен в Волго-Ахтубинской пойме, верхней части дельты Волги, восточных подступных ильменях и восточных банках Волги. Каспийский длиннопалый рак населяет западно-подступные ильмени, западную и центральную части дельты Волги. В зонах соприкосновения областей распространения двух видов образуются смешанные поселения.

Наиболее плотные концентрации, имеющие промысловое значение они образуют в Волго-Ахтубинской пойме, западных подступных ильменях и нижней части дельты р. Волги. Раки относятся к нестабильным видам и их численность способна резко изменяться во времени (Румянцев 1974), что обуславливается внешними факторами. Из последних следует особо выделить гидролого-гидрохимический режим водоемов и антропогенное воздействие.

В процессе исследований по оценке запасов раков были апробированы три метода. Оказалось, что метод количественного учета путем мечения и вторичного отлова (Цукерзис, 1989) является довольно громоздким и трудоемким, к тому же очень затратным по времени (до 23 суток на один водоем). Его использование позволяет исследовать за сезон лишь несколько водоемов, что явно недостаточно, учитывая большое количество водоемов Волго-Ахтубинской поймы, подступной зоны, дельты Волги.

Метод, основанный на использовании водолазного снаряжения и прямого визуального контакта с исследуемым объектом (Румянцев, 1974), не пригоден для водоемов с низкой прозрачностью воды.

Наиболее эффективным является метод площадей. Он позволяет получать достоверные данные о численности и промысловой структуре популяции раков с наименьшими затратами.

Вначале определяется ракохозяйственный тип водоема, для этого используется методика Цукерзиса (1970).

Ракохозяйственный тип водоема (высоко-, средне- и низкопродуктивный) определяется по величине уловов раколовками за еди-

ницу времени. Водоем считается высокопродуктивным, если средний улов орудия лова составляет не менее 1 экз./час, а доля раков промысловых размеров (свыше 12 см по полному измерению) в уловах более 40%. К среднепродуктивным относятся водоемы, в которых уловистость раколовков в среднем 0.5–0.9 экз./час, а раки промысловых размеров составляют не менее 25% улова. Если уловистость орудия лова ниже 0.5 экз./час, а доля раков промысловых размеров менее 25% улова, водоем относится к категории низкопродуктивных. Лов проводится в темное время суток, когда наблюдается пик активности раков.

Численность раков в водоемах оценивается с использованием метода площадей:

$$N=Y * S, \quad (1)$$

где: N – численность, экз.; Y – плотность раков, экз./м²; S – площадь распределения, м².

Площадь распределения, т.е. та часть водоема, где раки находят себе убежища и пищу, определяется эмпирически, путем пробных ловов.

Для определения плотности (экз./м²) исходят из величин суммарных уловов на контрольных участках заданной площади. Уловы суммируются, и полученный результат принимается за запас раков на контрольном участке. Для расчета плотности раков суммарный улов приводится к единице площади контрольного участка.

Произведение величин площади распределения и плотности дает представление о численности раков в водоеме.

Биомасса запасов раков определяется как произведение расчетной численности и средней массы особей:

$$B = N * w \quad (2)$$

где: B – запас, кг; N – численность, экз; w – средняя масса, кг.

Объем репрезентативной выборки рассчитывается по формуле из «Практикума по биометрии», раздел Предварительная оценка и планирование (Терентьев, Ростова, 1977):

$$n=(N \times P^2 \times S^2)/(N \times m^2 + S^2),$$

где: n – объем необходимой выборки; N – генеральная совокупность; P – критерий Стьюдента при 95% уровне значимости, равный 2; S – среднеквадратичное отклонение генеральной совокупности; M – ошибка метода.

В результате исследований проведенных в 2004–2010 гг. получены материалы по динамике изменения запасов раков в Волго-Каспийском

районе. Для определения величины запасов раков проводились учетные съемки в Волго-Ахтубинской пойме, подstepных ильменях и дельте Волги. Работы велись с использованием речных НИС и маломерного флота. На водоемы, отшнурованные от основных водотоков, осуществлялись экспедиционные выезды на автомобилях.

Отлов раков проводился стандартными каспийскими раколовками, имеющими вид усеченного конуса, обтянутого капроновой делью, размером: диаметр нижнего кольца 0.5 м, верхнего – 0.2 м, высота – 0.2 м. Входное отверстие находится в верхней части орудия лова. Продолжительность лова составляет 12 часов. Ловушки устанавливались на контрольных участках, на расстоянии 15 м друг от друга. Проверка орудий лова осуществлялась два раза в сутки – утром и вечером. Лов проводился до тех пор, пока суточный улов не был близок к нулю.

Для учета раков в водоемах, где позволял рельеф дна, осуществлялись контрольные обловы двумя видами волокуш. Одна длиной 15 м, высотой 1.8 м, с ячеей в крыльях 20×14 мм, в мотне – 10 мм, с усиленной загрузкой нижней подборы, использовалась в мелководных водоемах, другая использовалась в приглубых водоемах (протоках, ериках, озерах и т. д.) и раскатной части дельты. Она имела треугольную форму длиной 1.5 м, высотой 1.5 м, с ячейей в крыльях 20×10 мм, нижняя подбора грузилась металлическим прутком. Буксировка ловушки велась с маломерного плавсредства с помощью уреза крепящегося к вершине треугольной волокуши. Исходя из размаха крыльев, пройденного расстояния и коэффициента уловистости, равного 0.5 (Нефедов, 1975), рассчитывалось количество особей, приходящихся на единицу площади дна. Для учета сеголеток в мотню волокуши вставлялась рубашка из дели с ячейей 6.5 мм. Периодичность обловов позволяла определить темп роста молодежи.

Учет раков в основных водотоках производился с речных НИС, с использованием донного 4.5 м трала. Для загрузки нижней подборы применялась цепь калибром 6 мм, длиной 3 м. Исходя из горизонтального раскрытия трала, времени и скорости траления, и коэффициента уловистости, равного 0.75 (Михеев, 1999), рассчитывалось количество особей, приходящихся на единицу площади дна.

Анализ материалов, собранных в ходе проведенных исследований показал, что доля каспийского длиннопалого рака в общем запсе растет и достигает 65.6% против 34.4% у типичного длиннопалого рака. Это связано с тем, что основной пресс промысла приходится на водоемы Волго-Ахтубинской поймы, основные места

обитания популяции типичного рака. В то же время в водоемах нижней части дельты Волги, являющихся ареалом распространения каспийского рака, промысел в последнее время практически не ведется. При этом надо отметить, что границы ареалов обоих видов достаточно стабильны и случаев массового замещения одного вида другим не установлено. В целом это ведет к уменьшению общего запаса речных раков, так как по своим биологическим характеристикам каспийский длиннопалый рак уступает типичному.

В нижней части дельты Волги запасы раков находятся в удовлетворительном состоянии. Устойчивый гидролого-гидрохимический режим, обширные, хорошо прогреваемые нагульные площади с развитой кормовой базой делают этот район благоприятным для существования многочисленной продуктивной популяции раков. В этом районе с 2004 г. промысел не ведется, популяция раков находится в равновесном состоянии, естественная смертность компенсируется новыми генерациями. Об устойчивом состоянии популяции свидетельствует присутствие нескольких генераций на фоне доминирующей, средние размеры раков в дельте достаточно стабильны за рассматриваемый период исследований (табл. 1).

Таблица 1.

Изменение длины раков в промысловых районах, см

Район	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	♀, см	♂, см	♀, см	♂, см	♀, см	♂, см	♀, см	♂, см	♀, см	♂, см	♀, см	♂, см	♀, см	♂, см
Дельта р. Волги	11.1	10.0	11.1	10.0	11.6	10.5	11.6	10.5	11.0	10.7	11.2	10.3	11.2	10.1
Западные подступные ильмени	10.9	10.4	10.9	10.4	10.8	10.2	10.8	10.2	8.4	7.7	10.9	10.2	10.8	10.2
Волго-Ахтубинская пойма	11.9	11.0	11.9	11.0	11.3	10.8	11.3	10.8	11.0	10.0	11.9	10.8	11.3	10.7

В западных подступных ильменах наблюдается заметная флюктуация размерных характеристик раков, причиной которой является нестабильный гидрологический режим. В Волго-Ахтубинской пойме наблюдается последовательное снижение средних размеров раков. Так же как и в западных подступных ильменах минимальные средние размеры отмечались в 2008 г. Это связано с малым по объему и низким по уровню весенним половодьем 2006 г. Низкая эффективность естественного воспроизводства и неудовлетворительные условия нагула молодежи из-за неблагоприятного гидрологического режима водоемов приводят к омоложению популяции, снижению её средних размеров.

Уменьшение средних размеров гидробионта является одной из причин снижения ракопродуктивности водоемов в промышленных районах (табл. 2).

Таблица 2.
Величина ракопродуктивности во внутренних водоемах
Волго-Каспийского района, кг/га

Район	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Дельта р. Волги	46	51	50	48	49	44	40
Подстеп. ильмени	38	34	24	32	29	32	29
ВАП	54	49	41	27	26	31	30

Примечание: ВАП – Волго-Ахтубинская пойма.

У самок раков величина плодовитости прямо пропорциональна её размерам, чем крупнее самка, тем больше у неё икры. В связи с этим, сужение размерного ряда раков и смещение его в сторону меньших значений, снижает уровень воспроизводства и численность производного поколения. Кроме того, в младших возрастных группах созревание происходит неравномерно. Среди самок, имеющих размеры 7.0–10.0 см, доля особей с икрой на плеоподах значительно меньше, чем у крупных раков.

В дельте Волги после прекращения промысла в 2004 г. наблюдалось повышение ракопродуктивности водоемов, снижение её в последние два года связано с производством мелиоративных работ по углублению рыбоходных каналов. Из всех полезных площадей нижней части дельты, участки рыбоходных каналов являются местами максимальной плотности скоплений раков. Течение создает в каналах наиболее благоприятный кислородный режим, наличие корма и грунтов позволяющих строительство убежищ – все это создает условия для их концентрации. При расчистке каналов раки мигрируют в раскатную часть Северного Каспия.

Резкое снижение ракопродуктивности в западно-подстепных ильменях в 2006 г. связано в первую очередь с малым по объему (208 км³) и крайне низким по уровню (467 см) весенним половодьем. Росту продуктивности ракопромысловых водоемов в этом районе мешает растущее антропогенное воздействие, вызванное бурным развитием сельского хозяйства. Строительство инженерных сооружений в виде дамб, насыпей, перемычек, забор воды для полива сельскохозяйственных культур, применение минеральных

удобрений и химических средств защиты растений, приводящих к загрязнению воды – все эти факторы сдерживают повышение ракопродуктивности западно-подстепных ильменей.

В Волго-Ахтубинской пойме снижение ракопродуктивности, наблюдаемое в 2007–2008 гг. вызвано зимними заморами раков из-за неблагоприятных гидрологических условий, сложившихся в 2006 г. Положение осложнилось сильным развитием мягкой водной растительности, отмирание и разложение которой в зимний период сопровождалось образованием дефицита кислорода подо льдом, что привело к гибели раков. В 1996 г. при схожих обстоятельствах, из-за зимних заморов раки погибли в 30% пойменных водоёмов. На водоёмы Волго-Ахтубинской поймы приходится основная промысловая нагрузка как от организованного лова, так и любительского и браконьерского. В теплое время года в пойму съезжается большое количество туристов практически со всех областей России. И хотя их разовый улов обычно не превышает нескольких килограммов раков, количество любителей раков исчисляется тысячами, а время их нахождения в пойме составляет около 4 месяцев, поэтому урон, наносимый ими рачьим популяциям, весьма ощутим. Кроме того, в последние годы многие местные жители стали заниматься ловом раков и продажей их туристам. Туристические базы, призванные снизить нагрузку на экосистему за счет упорядочения любительского лова, лишь ухудшают ситуацию, поскольку сами являются центрами скупки раков у браконьеров.

Повышение ракопродуктивности, наблюдаемое в 2009–2010 гг. связано со снижением антропогенного воздействия на популяцию из-за последствий экономического кризиса 2008 г.

За период исследований с 2004 по 2010 гг. запасы раков в основных ракопромысловых районах изменялись неравномерно (табл. 3).

Таблица 3.

Динамика запасов раков в промысловых районах, т

Район	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	Пром. запас т	Пром. запас т	Пром. запас т	Пром. запас т	Пром. запас т	Пром. запас т	Пром. запас т
Дельта р. Волга	87.2	88.8	93.0	98.9	111.3	113.9	114.7
Подстепные ильмени	59.0	59.0	62.3	63.0	44.1	62.6	60.6
ВЛП	84.4	84.4	82.4	84.0	81.5	78.0	75.5
Итого:	230.6	232.2	237.7	245.9	236.9	254.5	250.8

Запасы раков в дельте Волги находятся в наиболее благоприятных условиях. Прослеживается тенденция роста численности популяции гидробионта в этом районе. Это связано с устойчивым гид-

ролого-гидрохимическим режимом, прекращением промысла в последние годы, отсутствием браконьерства, что объясняется значительной удаленностью от мест сбыта продукции и отсутствием доступа для сухопутного транспорта.

Падение запасов раков в западно-подступных ильменях наблюдаемое в 2008 г. связано в первую очередь с неблагоприятными гидрологическими условиями 2006 г. (табл. 4).

Таблица 4.

Гидрологическая характеристика весеннего половодья

Годы	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Объем весеннего половодья, км ³	263.8	288.6	208.0	281.7	241.8	238.0	209.7
Максимальный уровень воды, см	573	627	467	554	580	550	557

Обмеление и засоление удаленных от основных водотоков ильменей, не связанных с водными тракатами привело к исчезновению из них раков. В лучшем положении находились локальные популяции гидробионта в ильменях, связанных с основными водотоками, или входящих в системы действующих водных трактов.

Основной пресс промысла, любительского и браконьерского лова раков приходится на водоемы Волго-Ахтубинской поймы, что вкупе с нестабильным гидрологическим режимом, является причиной снижения запасов раков в этом районе. Для стабилизации запасов раков в пойме рекомендуется оставить в силе запрет на его промысел в Харабалинском районе, являющегося центральным в Волго-Ахтубе. Это позволит сохранить запас раков для воспроизводства во всех пойменных водоемах.

Литература

- Михеев А.А. Расчет оптимального изъятия донных беспозвоночных // Рыбное хозяйство. 1999. № 5. С. 41–44.
- Нефедов В.Н. Влияние промысла на численность и структуру длиннопалого рака в водоемах Волгоградской области // Проблемы охраны, рационального использования и воспроизводства речных раков // М.: Мединор., 1997. С. 106–116.
- Румянцев В.Д. Речные раки Волго-Каспия / М.: Пищ. пром-сть. 1974. 86 с.
- Терентьев П.В. «Практикум по биометрии», раздел Предварительная оценка и планирование // Ростов, 1977.
- Цукерзис С.Я. Речные раки. Вильнюс: Мокслас, 1989. 140 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Аббакумов В.П., Мищенко А.В. Перспективы развития гипергалинной аквакультуры в западных подstepных ильменях Астраханской области	5
Аверьянов Д.Ф. Размерный и возрастной состав леща – <i>Abramis brama</i> (L., 1758) в верхней части Мешинского залива Куйбышевского водохранилища в 1997- 98 и 2008 гг.	11
Амиргалиев Н.А. Уровень загрязнения тяжелыми металлами казахстанской акватории Каспийского моря	16
Андрянова С.Б. Биология, распределение и запасы большеглазого пузанка <i>Alosa saposhnikovii</i> в Каспийском море	22
Артаев О.Н., Ручин А.Б. Темпы полового созревания плотвы, уклейки и быстрянки в бассейне р. Мокши (Окский бассейн)	30
Асейнова А.А. Биологические основы формирования численности обыкновенной кильки в современных условиях Каспия	35
Бабаян В.К. О некоторых ограничениях метода Малкина	42
Баженова А.А. Современное состояние запаса судака <i>Sander lucioperca</i> (L.) в Вислинском (Калининградском) заливе Балтийского моря	48
Белов М.А., Заделенов В.А., Шадрин Е.Н., Мучкина Е.Я. Современное состояние нерестового стада енисейской нельмы – <i>Stenodus leucichthys</i> (Güldenstädt, 1772)	55
Богданов В.Д. Современное состояние ресурсов сиговых рыб Нижней Оби	60
Борвинская Е. В., Суховская И. В., Смирнов Л. П., Немова Н. Н. Влияние техногенного загрязнения на детоксикационную систему рыб Костомукшского водохранилища	68
Борисенко Э.С., Мочек А.Д., Павлов Д.С. Гидроакустический метод исследования рыбных ресурсов внутренних водоемов	74
Борисов М.Я., Коновалов А.Ф., Тропин Н.Ю., Филоненко И.В. Современное состояние рыбных ресурсов озера Воже (Вологодская область)	86
Бражник С.Ю. Биоресурсы пресных вод России: вчера, сегодня, завтра	91

Buras P.C., Wiśniewski W. Моделирование динамики запасов леща в Зегжинском водохранилище при изменении характера их эксплуатации.....	99
Васильева О.Б., Назарова М.А., Немова Н.Н. Влияние техногенных стоков Костомукшского ГОКа на некоторые липидные показатели тканей сига <i>Coregonus lavaretus</i> L.....	108
Веселов А.Е., Демидов И.Н., Пример К.Р., Лумме Я.И. Формирование в приледниковых водоемах Восточной Финноскандии путей расселения атлантического лосося.....	113
Веселов А.Е., Сысоева М.И., Ефремов Д.А. Белякова Е.Н., Потапов К.Ю. Инвентаризация и систематизация нерестовых рек и лососевых популяций различных бассейнов Восточной Финноскандии.....	118
Воловова Л.А. Самоорганизация пастбищной популяции радужной форели: фрактальные пространственно-временные структуры.....	123
Гаврилов Е.Н., Зубов В.И., Носов М.А. Технические средства ПИНРО для исследования рыбных ресурсов во внутренних водоемах.....	131
Гаврилова Д.А. Современное состояние популяции каспийского длиннопалого рака (<i>Pontastacus eichwaldi</i> Bott) в северной части Каспийского моря.....	139
Гаджисв Р.В., Надиров С.Н., Абдурахманова Р.Ю., Ахундов М.М. Структура уловов молоди рыб в водоемах Ленкоранского региона Азербайджанской республики.....	146
Гарлов П.Е., Рыбалова Н.Б., Бугримов Б.С. Разработка биотехники воспроизводства популяций рыб на основе эколого-гистофизиологических и экспериментальных полносистемных исследований.....	151
Герасимов Ю.В., Стрельников А.С., Бражник С.Ю. Динамика и состояние запасов рыб Рыбинского водохранилища.....	160
Голованов В.К. Температура как фактор оптимизации в жизнедеятельности рыб. Естественные условия и эксперимент.....	169
Гончаров С.М., Попов С.Б. Использование горизонтальной гидроакустической локации для количественной оценки рыб в условиях мелководья.....	181

Гусаков В.А., Нгуен Тхи Хай Тхань, Чан Дык Зьен. Донные сообщества (мейо- и макрозообентос) как кормовой ресурс ихтиофауны водоемов Среднего и Южного Вьетнама (предварительная оценка).....	189
Гусейнова Р.М. Видовой состав уловов молоди рыб в Варваринском водохранилище (р. Кура).....	196
Гуцуляк С.А. Распределение бычков в Северной части Каспийского моря	201
Довгопол Г.Ф. Анализ динамики анадромной миграции и качественной структуры севрюги в многолетнем аспекте (2006-2010 гг.)	205
Дякина Т.Н., Королев В.В., Решетников Ю.С. Современное состояние рыбных ресурсов Калужской области.....	212
Ермаханов З.К. Изменение ихтиофауны и рыбного промысла Аральского моря под воздействием антропогенных факторов в период 1960-2010 гг.....	220
Ермилова Л.С. Биологическая характеристика и запасы щуки Волго-Каспийского района	227
Ермолин В.П. Проблемы экологии кесслеровской сельди в условиях водохранилищ Нижней Волги.....	232
Ермолин В.П., Белянин И.А. Количественная оценка изменений структуры ихтиоценоза в водоеме-охладителе Балаковской АЭС и Саратовском водохранилище за период с 1979 по 2007 годы	238
Захаров А.Б., Бозняк Э.И. Современное состояние рыбного населения водотоков Тимана.....	243
Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. Динамика нерестовых скоплений рыб в среднем течении Оки за 40-летний период наблюдений	251
Иванчев В.П., Сарычев В.С., Иванчева Е.Ю., Сарычева О.В., В.Г. Терещенко. Многолетние изменения в ихтиофауне рек Липецкой области.....	258
Извеков Е.И. Воздействие антропогенных электрических полей на биоресурсы водоемов: итоги и перспективы исследований	267
Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. Особенности интродукции рыб в водоемы Карелии	277
Калдыбасв С.К., Бокова Е.Б. Распределение кутума (краснокнижный вид рыбы в РК) в Северном Каспии в районе побережья Мангистауской области	284

Калмыков В.А., Гутенёва Г.И. Современное состояние промыслового запаса стерляди <i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, (1758) в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (р. Волга, её водотоки)	289
Камиева Т.Н. Видовое разнообразие рыбных сообществ в пресноводных водоемах Казахстана	296
Камшилов И.М., Запрудниova Р.А. Механизмы адаптации рыб к закислению воды: гемоглобиновая буферная система	301
Канатьев С.В. К вопросу освоения резервов морского промысла на примере обыкновенной кильки в российской части Среднего Каспия	309
Канатьев С.В. Распределение, численность, качественная структура атерины в российском секторе Северного и Среднего Каспия	316
Канцерова Н.П., Лысенко Л.А., Немова Н.Н. Внутриклеточные кальций-зависимые протеиназы у рыб, обитающих в условиях минерального загрязнения	324
Капшай Д.С., Голованов В.К., Смирнов А.К. Оценка температурных показателей жизнедеятельности молоди некоторых видов рыб, обитающих в прибрежье Рыбинского водохранилища	330
Касьянов А.Н. Экологические формы плотвы Рыбинского водохранилища	337
Ким Ю.А., Кузьменко С.В. Водные биоресурсы р. Урал и их рациональное использование	345
Комов В.Т., Гремячих В.А., Сажин Е.В. Содержание ртути в окуне из больших озер Северо-Запада европейской части России	351
Конева М.В., Сорокин В.Н., Сорокина А.А., Яковлев С.В. Динамика размерного состава речного рака в Волго-Ахтубинской пойме в период 1994- 2009 гг.	357
Коновалов А. Ф., Борисов М. Я., Тропин Н. Ю., Фило- ненко И. В. Промыслово-биологическая характеристика основных видов рыб Белого озера	364
Коноплева И.В. Современная относительная численность и распределение популяции русского осетра в Каспийском море (российская зона)	373
Копориков А.Р., Богданов В.Д. Современное состояние воспроизводства полупроходного налима в уральских притоках Нижней Оби	379

Корляков К.А., Новиков А.Л. Перспективы использования налима (<i>Lota lota</i>) в качестве биомелиоратора в «борьбе» с ротаном-головешкой (<i>Perccottus glenii</i>) в водоемах юга Западно-Сибирской равнины	388
Коротовских А.И., Скоробогатов М.А. Результаты исследований эффективности рыбозащитного сооружения Смоленской ТЭЦ-2	394
Костицын В.Г. Состояние биоресурсов в водоемах Западного Урала и использование их на современном этапе	397
Костюрин Н.Н., Абдулаева Д.Р., Барабанов В.В. Состояние запасов кефалей в российском регионе Каспийского моря	407
Котегов Б.Г. Редкие, уязвимые и аллохтонные компоненты ихтиофауны водоемов национального парка «Нечкинский»	412
Красюк В.В., Воловова Л.А., Митителло А.В. Критерии оценки последствий электрического поля тока на популяции рыб: методы и средства	420
Криксунов Е.А., Бобырев А.Е. Промысловоб-биологические исследования: смена приоритетов	428
Кузнецов В.В. Каспийский тюлень как биоиндикатор состояния запасов рыб в Каспийском море	436
Кузнецов Ю.К. Половое созревание каспийской кумжи (<i>Salmo trutta caspius</i> Kessler) и онежского лосося (<i>Salmo salar morpha sebago</i> L.) в искусственных условиях	444
Кузьменко С.В. Промысел и качественная характеристика леща р. Урал	448
Лапшин О.М., Герасимов Ю.В., Долгих М.Г., Мазманиянц В.В. Правила рыболовства для внутренних водоемов: инструмент для регулирования промысла и сохранения запасов или формальный документ?	454
Логинов В.В. Применение обобщенной функции желательности при оценке эффективности рыбозащитных сооружений	464
Маврин А.С. Размерно-возрастная структура нерестовых подходов леща <i>Abramis brama</i> (L.) в р. Сить (Рыбинское водохранилище)	471
Маврин А.С., Мартымянов В.И. Связь размерно-массовых показателей сеголеток плотвы <i>Rutilus rutilus</i> (L.) с содержанием катионов в теле рыб	481

Мамонтов А.М. Итоги изучения динамики численности байкальского омуля (<i>Coregonus migratorius</i>) гидроакустическим методом.....	489
Мартемьянов В.И. зависимость рыбопродуктивности вида от физиологического состояния рыб	497
Меньшиков С.И. Особенности определения возраста тляпии (<i>Oreochromis</i> sp.) из водоёмов-охладителей АЭС	506
Микряков В.Р., Микряков Д.В., Силкина Н.И. Иммунологическая индикация здоровья рыб	511
Минин А.Е. Применение комплекса орудий лова для изучения структуры рыбного сообщества Горьковского водохранилища	521
Мишелович Г.М., Егорова Н.А. Современные методы и устройства защиты рыб от попадания в водозаборы тепловых электростанций (ТЭС)	529
Монсеев А.В. Нормативно-правовые основы охраны водных биологических ресурсов при регулировании водопользования и иных видов хозяйственной деятельности	539
Молодцова А.И. Питание осетра в Каспийском море в зимний период	546
Мочек А.Д., Борисенко Э.С., Павлов Д.С. Распределение рыб в пойменных водоемах бассейна Нижнего Иртыша	554
Мурзашев Т.К., Ким А.И. Биоресурсы водоемов Западно-Казахстанской области: состояние и перспективы использования.....	563
Надилов С.Н., Гаджиев Р.В., Ахундов М.М. Современное состояние промысла и воспроизводства карповых (Cyprinidae) рыб в Азербайджане	570
Назарова М.А., Васильева О.Б., Немова Н.Н. Использование биохимических параметров рыб для оценки влияния деятельности форелевых хозяйств на экосистемы внутренних водоемов Карелии.....	579
Неваленный А.Н., Бедняков Д.А., Новинский В.Ю. Физиолого-биохимический статус стерляди Нижней Волги.....	581
Нездолый В.К., Нгуен Зуй Тоан. Покатная миграция молоди рыб – как механизм межбассейнового обмена ихтиофауной	586
Немова Н.Н., Ильмаст Н.В., Иешко Е.П. Эколого-биохимические особенности функционирования северных водных экосистем в условиях антропогенного загрязнения	591

Новицкий Р.А., Кочет В. Н., Христов О.А. Пресноводные рыбы и электроток: ихтиопатологические последствия.....	599
Новоселов А.П. Разнообразие ихтиофауны крупных рек европейского Северо-Востока России	607
Новоселов А.П., Студенов И.И. Методы ресурсных исследований сиговых рыб в речных системах (на примере бассейна р. Северной Двины)	616
Парицкий Ю.А., Абдулаева Д.Р. Современное состояние запасов анчоусовидной и большеглазой килек	624
Петросян В.Г., Решетников Ю.С., Попова О.А., Бессонов С.А., Дергунова Н.Н., Омельченко А.В. Web-ориентированная информационная система и база данных видового разнообразия рыбного населения в запovedниках России	631
Помогасва Т.В., Балченков И.Б. Использование результатов гидроакустических исследований для оценки запасов морских рыб в Каспийском море.....	642
Попов Н.Н. Распределение и численность судака (<i>Stizostedion lucioperca</i> (L.)) в казахстанском секторе Каспийского моря	650
Решетников Ю.С., Попова О.А. Современное состояние сиговых рыб в Обском бассейне.....	655
Романенко В.Д., Потрохов А.С., Зиньковский О.Г. Влияние условий обитания некоторых инвазионных и аборигенных видов рыб на активность ферментов их энергетического обмена	666
Руйгите Ю.К. К вопросу о роли густеры (<i>Blicca bjoerkna</i> L.) в Правдинском водохранилище Калининградской области	674
Рыжков Л.П., Курицын А.Е. Систематическое положение и экологические формы сигов водоемов Средней Карелии	679
Рыжков Л.П., Курицын А.Е. Эколого-биологическая характеристика сигов водоемов Средней Карелии.....	688
Рябчин В.А., Шibaев С.В. К методике анализа урожайности поколений леща (<i>Abramis brama</i> L.) Вислинского (Калининградского) залива	697
Селов С.И., Зубкова Т.С. Формирование численности морских мигрирующих сельдей в современных экологических условиях Каспийского моря на примере долгин-	

ской сельди <i>Alosa braschnikowi braschnikowi</i> (Borodin) и каспийского пузанка <i>Alosa caspia caspia</i> , Eichwald.....	704
Скакун В.А., Бражник С.Ю. Современное состояние запасов серебряного карася (<i>Carassius auratus</i>) в пресноводных водоемах Российской Федерации.....	710
Соломатин Ю.И., Базаров М.И. Видовое разнообразие и численность рыбного населения Рыбинского водохранилища в 2009–2010 гг.	715
Сорокин В.Н., Сорокина А.А. О генезисе ихтиофауны озера Иссык-Куль и прилежащих бассейнов	721
Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Китаев С.П. Состояние некоторых водоемов Западной Карелии и их использование для садкового форелеводства	733
Столбунев И.А. Видовой состав и распределение молоди рыб в литорали Рыбинского водохранилища	738
Стрельникова А.П., Стрельников А.С. Значение притоков водохранилищ в сохранении видового разнообразия ихтиофауны зарегулированных рек	745
Студенов И.И., Новоселов А.П. Методы ресурсных исследований лососевых рыб в речных системах (на примере бассейна р. Северной Двины).....	752
Судаков Г.А., Катунин Д.Н., Аббакумов В.П. Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования западных подступных ильменей	760
Терещенко В.Г., Терещенко Л.И. Вариабельность величины и видовой структуры уловов близнецового трала в условиях однородного биотопа.....	764
Ткач В.Н. Анализ интенсивности промысла сома в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне	770
Ткач В.Н., Ветлугина Т.А. Запасы сома в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне и методы их оценки.....	773
Тыркин И.А. Темп роста молоди пресноводного лосося (<i>Salmo salar</i> L.) в реке Суна.....	779
Тютин А.В., Медянцева Е.Н., Извекова Г.И. Влияние паразитов на структуру сообществ рыб в Верхневолжских водохранилищах	784
Утеулиев Т.А., Камиева Т.Н., Джунусова Г.Г. Промысел и динамика нерестового хода сазана р. Урал.....	789

Ходоревская Р.П., Калмыкова Т.В. Особенности формирования популяций осетровых Каспийского бассейна в современных условиях	793
Г.М. Чуйко, Юрченко В.В., Бродский Е.С. Стойкие органические загрязняющие вещества в экосистеме Рыбинского водохранилища (аналитический обзор)	801
Чурова М.В., Мещерякова О.В., Веселов А. Е., Немова Н.Н. Использование некоторых биохимических и молекулярно-генетических показателей в исследовании процессов роста рыб на примере молоди лосося <i>Salmo salar</i> L. разных возрастных групп из реки Индэра (Кольский полуостров)	809
Шакирова Ф.М. Современное состояние и изменения в составе ихтиофауны водоёмов Туркменистана	817
Шакирова Ф.М., Таиров Р.Г. , Северов Ю.А. Изменение видового состава и структуры рыбного населения водоёмов Среднего Поволжья (на примере Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ)	825
Шатуновский М.И. Эколого-физиологический подход к оптимизации использования рыбных ресурсов	832
Шашуловский В.А., Мосияш С.С. Роль сукцессии экосистемы в формировании используемых биологических ресурсов Волгоградского водохранилища	839
Шемонаев Е.В., Кирилленко Е.В. Некоторые особенности динамики жирности печени двух видов чужеродных рыб	846
Шибяев С.В., Алдушин А.В. Пространственно-временная динамика ихтиоценоза пелагиали оз. Виштынецкого Калининградской области	852
Шляпкии И.В., Столбунов И.А., Рудченко А.Е., Токарева О.Л. Суточная динамика структуры скоплений молоди рыб в разнотипных прибрежных биотопах Рыбинского водохранилища	859
Яковлев С.В., Пономарев Н.Н. Комплексные индикаторы состояния биоразнообразия ихтиокомплекса водоемов Волго-Ахтубинской поймы в условиях антропогенных нагрузок	867
Янченков В.П. Динамика изменения запасов речного рака во внутренних водоемах Волго-Каспийского района	877

CONTENTS

Abbakumov V.P., Mishchenko A.V. Prospects of development of hyperhaline aquaculture in the western substeppe side waters of the Astrakhan region	5
Averyanov D.F. Size and age structure of a bream – <i>Abramis brama</i> (L., 1758) in the upper part of the Meshinskiy Bay of the Kuibyshev reservoir in 1997-98 and 2008 years	11
Amirgaliev N.A. Heavy metal contamination of Kazakhstan sector of Caspian sea	16
Andrianova S.B. Biology, distribution and assessment of stocks of bigeye shad <i>Alosa saposhnikovii</i> in Caspian sea	22
Artaev O.N., Ruchin A.B. Rate puberty roach (<i>Rutilus rutilus</i>), bleak (<i>Alburnus alburnus</i>) and spirlin (<i>Alburnoides bipunctatus</i>) in a Moksha river basin (Oka river basin)	30
Aseinova A.A. Biological principles of development of common kilka abundance under present conditions of the Caspian Sea	35
Babayan V.K. On some restrictions of Malkin's method for TAC assessment	42
Bazhenova A.A. The present state of pike-perch (<i>Sander lucioperca</i> (L.) stock in the Vistula (Kaliningrad) lagoon of the Baltic sea	48
Belov M.A., Zadelenov V.A. Shadrin E.N., Muchkina E.Ya. Current status of the spawning stock inconnu from the Enisey river – <i>Stenodus leucichthys</i> (Güldenstädt, 1772).	55
Bogdanov V.D. Current status of resources whitefish Lower Ob	60
Borvinskaya E.V., Suhovskaya I.V., Smirnov L.P., Nemova N.N. Detoxication system of fish from Kostomukskoe reservoir under technogenic contamination	68
Borisenko Ed.S., Mochek A.D., Pavlov D.S. Hydroacoustic method of research of fish resources of inland waters	74
Borisov M.Ya., Konovalov A.F., Tropin N.Yu., Filonenko I.V. Current state of fish resources in Vozhe lake (Vologda region)	86
Brazhnik S.Yu. Freshwater bioresources of Russia: yesterday, today, tomorrow	91
Buras P.C., Wiśniewolski W. Simulation of common bream stock dynamics in the Zegrze reservoir by changes of the exploitation system	99

Vasileva O.B., Nazarova M.A., Nemova N.N. The influence of technogenic wastewater of Kostomuksha Mining and Processing Plant on some lipid parameters in tissues of whitefish <i>Coregonus lavaretus</i> L.	108
Veselov A.E., Demidov I.N., Primmer C.R., Lumme J.I. Atlantic salmon dispersal roots formation in the ice lakes of Eastern Fennoscandia.....	113
Veselov A.E., Sysoeva M.I., Efremov D.A., Beliakova E.N., Potapov K.U. Inventory and systematization of spawning rivers and salmon populations in the different basins of the Eastern Fennoscandia.....	118
Volovova L.A. Self-organization of the rainbow trout fish pasture community: the fractal space-time structures.....	123
Gavrilov E.N., Zubov V.I., Nosov M.A. PINRO technical equipment for research of fish resources in internal reservoirs	131
Gavrilova D.A. The present state of the population of Caspian long-clawed crayfish (<i>Pontastacus eichwaldi</i> Bott) in the Russian region of the Caspian Sea	139
Gadjiev R.V., Nadirov S.N., Abdurachmanova R.Y., Akhundov M.M. The structure of catches of young fishes in reservoir in the Lenkoran region of Azerbaijan republic	146
Garlov E.P., Rybalova N.B., Bugrimov B.S. Reproduction of fish populations on a basis of ecological-histophyziological and experimental total-system researches	151
Gerasimov Ju.V., Strelnikov A.S., Brazhnik S.Ju. Dynamics and condition of fishes stocks in Rybinsk reservoir	160
Golovanov V.K. Temperature as the factor of optimization in fishes life activity. Natural conditions and experiment	169
Goncharov S.M., Popov S.B. Use of the horizontal hydro-acoustic location for a quantitative fish estimation on areas of shallow water	181
Gusakov V.A., Nguyen Thj Hai Thanh, Tran Duc Dien. Bottom communities (meio- and macrozoobenthos) as a food resource of fish fauna in waterbodies of Central and Southern Vietnam (tentative estimation).....	189
Huseynova R.M. Species composition of catches of young fishes in Varvara water reservoir (Kura river)	196
Gutsulyak S.A. Goby distribution in the Caspian Sea depending on environmental factors.....	201

Dovgopol G.F. Analysis of anadromous migration and qualitative structure of stellate sturgeon on a long-term basis (2006–2010 years).....	205
Dyakina T.N., Korolev V.V., Reshetnikov Yu.S. Modern condition of fish resources of the Kaluga region.....	212
Yermakhanov Z.K. Changes in ichthyofauna and fish industry of the Aral Sea influenced by antropogenic factors in a period from 1960 to 2010 years	220
Yermilova L.S. Biological characteristics and stock of pike in the Volga-Caspian region	227
Yermolin V.P. Problems of ecology kesslerovskoy herring in the reservoirs of Lower Volga	232
Yermolin V.P., Belyanin I.A. Quantification of changes in the structure ichthyocenosis in the cooling pond Balakovo AEPS and Saratov reservoir for the period from 1979 to 2007 years	238
Zakharov A.B., Boznak E.I. Current condition of the Timan rivers fish population.....	243
Ivanchev V.P., Ivancheva E.Yu. Dynamics of spawning fish congestions in the middle course of the Oka (Ryazan region) for the 40-years-old period of supervision.....	251
Ivanchev V. P., Sarychev C.S., Ivancheva E.J., Sarycheva O.V., Tereshchenko V.G. Long-term change of the ichthyofauna of the Lipetsk region rivers.....	258
Izvekov E.I. The effect of anthropogenous electric fields on the aquatic bioresources: results and prospects of studies.....	267
Ilmast N.V., Sterligova O.P. Introduction features of fish in water bodies of Karelia.....	277
Kaldyubayev S.K. Bokova E.B. Allocation of Black sea roach (Kutum) (representative of Red Book) in north part of Caspian sea and sea coast of Mangistau region.....	284
Kalmykov V.A., Guteneva G.I. The state of the commercial stock of sterlet population inhabiting the lower Volga River	289
Kamiyeva T.N. Species diversity of aquatic organisms in freshwater habitat Kazakhstan.....	296
Kamshilov I.M., Zaprudnova R.A. Mechanisms of fish adaptation to acidification of water: hemoglobin buffer system	301
Kanatiev S.V. To the problem of development of marine fishing reserves in the Russian part of the Middle Caspian using common kilka as an example	309

Kanatlev S.V. Distribution, abundance and qualitative structure of silverside in the Russian sector of the Northern and Middle Caspian	316
Kantserova N.P., Lysenko L.A., Nemova N.N. The intracellular calcium-dependent proteinases in some fish under the mineral pollution	324
Kapshay D.S., Golovanov V.K., Smirnov A.K. Estimation of temperature parameters for life activity in young some species fishes from inshore Rybinsk reservoir	330
Kasyanov A.N. The ecological forms of the roach in Rybinsk reservoir	337
Kim Yu.A., Kuzmenko S.V. Aquatic bioresources of Ural river and their rational use	345
Konov V.T., Gremyachikh V.A., Sazhin E.V. Mercury concentrations in perch muscles from large lakes in North-West European part of Russia	351
Koneva M.V., Sorokin V.N., Sorokina A.A., Jakovlev S.V. Dynamics of biological indicators of river Volga-cancer Akhtuba floodplain in 1994–2009 years	357
Konovalov A.F., Borisov M.Ya., Tropin N.Yu., Filonenko I.V. The fishing and biological characteristics of fishes Lake Beloye	364
Konopleva I.V. Spatial distribution and abundance of Russian sturgeon in the Caspian Sea (the Russian zone)	373
Koporikov A.R., Bogdanov V.D. Modern condition of reproduction semianadromous burbot in of the ural spawning tributaries of the Lower Ob	379
Korlyakov K.A., Novikov A.L. Prospects of the use burbot (<i>Lota lota</i>) as bioremediator in control with roach (<i>Perccottus glenii</i>) in reservoir south West-Siberian plain	388
Korotovskikh A.I., Skorobogatov M.A. Results of investigations of efficiency of Smolensk heat and power plant-2 fish-protection structure	394
Kostitsyn V.G. State of aquatic biological resources in West Ural reservoirs and their current fishing use	397
Kostyurin N.N., Abdulaeva D.R., Barabanov V.V. The state of mullet stock in the Russian region of the Caspian Sea	407
Koregov B.G. Rare, vulnerable and allochthonic components of ichthyofauna in reservoirs of national park «Nechkinskiy»	412

Krasuk V.V., Volovova L.A., Mititello A.V. Criteria for assessing the aftereffect of the electric current field on fish populations: methods and tools	420
Kriksunov E.A., Bobyrev A.E. Fisheries research: the change of priorities	428
Kuznetsov V.V. Caspian seal as a bioindicator of the state of fish stocks in the Caspian Sea	436
Kuznetsov Yu.K. The sexual maturity of caspian sea trout (<i>Salmo trutta caspius</i> Kessler) and lake onega salmon (<i>Salmo salar morpha</i> Sebago) in simulated conditions	444
Kuzmenko S.V. Fishery and qualitative characteristics of the bream in Ural river	448
Lapshin O.M., Gerasimov Ju.V., Dolgich M.G., Mazmanjan V.V. Rules of fishery for inland waterbodies: the tool for regulation of fisheries and preservation of stocks or formal document?	454
Loginov V.V. Using generalised function to desirability in estimation efficiency fish protection	464
Mavrin A.S. Dimensional age-specific structure spawning run taking place at different times bream <i>Abramis brama</i> L. in the river Sit (Rybinsk reservoir)	471
Mavrin A.S., Martemyanov V.I. The relationship between length and weight indices of roach (<i>Rutilus rutilus</i> L.) underyearling and the accumulation of cations in fish body	481
Mamontov A.M. Results of study of the dynamics of baikalian omul (<i>Coregonus migratorius</i>) abundance using hydroacoustic method	489
Martemyanov V.I. Dependence of productivity species on physiological state of fishes	497
Menshikov S. I. Especially of determine the age of tilapia (<i>Oreochromis</i> sp.) AEPS cooling ponds	506
Mikryakov V.R., Mikryakov D.V., Silkina N.I. Immunological indication health of fishes	511
Minin A.E. Application of a set of research gears for fish community structure study on the Gorky reservoir	521
Mishelovich G.M., Egorova N.A. Modern methods and devices to protect fish from entering the intakes of thermal power plants	529
Moiseev A.V. The legal foundations for the biological aquatic resources protection attached to water use and other economic activities regulation	539

Molodtsova A.I. Russian sturgeon feeding in the Caspian Sea during the winter period	546
Mochek A.D., Borisenko Ed.S., Pavlov D.S. Composition and distribution of fish populations of floodplain waterbodies of the Lower Irtysh basin	554
Murzashev T.K., Kim A.I. The bioresources of reservoirs in Western-Kazakhstan region: state and the prospect for the use	563
Nadirov S.N., Gadjiev R.V., Akhundov M.M. The modern state of fishery and reproduction of carp fishes (Cyprinidae) in Azerbaijan	570
Nazarova M.A., Vasileva O.B., Nemova N.N. Biochemical parameters as a criterion for assessing the impact of cage farms on inland water ecosystems of Karelia	579
Nevalenny A.N., Bednyakov D.A., Novinsky V.Yu. Physiological and biochemical status of the Lower Volga Sturgeon	581
Nezdoliy V.K., Nguyen Duy Toan. Downstream migration of juvenile fish - as a mechanism of ichthyofauna exchange between river basins	586
Nemova N.N., Ilmast N.V., Ieshko E.P. Ecological and biochemical characteristics of the functioning of northern aquatic ecosystems under anthropogenic pollution	591
Novitsky R.A., Kochet V. N., Khristov O. A. Freshwater fish and electric shock: ichthyopathological effects	599
Novoselov A.P. The diversity of ichthyofauna large rivers of the North-Eastern part of European Russia	607
Novoselov A.P., Studenov I.I. The methods of resource research the whitefish in the river systems (in example of the Northern Dvina basin)	616
Paritski Yu.A., Abdulaeva D.R. The present state of anchovy and bigeye kilka in the Caspian Sea	624
Petrosyan V.G., Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., Bessonov S.A., Dergunova N.N., Omelchenko A.V. WEB-oriented information system and database on species diversity of a fishes community in the nature reserves of Russia	631
Pomogaeva T.V., Balchenkov I.B. The use of results of hydroacoustic studies for marine fish stock appraisal in the Caspian Sea	642
Popov N.N. Allocation and population of pike-perch in Kazakhstan sector of Caspian sea	650

Reshetnikov Yu.S., Popova O.A. The modern state of coregonid fishes in the Ob river basin.....	655
Romanenko V.D., Potrokhov A.S., Zinkovsky O.G. Influence of conditions of habitat of the some invasive and indigenous species of fishes on activity of enzymes of power metabolism.....	666
Ruigite Y.K. The role of white bream (<i>Blicca bjoerkna</i> L.) in Pravdinsk reservoir of the Kaliningrad region.....	674
Ryzhkov L. P., Kuritzyn A.E. Systematic position and environmental forms of whitefish water bodies of central Karelia	679
Ryzhkov L. P., Kuritzyn A.E. Ecological and biological characteristics of whitefish from water bodies of central Karelia	688
Ryabchun V.A., Shibacv S.V. On the methodics of bream (<i>Abramis brama</i> L.) cohorts abundance analysis in the Vistula (Kaliningrad) lagoon	697
Sedov S.I., Zubkova T.S. Formation of migrating marine shad abundance under present environmental conditions in the Caspian Sea using Dolginka shad <i>Alosa braschnikowi</i> Borodin and Caspian shad <i>Alosa caspia caspia</i> Eichwald as an example	704
Skakun V.A., Brazhnik S.Y. Present stock condition of goldfish (<i>Carassius auratus</i>) in the freshwater of Russia.....	710
Solomatin Yu.I., Bazarov M.I. Species diversity and number of fishes in Rybinsk reservoir in 2009-2010 years	715
Sorokin V.N., Sorokina A.A. On the genesis of the fish fauna of Lake Issyk-Kul and adjacent basins	721
Sterligova O.P., Ilmast N.V., Kitaev S.P. The state of some water bodies of western Karelia and their use for trout farming.....	733
Stolbunov I.A. Species composition and distribution of juvenile fish in the littoral zone of the Rybinsk reservoir	738
Strelnikova A.P., Strelnikov A.S. The role of reservoir tributaries in preservation of fish species diversity in regulated rivers.....	745
Studenov I.I., Novoselov A.P. The methods of resource research the salmonfish in the river systems (in example of the Northern Dvina basin)	752
Sudakov G.A., Katunin D.M., Abbakumov V.P. The present state and prospects of fisheries use of western substeppe side waters	760

Tereshchenko V.G., Tereshchenko L.I. Variability of pair trawl sampling magnitude and fish species composition in homogenous biotop	764
Tkach V.N. Analysis of wels fishing intensity in the Volga-Caspian fisheries subregion.....	770
Tkach V.N., Vetlugina T.A. Wels stock in in the Volga-Caspian fisheries subregion and methods of its assessment.....	773
Tyrkin I.A. Growth rate of young landlocked salmon (<i>Salmo salar</i> L.) in Suna river	779
Tyutin A.V., Medyantseva E.N., Izvekova G.I. The effect of parasites on structure of fish communities in the Upper Volga reservoirs	784
Uteuliev T.A., Kamieva T.N., Djunusova G.G. Fishery and dynamics of spawning migration of wild carp in river Ural.....	789
Khodorevskaya R.P., Kalmykova T.B. Specific features of sturgeon populations development in the Caspian basin under present conditions	793
Chuiko G.M., Yurchenko V.V., Brodsky E.S. Persistent organic pollutants in ecosystem of the Rybinsk reservoir (analytical review)	801
Churova M.V., Mescheryakova O.V., Veselov A. E., Nemova N.N. Application of some biochemical and molecular parameters in analyses of growth characteristic of salmon <i>Salmo salar</i> L. from river Indera (Kola peninsula)	809
Shakirova F.M. Modern condition and changes in composition of ihtiofauna in reservoirs of Turkmenistan	817
Shakirova F.M., Tairov R.G., Severov Y.A. Changes in composition and structure of fish population in reservoirs of Middle Povolzhye (on example of Kyubushev and Low Kama reservoirs)	825
Shatunovskiy M.I. An eco-physiological approach to fisheries optimization	832
Shashulovsky V.A., Mosiyash S.S. Role of a succession of an ecosystem in formation of used biological resources of the Volgograd water reservoir	839
Shemonaev E.V., Kirilenko E.V. The some features dynamics of fat content of the liver of two kinds of alien fishes.....	846
Shibaev S.V., Aldushin A.V. Spatial and temporal dynamics of pelagic fish community in the lake Vistytis of Kaliningrad oblast of Russia	852

Shlyapkin I.V., Stolbunov I.A., Rudchenko A.E., Tokareva O.L. The daily dynamics of the structure of a cluster of young fish in coastal habitats of different types of Rybinsk reservoir.....	859
Jakovlev S.V., Ponomarev N.N. Comprehensive indicators of biodiversity status ihtiosystem reservoirs of the Volga-Akhtuba floodplain under anthropogenic stress	867
Yanchenkov V.P. Dynamics of change in river crayfish stocks from inland water bodies of the Volga-Caspian region	877

Научное издание

Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Материалы докладов I Всероссийской конференции с международным участием. 12–16 сентября 2011 г., Борок, Россия. В двух томах. Том 2 (433 с.)

Редакторы *В.К. Голованов, Ю.В. Герасимов, М.И. Шатуновский*
(материалы публикуются с минимальными редакционными правками)
Оригинал-макет: *А.И. Цветков*

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 95300 – книги, брошюры

Подписано в печать 09.08.2011 г. Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 27.7. Печ. л. 16.2. Тираж 400 экз. Заказ от 09.08.2011.

Издательство «АКВАРОС»

Издательство АКВАРОС
Почтовый адрес: 107140, г. Москва, а/я 111
Адрес электронной почты: info@aquaros.com; aquaros@mail.ru
Телефон: (495) 721-5082, факс (499) 188-9369

Отпечатано в ООО «Костромской печатный дом»,
156000, г. Кострома, ул. Мясницкая, 43-а, корп. Б